



В. П. Гуляев

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ МАШИНЫ

КРАТКИЙ КУРС



В. П. ГУЛЯЕВ

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ
МАШИНЫ
КРАТКИЙ КУРС

УЧЕБНОЕ ПОСОВИЕ

Издание третье, стереотипное



ЛАНЬ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
МОСКВА - КРАСНОДАР
2022



УДК 631.3(075)
ББК 34.761я723

Г 94 Гуляев В. П. Сельскохозяйственные машины : учебное пособие для СПО / В. П. Гуляев, Т. Ф. Гаврильска. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 140 с. : ил. — Текст : непосредственный.

ISBN 978-5-907-53410-4

Изложены назначения, устройства, конструкции и отдельные технические особенности машинно-тракторных агрегатов, универсальных энергетических средств для обработки почвы, посева и посева растений; технологических систем и комплексов животноводства. Устройство и конструкции машин представлены в логической взаимосвязи функций, выполняемых исполнительными, передаточными механизмами, с технологическими процессами сельскохозяйственного производства. В учебном пособии изложены основные технологии, методы и технические средства точного земледелия, принципы и средства автоматизации сельскохозяйственных процессов. После каждой укрупненной темы приведены контрольные вопросы и задания для закрепления знаний и умений обучающихся.

Учебное пособие может быть использовано как основная литература в профессиональных модулях ПМ.01 «Подготовка машины, механизмов, установок, приспособлений к работе, комплектация сборочных единиц» и ПМ.02 «Эксплуатация сельскохозяйственной техники» программы подготовки специалистов среднего звена и соответствии с ФГОС СПО специальности «Механизация сельского хозяйства» для освоения вида профессиональной деятельности «Техник-механик».

УДК 631.3(075)
ББК 34.761я723

Обложка
И. И. ПОЛЕЖКОВА

© Издательство «Лань», 2025
© В. П. Гуляев, Т. Ф. Гаврильска, 2025
© Издательство «Лань»,
художественное оформление, 2025



ПРЕДИСЛОВИЕ

Машины и механизмы, применяемые в сельском хозяйстве, на обширных сельских территориях, обладают удивительными свойствами, которыми их наделяют конструкторы, инженеры и рабочие заводов-производителей. Главными свойствами таких машин и механизмов являются свойства осуществлять множество сложных движений с различными скоростями и ускорениями для производства в необходимом количестве и качестве продуктов питания, жизненно важных для человека. В данном учебном пособии авторы преследовали цель обратить внимание читателя на наиболее существенные признаки сельскохозяйственных машин, отличающие их от множества других машин, выполняющих функции транспортировки грузов и пассажиров, обработки металлов и производства других изделий.

Достижения науки и техники достаточно широко внедряются при создании и эксплуатации машин, предназначенных для различных отраслей экономики, но использование их (достижений) в сельскохозяйственных машинах, сельскохозяйственном машиностроении требует решения многих фундаментальных проблем и задач, связанных, прежде всего, со специфической областью взаимодействия сельскохозяйственных машин с природными, биологическими объектами. Построение и содержание разделов пособия при анализе конструкции сельскохозяйственных машин, отдельных систем машин были направлены на выражение этой взаимосвязи и обусловленности.

Отличительная особенность данного учебного пособия заключается в стремлении придать определенным динамик в характер изучения материалов путем графического закрепления и выражения приведенной в разделах пособия информации. Такой деятельностный подход будет стимулировать критический анализ и поиск дополнительных сведений по изучаемым вопросам.



ГЛАВА 1. СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА

1.1. Процессы производства сельскохозяйственной продукции

Все процессы, выполняемые человеком или машиной, любой технической системой с затратами энергии, конечным результатом которых является продукция, обладающая необходимыми потребительскими качествами и стоимостью, называются производственными. Производственный процесс, разработанный, организуемый и управляемый предприятием по производству определенных видов продукции — это единое целое, состоящее из технологических и организационно-управленческих процессов. Единство и гармоничность сочетания этих двух сторон деятельности предприятия — это гарантия качественного труда коллектива, высокой эффективности предприятия.

В учебном пособии рассматриваются отдельные современные направления развития технологических процессов производства сельскохозяйственной продукции [17–19, 22]. Собственно технологический процесс — это систематизированное, целесообразное придание требуемой формы, состояния, размещения в пространстве объекту продукции, изделию. Технологические процессы классифицируются по видам источников энергии, участию человека и способам воздействия на объект труда, длительности, другим характерным признакам.

Для реализации необходимых технологических процессов на предприятиях используются природные источники энергии (физические, физико-химические, биологические, физиологические и другие естественные реакции) или механические, электрические и другие источники целесообразно преобразованной энергии. Например: жизненные циклы растений и животных протекают под действием естественного или искусственно созданного окружающего мира, производство электричества гидроэлектростанциями осуществляется под действием естественного течения воды, а обработка металлических заготовок на металлорежущих станках, уборка урожая сельскохозяйственных растений производится с помощью автономных источников энергии — электродвигателей или двигателей внутреннего сгорания.

По степени относительной длительности стадий, периодов, фаз технологические процессы производства продукции могут называться непрерывными или дискретными. Например, технологический процесс выплавки чугуна является непрерывным от начала загрузки доменной печи до выдачи конечной продукции, а процесс обработки металлической заготовки детали на токарном станке может прерываться для контроля размеров обрабатываемой заготовки детали.

Сельское хозяйство — сфера деятельности человека, положившей начало становлению и дальнейшему развитию цивилизации, направленной на удовлетворение базовой потребности человека в продуктах питания, сохранении здо-

рова и репродукции человека как биологического вида. Именно в данной отрасли экономики наиболее полно и выпукло отражается фундаментальный физический закон сохранения энергии, преобразованием энергии из одного вида в другой, справедливый для замкнутых физических систем.

Сельское хозяйство является важнейшей отраслью современной хозяйственной деятельности всех стран мира, одной из составляющих агропромышленного комплекса в развитых странах. В состав агропромышленного комплекса страны входят также предприятия сельскохозяйственного машиностроения; производства минеральных удобрений и других необходимых веществ и материалов; предприятия переработки, хранения, транспортировки сельскохозяйственной продукции, торговли и др.

Современное сельское хозяйство — это две взаимосвязанные области хозяйственной деятельности человека: растениеводство и животноводство.

Растениеводство

Растениеводство — область деятельности по выращиванию различных зерновых, технических, продовольственных (овощей, плодов) и кормовых сельскохозяйственных культур.

Человек в настоящее время использует не более 5% видов растений, произрастающих на нашей планете. Сегодня, из великого множества растений, окультурено только около 600 видов. И только примерно 100 видов растений применяются человеком в его повседневной жизни в качестве продуктов питания, сырья для технической переработки и кормов для сельскохозяйственных животных.

В состав любых пищевых продуктов человека входят следующие пищевые вещества: белки, углеводы, жиры, витамины, минералы и вода. Белки являются строительными материалами человеческого организма. Около 60% белков поступает в организм человека с пищей животного происхождения: мясо, рыба, яйца, молоко и другие продукты. Остальные 40% белков человек получает, употребляя пищевые продукты растительного происхождения.

Углеводы — основные источники энергии для работы мышц и всего организма человека. Углеводы обеспечивают питанием клетки коры головного мозга. Человеческий организм получает углеводы через мучные продукты, бобовые растения, сахар и другие растения. Другим источником энергии организма человека, его выносливости являются растительные жиры и жиры животного происхождения.

Большое значение для человеческого организма имеют витамины, присутствующие в небольших количествах в таких продуктах питания, как фрукты, ягоды, овощи. Минералы, поступающие в организм, необходимы для обеспечения прочности костей, поддержания определенных норм жизненно важных химических соединений в крови, мышцах и т. д. Источниками поступления минералов в организм человека являются поваренная соль, мучные и мясо-молочные продукты, овощи, фрукты и т. п.

Все виды полезных для человека растений существенно различаются между собой по биологическим признакам и свойствам, каждый вид растений

требует отдельных условий окружающей среды для своего существования. Не-значительным, на первый взгляд, отклонением условий произрастания растений принципиально отражаются на количестве и качестве получаемой человеком растительной продукции.

Опыт земледелия, растениеводства, накопленный за сотни и тысячи лет, сконцентрирован в виде разработанных технологий обработки почвы, посева и посадки, ухода и выращивания растений, получения урожая, переработки и хранения продукции растениеводства.

В растениеводстве основная часть сельскохозяйственных культур, выращиваемых человеком, представляли зерновыми культурами, которые выращиваются на половине всех пахотных земель в мире. Зерновые культуры обладают оптимальным сочетанием белков, жиров и углеводов. Выращивание зерновых является высокоэффективным процессом; доказано, что затраты труда на производство 100 кг зерна — не более 1 человека-часа. Важнейшими зерновыми культурами являются пшеница, рис и кукуруза, дающие высокие урожаи в странах умеренного и субтропического климатических поясов. Производство ячменя, просынных культур, овса и ржи значительно меньше, чем пшеницы, риса и кукурузы. Российская Федерация входит в число мировых лидеров по производству пшеницы, ячменя, ржи, овса и некоторых других культур (табл. 1).

Менее чем на 10% пахотных земель России выращиваются различными техничными культурами: подсолнечник, сахарная свекла, лен, широко используемые после промышленной переработки. В нашей стране под посевами подсолнечника занято более одной трети посевных площадей мира.

Таблица 1

Производство зерновых культур в Российской Федерации (млн т)

Культура	2013 г.	2014 г.	2015 г.
Пшеница	52,091	55,994	72,065
Ячмень	15,389	15,994	16,991
Рожь	3,340	3,274	1,913
Овса	4,922	5,288	4,797
Кукуруза	11,453	11,091	11,163
Рис	0,923	1,047	1,026
Зернобобовые	2,037	2,171	2,423
Прочие	0,419	0,457	0,216
Прочие	0,534	0,662	0,920

На сравнительно больших площадях (1,2 млн га) выращивается сахарная свекла. Лен — особая техничная культура, 75% мирового производства которой осуществляется в России, так как именно природно-климатические условия российского Северного Кавказа идеально подходят для его произрастания (табл. 2). В других странах мира выращиваются такие техничные культуры, как соя, рапс, гречиха, сахарный тростник, хлопок, джут, маниок и др.

Важное место в растениеводстве отводится производству картофеля, овощей, фруктов. В России на протяжении ряда лет выращивается и реализуется ежегодно около 40 млн т картофеля, капусты и овощей (табл. 3). Картофель является одним из самых потребляемых продуктов растениеводства в нашей стране; под-

считано, что на душу населения производится 120–130 кг картофеля в год. По производству овощей открытого грунта и посеваем площадям Россия входит в десятку ведущих стран мира. Вместе с тем производство овощей закрытого грунта продолжает оставаться низким; эксперты указывают, что увеличение площадей овощеводства закрытого грунта до 4 тыс. га обеспечит потребности страны на 70%. Мировыми лидерами по валовому сбору овощей являются страны с благоприятными природно-климатическими условиями: Китай, Индия, США, Турция, Италия, Греция и др.

Таблица 2

**Производство некоторых технических культур
в Российской Федерации (млн т)**

Культура	2013 г.	2014 г.	2015 г.
Подсолнечник	9,8	8,5	12,7
Рапс	1,26	1,24	1,95
Сахарная свекла	39,3	33,3	42,06
Лен-долгунец (валовый)	0,059	0,057	0,057

Таблица 3

**Валовой сбор картофеля, капусты
и овощей в Российской Федерации (млн т)**

Культура	2013 г.	2014 г.	2015 г.
Картофель	34,0	34,3	32,4
Капуста	2,71	2,7	2,5
Овощи открытого и закрытого грунта	12,6	12,5	12,7

В нашей стране благоприятные природно-климатические условия способствуют получению высоких урожаев плодов, ягод и винограда в Северо-Кавказском, Центральном, Поволжском и Центрально-Черноземном регионах. В садах выращиваются яблоки, вишня, слива, груша, абрикос, черешня, персик. На ягодниках культивируются смородина, земляника, малина, крыжовник. Валовой сбор плодов и ягод (включая цитрусовые) достигает 3 млн т в год, а валовой сбор винограда достигает 300 тыс. т в год. Российский рынок фруктов имеет устойчивую тенденцию роста, ежегодно около 15%. По оценкам экспертов объем российского рынка фруктов составляет 5,7 млрд долл. США. Наибольшее предпочтение населения отдает яблокам, бананам, апельсинам.

Животноводство

Животноводство — область деятельности человека по разведению сельскохозяйственных животных для производства животноводческих продуктов, по технологическим особенностям подразделяется на скотоводство, свиноводство, овецоводство, птицеводство, коневодство, верблюдоводство, оленеводство.

Если растениеводство характеризуется площадью посеваемых площадей и урожайностью выращиваемых культур, то животноводство характеризуется поголовьем и производительностью. Так, развивающиеся страны в Африке, Латинской Америке, Азии, обладав многочисленным поголовьем крупного рогатого скота, имеют низкий уровень производства мяса и молока. В мировом

производство говядины и молока лидируют страны, имеющие значительные площади естественных пастбищ и развитые фермерские хозяйства, — это США, Канада, Австралия, Мексика, Бразилия, Аргентина.

Поголовье крупного рогатого скота специализированных мясных пород и помесных животных в сельскохозяйственных организациях и крестьянских (фермерских) хозяйствах России в 2014 г. составляло 2 млн 388 тыс. голов, планируется довести поголовье в 2020 г. до 3 млн 590 голов. В целом, поголовье крупного рогатого скота по всем видам хозяйства колеблется в пределах 18–19 млн голов (табл. 4). По объему производства говядины Российская Федерация входит в десятку стран-лидеров, в ноябре 2015 г. в нашей стране было произведено более 26 тыс. т говядины, включая субпродукты. Основная доля говядины производится хозяйствами населения Приволжского, Сибирского и Центрального федеральных округов (табл. 5).

Таблица 4

Поголовье отдельных видов животных
в хозяйствах Российской Федерации (млн голов)

Виды животных	2013 г.	2014 г.	2015 г.
Крупный рогатый скот	18,3	18,82	18,15
Свинья	19,01	19,45	20,75
Овцы и козы	24,13	24,44	23,13
Лошади	1,26	1,23	1,25
Селевские птицы	1,74	1,63	1,75

Таблица 5

Производство животноводческой продукции в Российской Федерации
по видам животных на убой и живом весе (млн т)

Виды животных	2013 г.	2014 г.	2015 г.
Крупный рогатый скот	1,6	1,6	1,6
Свинья	2,6	2,9	3,7
Овцы и козы	0,19	0,2	0,22

По данным Министерства сельского хозяйства России, производство молока в настоящее время составляет свыше 30 млн т в год, что обеспечивает шестое место в мире по производству молока. Между тем, высокие показатели производства молока (более 500 л) при пересчете на душу населения имеют такие страны, как Дания, Латвия, Нидерланды, Новая Зеландия.

Свиноводство занимает достаточно высокую долю в объеме животноводческой продукции. Свиноводство — высокорентабельная отрасль животноводства за счет высокой плодовитости свиноматки и коротких сроков производства поголовья на убой. В настоящее время в Российской Федерации поголовье свиной составляет около 23 млн голов, производство свиными в убойном весе достигает почти 4 млн т в год. Наиболее развито свиноводство в Китае, США, Германии, Франции, Бразилии, Мексике.

Природно-климатические условия регионов Российской Федерации позволяют эффективно развивать оленеводство, птицеводство и другие направления животноводства.

Российское овцеводство сосредоточено на Северном Кавказе, Южном федеральном округе, в районах Поволжья, южной части Урала, Центрально-Черноземных районах. Пастбища, благоприятные по природно-климатическим условиям, обеспечивают эффективное содержание и развитие более 14 млн овец и коз, стабильное производство шерсти, мяса, овчины и других продуктов овцеводства.

В последние годы в Российской Федерации успешно развивается промышленное птицеводство. Производство мяса птицы выросло более чем в три раза, практически полностью удовлетворен внутренний спрос, и нарастает экспорт продукции за рубеж.

Большая часть мирового поголовья оленей сосредоточена в районах Крайнего Севера России (34 поголовья). Площадь территории, на которой пасутся олени, — более 3 млн квадратных километров в тайге, лесотундре, тундре, сопоставима с размерами европейской части нашей страны. Социальное и экономическое значение этой отрасли животноводства заключается в сохранении образа жизни коренных народов Севера, в использовании продукции отрасли в качестве источников биологического сырья, в частности, для медицины и фармацевтической промышленности.

Краткий обзор только двух составляющих агропромышленного комплекса — растениеводства и животноводства — показывает исключительное разнообразие видов, типов сельскохозяйственных растений, животных, природно-климатических и других условий, в которых активно и эффективно применяются и эксплуатируются различные технические системы, преобразующие энергию из одного вида в другой.

Контрольные вопросы и задания по разделу 1.1

1. Составить таблицы производства сельскохозяйственной продукции в регионе (по статистическим данным).
2. Составить таблицы производства электрической энергии в регионе (по статистическим данным).
3. Составить таблицы наличия машин в регионе (по статистическим данным).
4. Провести практические занятия по содержанию материалов раздела 1.1.

1.2. Совершенствование технических систем преобразования энергии при производстве сельскохозяйственной продукции

Для производства (заготовки) любого продукта требуется энергия. Человек пользуется этой простой, но фундаментальной физической истинной в течение всего своего развития как биологического вида. Постоянная необходимость увеличения количества и качества производимой продукции для улучшения своей жизни побуждает его к повышению эффективности расходования умственной, мускульной и механической энергии.

Еще в первобытные времена в процессе перехода от собирательства растений и добычи животных, пригодных для еды и воспроизводства рода, к земледелию возникают технологии совершенствования орудий труда, средств производства, обеспечивающих многократный рост жизненно важной продукции.

Одним из орудий труда, созданных умственными и физическими усилиями человека, является мотыга — заостренный природный камень, закрепленный на рукоятке. Человек, прилагая к мотыге свою мускульную энергию, стал обрабатывать значительные по площади участки плодородной почвы и получать большие урожаи для приращення своего богатства и могущества. Археологические исследования и другие исторические свидетельства показывают, что первые земледельческие орудия для восстановления плодородных свойств почвы — мотыга, примитивный плуг применялись более 4000 лет назад.

Начало современным достижениям двенадцати тысяч лет назад, когда человек впервые обнаружил чудодейственное значение земледелия. Обработка земли и последующее выращивание на обработанной земле растений, урожай которых обеспечивает здоровые и процветающие человека, стали эффективными процессами, требующими постоянного совершенствования техники и технологий.

Поверхностный пласт обрабатываемой земли, содержащий продукты разложения растительных остатков и жизнедеятельности живых организмов, твердые частицы горных пород, воду и воздух, называется почвой и является сложной непрерывно изменяющейся системой [16]. Образование почвенного покрова на поверхности земли изучается в различных временных масштабах. Научными исследованиями установлено, что начало земледелия в долинах крупных рек на субтропических широтах было обусловлено геологическими и климатическими факторами. Биологическое разнообразие субтропических широт, в котором процветали прародители большинства современных сельскохозяйственных культур, благоприятные почвенные условия с богатым содержанием питательных для растений органических и минеральных веществ давали высокие урожаи необходимых для человека продуктов растениеводства при минимальной обработке поверхностного пласта земли.

Вертикальное строение почвы на разрезе представляется хорошо выраженными слоями или почвенными горизонтами (рис. 1). Верхний горизонт (слой) почвы — гумусовый, является смесью органических веществ, образовавшихся при разложении отмерших растений и животных. Поверхность гумусового горизонта почвы, называемая подстилкой, состоит из опавших листьев, хвои, веток, отмерших трав и других растений, остатков представителей животного мира. Ниже выделается слой, называемый дерниной, переплетенный и скрепленный корнями травянистых растений. В гумусовом горизонте почвы постоянно протекают процессы окисления органических веществ до конечных продуктов разложения углекислого газа CO_2 , воды H_2O и простых минеральных солей. Одновременно, наряду с минерализацией, происходят более сложные превращения органических остатков в специфическое темнокрасное высокомолекулярное органическое вещество, называемое гумусом.



Рис. 1

Типичный вертикальный разрез почвы и последующий слой земли:
1 — поверхностный горизонт почвы; 2-3 — почва; 4 — материнская порода.

Под гумусовым горизонтом располагается почвенный слой, в котором аккумулируются продукты почвообразования, обогащенные минеральными составляющими, содержащими гумус с продуктами разрушения основной материнской породы: железистые и марганцевистые вещества, карбонаты кальция и других химических элементов.

Наиболее важным свойством почвы, основного средства сельскохозяйственного производства, является плодородие или способность почвы обеспечивать условия нормального роста и развития растений: наличие необходимых для роста и развития химических элементов и их соединений, воды, воздуха, тепла и других факторов. Естественное плодородие почв определяется природно-климатическими, биологическими и другими естественно-природными факторами без вмешательства человека. Искусственное плодородие — плодородие, которое почва приобретает при целенаправленном воздействии человека — обработки, внесении удобрений, мелиорации и другими приемами окультуривания почвы. Как только новый, целинный участок земли начинает обрабатываться, почва становится средством производства и продуктом труда человека. Искусственное плодородие почв вместе с естественным плодородием обеспечивают урожай растений. Многолетний анализ результативности воздействия человека на почву свидетельствует о том, что сегодня урожайность сельскохозяйственных культур более чем на 25% зависит от качества обработки почвы.

Таким образом, эффективность использования почвы зависит не только от природного, естественного плодородия почвы, но и в большей степени от способов и методов использования почв человеком, уровня развития науки, техники и реализации их достижений на практике.

Одним из первых средств производства, орудием труда человека является заостренный природный камень, закрепленный на рукоятке. Человек, прилагая к мотыге свою мускульную энергию, осуществляет обработку почвы с целью использования ее главного свойства — плодородия. Известно, что ручная обработка земли для выведения сельскохозяйственных культур, начиная с эпохи неолита, осуществляется мотыгой. Мотыга — первое сельскохозяйственное орудие, конструкция которого представляет собой длинный деревянный стержень, называемый рукояткой, на свободном конце оснащенный заостренным камнем перпендикулярно рукоятке (рис. 2). Длина рукоятки от места захвата руками человека, обрабатывающего землю, до рабочей части (инструмента) мотыги подбирается опытным путем по критерию эффективности раскрытия земли и приемлемой длительности процесса. Величина силы $F_{\text{раз}}$, с которой рабочая часть мотыги вдавливается в землю, разрушает дернину и разрыхляет некоторый объем земли, прилегающей к рабочей части мотыги, ограничивается физическими возможностями человека. При анализе процесса обработки почвы мотыгой сила $F_{\text{раз}}$ может быть представлена двумя составляющими: силой $F_{\text{отв}}$, действующей вдоль оси z и отрывающей пласт почвы от основного массива; силой $F_{\text{от}}$, разрыхляющей пласт почвы.

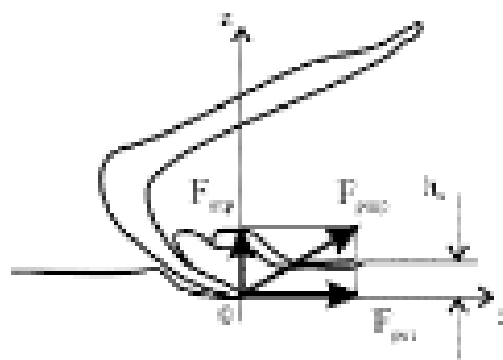


Рис. 2

Мотыга. Силы взаимодействия рабочего инструмента с обрабатываемой почвой

Схематически, взаимодействие человека и объекта обработки в системном виде, может быть представлено так, как показано на рисунке 3.



Рис. 3

Элементарная схема взаимодействия человека с объектом обработки

Особо важно отметить, что в данном схематическом обозначении целенаправленного воздействия человека на объект обработки понимается, что каждое, любое физическое приложение мускульной энергии человека есть осознанное действие, в результате которого должна быть получена требуемая (умственно обоснованная) продукция.

Очевидно, что мускульной энергии человека явно недостаточно для сохранения и восстановления плодородных свойств почвы на больших площадях, поэтому на смену технологии ручного возделывания почвы, построенной на мускульной энергии человека, пришла технология упряжной обработки. Домашние животные — быки, лошади, верблюды, слоны стали использоваться в качестве источников тяговой силы, прилагавшей к сельскохозяйственному орудью, конструкция которого существенно изменилась (рис. 4). Возрастные величины тягового усилия $F_{\text{тяг}}$ и других силовых параметров при обработке земли привели к заметным усовершенствованиям конструкции режущего, рыхлящего почву рабочего инструмента и плуга в целом.

Тяговое усилие $F_{\text{тяг}}$, прикладываемое к почвообрабатывающему орудью — сохе (плугу), позволило земледельцу обрабатывать почву на глубину $h_1 > h_0$, добиваясь значительного повышения плодородных качеств почвы (рис. 4). Путем прямых измерений было установлено, что нормальное тяговое усилие, развиваемое тяговыми животными, в частности лошадью, определяется живой массой лошади, а именно: $F_{\text{тяг}} = (0,01-0,05)G$, где G — живая масса лошади.

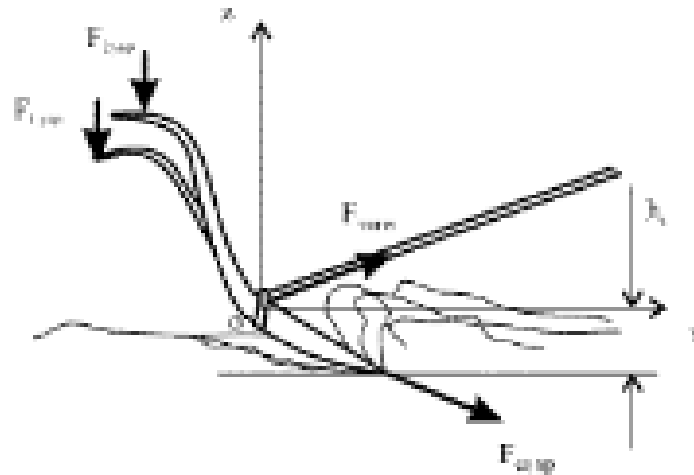


Рис. 4

Схематическое изображение древнего почвообрабатывающего орудия

На следующей ступени развития мускульная энергия человека, направленная на обработку поверхностного пласта земли, замещается энергией тяговых животных, упряжных в более прочные рабочие орудия. Схема, иллюстрирующая внешнее воздействие на объект обработки (рис. 3), при этом не изменяется. Очевидно, что количество физической (механической) энергии, направленной на преобразование свойств объекта обработки, при использовании тяговых животных многократно повышается.

Следовательно, появляются возможности увеличивать размеры и объемы обрабатываемых объектов. В свою очередь, расширение обрабатываемых площадей в земледелии требовало новых усовершенствований, новых технических устройств [7, 22, 24, 26].

На сохранившихся до настоящего времени рисунках народов, занимающихся земледелием, приводятся изображения рычажных механизмов. Эти первые механизмы применялись для подъема воды, которой орошались поля, возделываемые земледельцами. Орошаемые поля с растущими на них зерновыми и другими растениями давали хорошие урожаи и тем самым обеспечивали могущество и богатство народов, занимающихся земледелием. Естественное развитие земледелия с целью выращивания большего количества необходимых для питания зерновых и других растений, увеличивающихся объемы переработки зерна, других материалов, полезных ископаемых происходило при помощи множества механизмов и механических устройств. Приведение их в действие требовало все больше и больше энергии.

Необходимое количество механической энергии стало производиться водяными колесами или ветряными мельницами, приводимыми по вращательное движение природной энергией течения воды или движения воздуха (ветра). Вращение приводных валов передавалось зубчатыми или другими механизмами на рабочие органы, инструменты. Безусловно, огромные значения при переходе на новые источники энергии имело главное свойство колеса — вращаться относительно своей оси. Это исключительное важное свойство колеса было использовано не только для перемещения колесниц, телег, но и для приведения в действие различных технических устройств.

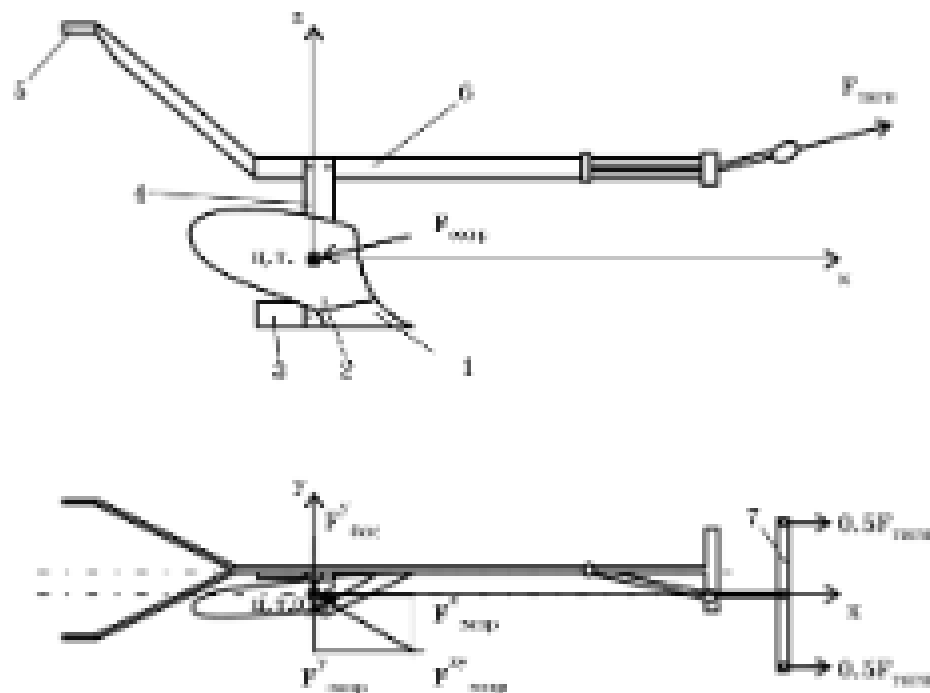


Рис. 5
Схематическое изображение нового плуга
с действующими активными силами

По мере углубления рабочего инструмента в обрабатываемую почву увеличилась сила сопротивления механической обработке. Экспериментально, а впоследствии строго научное, теоретическое изучение взаимодействия почвообрабатывающего рабочего орудия, инструмента, сопровождавшее переход от ручной обработки почвы к обработке с использованием тяговых животных, а затем и более мощных машин — тракторов — обусловило не только расширение обрабатываемых площадей, но и возникновение множества принципиальных изменений в конструкции почвообрабатывающих орудий.

Так, для образования борозды путем сдвига и оборота верхнего и расплывающегося набок пласта почвы в одну сторону, преимущественно в правую, была увеличена площадь и кривизна поверхности рабочего инструмента — лемеха и корпуса плуга. Для уравновешивания действующих при образовании борозды сил корпус плуга снабжается полевой доской, которая упирается в боковую стенку борозды, образуемой лемехом и режущей кромкой корпуса (рис. 5).

Корпусом плуга принято называть совокупность рабочих и вспомогательных элементов, закрепленных на несущем, силовом элементе — стоечке. Конструктивные формы, размеры, материалы рабочих и вспомогательных элементов корпуса плуга продолжают совершенствоваться в связи с постоянной необходимостью повышения качества обработки почвы.

Постоянная модернизация конструкции плуга, других технических устройств, вызванная и обусловленная значительным (по сравнению с мускульной энергией человека) повышением энергетических воздействий на почву при ее механической обработке изменяет структуру взаимодействия почвообрабатывающего орудия с почвой (рис. 6). Объект обработки — почва, приобретает новые свойства непосредственно в ходе механической обработки и последующего использования при выращивании сельскохозяйственных растений.

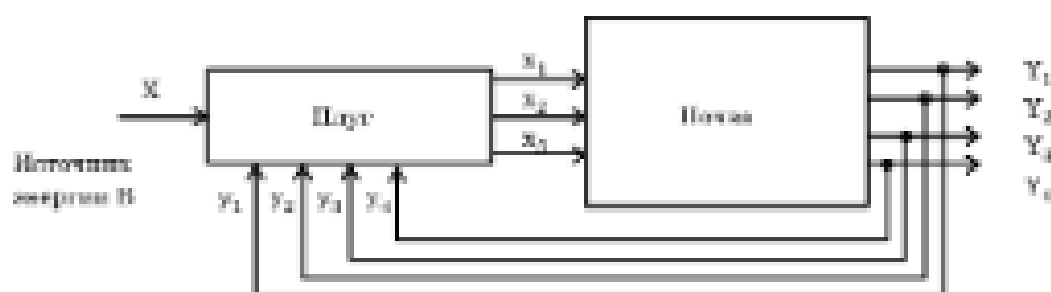


Рис. 6
Структурная схема взаимодействия орудия труда с почвой при повышении энергетических затрат на реализацию процесса

Поэтому в структуре технологического процесса обработки почвы возникают принципиально новые сигналы по качеству, количеству, физическим, химическим, биологическим свойствам обработанной почвы. Эти сигналы функционально связаны с энергетикой процесса обработки, конструктивными особенностями почвообрабатывающих машин. И, что особенно важно, в основном виде в структуре взаимодействия возникает необходимость образования нового звена — звена управления (рис. 7).

культурные растения, и забирают от них значительную часть питательных веществ и влаги. Вот почему для минимизации обработки почвы важно создавать и использовать комбинированные агрегаты, выполняющие одновременно (за один проход) несколько операций, а также применять почвенные гербициды, безотвальную вспашку и др. Для этой цели применяют различные комбинированные агрегаты, например, агрегат шириной захвата 3,6 м, объединяющий культиватор, активную борону, работающую от ВОМ трактора, и зерновую сеялку. Созданы агрегаты, которые выполняют одновременно пять технологических операций: внесение минеральных удобрений, рыхление пахотного слоя, выравнивание и прикатывание почвы, высева зерна. Имеются агрегаты, комбинирующие выполнение операций только при предпосевной обработке почвы – культивацию, выравнивание и прикатывание почвы и т.д. Исследования показывают, что применение комбинированных агрегатов позволяет снизить затраты труда на 30-50%, расход топлива на 20-30%, металлоемкость на 20-25%, а урожайность многих культур повысить на 10-15%. В целом основные приемы минимальной обработки почвы заключаются в следующем: - применение комбинированных агрегатов; - сокращение количества и глубины обработок почвы, замена отвальных обработок безотвальными и поверхностными путями использования плоскорезов, культиваторов различного типа, луцильников, дисковых борон, фрез и др.; - широкое применение высокоэффективных гербицидов для химической борьбы с сорняками и вредителями, позволяющее отказаться от механических обработок междурядий и рядков при возделывании пропашных и других культур; - уменьшение обрабатываемой поверхности (полосное земледелие и др.); - посев в необработанную почву, особенно на рыхлых черноземах, с одновременным внесением удобрений и гербицидов. Минимизация обработки почвы имеет и другое важное народно-хозяйственное значение – за счет снижения общей энергоемкости технологии по возделыванию и уборке сельскохозяйственных культур значительно экономятся топливноэнергетические ресурсы.

Вопросы для самоконтроля

1. Назовите основные группы стационарных процессов по своему назначению.
2. Укажите основные принципы рационального построения мобильных процессов.
3. Укажите основные принципы рационального построения мобильных процессов по характеру движения обрабатываемого материала.
4. Назовите пути совершенствования мобильных сельскохозяйственных процессов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. Завора В.А. Основы технологии и расчета мобильных процессов растениеводства: учебное пособие / В.А. Завора, В.И. Толокольников, С.Н. Васильев. Барнаул: Изд-во АГАУ, 2008. 263 с.
2. Клешиа, Н.И. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины: учебник для ВУЗов / Н.И. Клешиа. – М.: Колос, 2008. – 293 с.
3. Халаевский, В.М. Сельскохозяйственные машины: учебник / В.М. Халаевский, И.В. Горбачев. – М.: Колос, –2003. – 624 с.

Лекция 3 ОПЕРАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ МОБИЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ

3.1. Разработка операционной технологии мобильных процессов

Операционные технологии и правила производства механизированных работ составляют с учетом достижений науки и передового опыта в области использования техники. Как правило, операционные технологии включают в себя следующие основные элементы: агротехнические требования к выполнению данной операции, рациональное комплектование и подготовку агрегатов к работе, подготовку поля, работу агрегатов в загоне, контроль качества выполняемой работы, указания по охране труда (технике безопасности и противопожарным мероприятиям).

Агротехнические требования устанавливают качество проведения сельскохозяйственных работ. При этом определяющим должно быть получение максимального количества продукции и повышение плодородия почвы.

В операционной технологии агротехнические требования представлены следующими основными показателями: а) сроками и продолжительностью работы; б) технологическими параметрами, характеризующими качество сельскохозяйственной операции; в) показателями, определяющими расход материалов (семя, топливо, удобрений и т.д.) и допустимые потери продукта (степень дробления зерна, недомолот зерна и др.).

На выполнение агротехнических требований могут влиять внешние условия работы (состояние поля, рельеф местности, физико-механические свойства обрабатываемого материала и др.) и эксплуатационные режимы работы (скорость, равномерность и прямолинейность рабочего хода, способ движения и др.).

Операционные технологии должны предусматривать такие эксплуатационные режимы и регулировки машин, которые бы при данных внешних условиях лучшим образом обеспечивали выполнение агротехнических требований. Последние можно уточнять в зависимости от конкретных условий, совершенствования машин и технологии работ. Составление и подготовка агрегатов. Агрегаты комплектуют из числа машин, имеющихся в хозяйстве. Составы агрегатов и режимы их работы определяют расчетом или выбирают по справочным материалам.

Подготовка агрегата к работе включает в себя следующие операции: подготовка трактора, сцепки и машин; проверка технического состояния трактора, сцепки и машин, входящих в агрегат, и установка рабочих органов машин; составление агрегата в натуре и при необходимости оснащение его дополнительными устройствами (маркерами, следоуказателями, визирными приспособлениями и др.); опробование агрегата на холостом ходу и в работе. При составлении агрегата в натуре необходимо правильно сочетать колею трактора с расстановкой рабочих органов машин.

Для получения наибольшей производительности выбирают оптимальную скорость движения агрегата. Ограниченными являются предельные (или оптимальные) скорости по мощности двигателя, пропускной способности агрегата, агротехническим и другим требованиям. Последнее ограничение обусловлено, главным образом, тем, что скорость (а также равномерность) движения агрегата в значительной мере определяет качество работы. Превышение скорости приводит к недопустимому снижению урожайности. При изменении технологии работ или конструкции машин значения могут изменяться.

Подготовка поля. При подготовке поля осматривают и устраняют препятствия (препятствия), которые могут снизить качество или создать неблагоприятные условия для работы агрегата; выбирают способ и направление движения, по которому устанавливаются расклеванные загоны; оббивают поворотные полосы, устанавливают колеса и нарезают контрольные борозды при первом движении; разбивают поле на загоны и делают проходы на поворотных полосах или углах загонов при уборке и прошивании линий первого прохода агрегата. При осмотре замечают мероприятия по очистке поля от остатков соломы, полова, крупных сорняков, камней и т.д.

Неустраненные препятствия, рытвины, овраги, заболоченные места, кустарник и кочкары, которые могут привести к аварии и поломке машин, следует ограждать и поставить около них предупредительные знаки. Способы и направления движения агрегата выбирают по разбивке поля на загоны. При выборе направления движения агрегата необходимо учитывать направление предыдущей обработки, конфигурацию поля и применяемые машины, а также меры по предупредительно обрабатываемого участка от водной эрозии.

Способ движения выбирают с учетом требований агротехники, состояния полей и применяемого агрегата так, чтобы он обеспечивал наибольшую производительность и наилучшие качественные показатели. При этом стремятся к удобству технического и технологического обслуживания агрегата, учитывают размер поворотных полос, требующих дополнительной обработки, и другие показатели. Поворотные полосы оббивают после выбора направления основного движения агрегата для работы генеральным способом. Если в процессе выполнения операции имеется возможность выехать за пределы поля, поворотные полосы не оббивают. При загоновых способах движения важно тщательно забить поле на загоны. Работа на загонах, замеченных без прошивания первых проходов агрегата и границ, сопровождается искажением параллельности рабочих ходов, а это, в свою очередь, ведет к снижению выработки и к повышенному расходу топлива, усугубляется и качество обработки.

Для разбивки первых проходов и границ поворотных полос, а также для обозначения границ между загонами и других вспомогательных линий применяют колеса, колышки, двухметровку, тележку, углышки и другой инструмент. При разбивке полей необходимо отметить загоны параллельно длинной стороне участка, так как с увеличением длины гола повышается производительность агрегата. Однако не следует увлекаться длинными загонами, при которых затрудняется техническое, технологическое и другие виды обслуживания агрегата. Работа агрегатов в загонах. В операционной технологии указывается выполняемые регулировки агрегата в загоны (при первом и последующих проходах); порядок его работы, в том числе и при обработке поворотных полос; применяемые режимы, способы движения и др. Порядок работы агрегата в загоны включает в себя выход на линию первого прохода, перевод из транспортного положения в рабочее, первый проход, перевод из рабочего положения в транспортное, выполнение поворота и выход на линию очередного прохода.

3.3. Основы пространственной рациональной технологии возделывания сельскохозяйственных культур

Понятие «технология» означает совокупность приемов при возделывании сельскохозяйственных культур, начиная с подготовки почвы и посева и заканчивая уборкой и обработкой полученной продукции. Технологии включает в себя перечень материально-технических средств и экономические показатели, которые отражаются в технологических картах. Рациональные технологии отличаются от обычных,

традиционных, тем, что они базируются не на применении отдельных эффективных приемов, а на комплексном использовании достижений науки, техники, передового опыта на всех этапах производства продукции.

Рациональные технологии возделывания сельскохозяйственных культур характеризуются полнотой производства, комплексностью применения факторов интенсификации, оптимальной механизацией, оперативностью выполнения сельскохозяйственных работ: они опираются на биологические характеристики растений по фазам развития, учитывают требования растений к условиям среды и удовлетворяют их, позволяют управлять процессом формирования урожая и качества продукции, программировать урожаи.

К факторам рациональной технологии относятся размещение посевов по лучшему предшественнику; использование высокоурожайных сортов с хорошим качеством зерна; полным обеспечением растений элементами минерального питания; дробной посевом азотных удобрений и период вегетации по результатам почвенной и растительной диагностики; применением интегрированной системы защиты растений от сорняков, вредителей и болезней; точном соблюдении норм, сроков и способов внесения удобрений и средств защиты растений; своевременное и качественное выполнение технологических приемов по защите пшени от пролива, накопления влаги, созданию благоприятных условий для развития растений.

Рассмотрим научные основы рациональной технологии на примере возделывания яровой пшеницы. Сорт выбирает с учетом его пригодности для возделывания по рациональной технологии: районированный или перспективный высокоурожайный сорт, отзывчивый на высокий агрофон, устойчивый к полеганию, к вредителям и болезням, отвечающий требованиям к сильной, ценной или твердой пшенице. Высокое требование предъявляют к семенам. Они должны быть только первого класса посевных кондиций, иметь массу 1000 шт. не менее 40 г и силу роста не менее 80%, лабораторную всхожесть – не менее 95%. Только такие семена обеспечивают высокую полноту всхожести и сохранность растений к уборке. Срок посева выбирают с учетом биологических особенностей сорта, гибрида и зависимости от погодных условий. Предурожайный или поздний посев резко снижает урожайность. Биологические особенности требуют сроки и способы уборки. От того не зависит и полнота сбора парашерстного зерна, и сохранение его качества.

Перед уборкой проводят учет биологического и фактического урожая зерна. Особое внимание уделяют качеству зерна. Выделяют массовы (полн) пшеницы с высоким качеством зерна (сильная, ценная) или на кормо, затем качество зерна проверяют на току и в изготовительных организациях. Прежде чем освоить технологию, необходимо провести большую агрономическую подготовительную работу. Для поля, на котором будут размещены посевы пшеницы, составляют паспорт. В нем приводятся агрономические показатели почвы (количество фосфора, калия, микроэлементов, реакция почвенного раствора) и фитосанитарное состояние (засоренность, болезни и вредители). Составляют план комплексного применения средств защиты (определяют нормы и виды удобрений для получения рассчитанного уровня урожая, норма и нормы их внесения). Далее приводятся примеры оформления машиноэкономных документов. Разрабатывают интегрированную систему защиты посевов от сорняков пшеницы от вредителей, болезней, сорняков и полегания. Обучают механизаторов и агрономов правильному и полному применению рациональной технологии. Заранее готовят сельскохозяйственную технику, посевной материал, органические, минеральные удобрения и микроудобрения, пестициды и ретарданты.

3.3. Реализация внедрения рациональной технологии

Для получения максимального экономического эффекта от применения технологии необходимо полная реализация всех значимых мероприятий этого сложного комплекса. Система возделывания в целом должна быть научно обоснованной. После размышлений по лучшим предложениям в составе селекционеров. Лучшими считаются частые и чистые пары, а также другие предложения, обеспечивающие достаточным запасом влаги. Проводит тщательную обработку почвы. Требования к обработке: оптимальные почвы (размеры комочков должны быть от 1 до 5 см), выравнивание поверхности, расклевка борозд и гребней, сохранение влаги в почве. Необходимо правильно определить нормы высева в расчете на конкретную предпосевную структуру производственных стадий (залосья). Предпосевная подготовка семян должна быть особенно тщательной: пропариванием + туд, инкрустированием и др. Применяют интегрированную защиту растений.

Необходимость проведения мер борьбы с болезнями, вредителями и сорняками определяют с учетом прогноза их развития, а сроки посева и даты посева уточняют по данным текущих обследований и оценки фитосанитарного состояния посевов. Уборку нужно проводить в самые сроки различными способами или приемы комбинирования. Необходимо ферментировать кормовые партии зерна высокого качества. Стратегия возделывания технологической дисциплины – обязательные условия рациональной технологии.

Вопросы для самоконтроля

1. Назовите основные элементы рациональной технологии.
2. Назовите основные этапы при подготовке агротехники к работе.
3. Назовите основные элементы агроэкономических проблемной технологии и операционной технологии.
4. Укажите основные этапы подготовки семян перед применением основных операций.
5. Чем характеризуется рациональная технология возделывания сельскохозяйственных культур?
6. Что относится к факторам рациональной технологии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основной

1. Загора В.А. Основы технологии и расчеты основных процессов растениеводства: учебное пособие / В.А. Загора, В.Н. Тихомиров, С.Н. Васильев. Барнаул: Изд-во АГАСУ, 2008. 263 с.
2. Климов, Н.Н. Сельскохозяйственные и моторные машины: учебник для ИУКов / Н.Н. Климов. – М.: Колос, 2008. – 295 с.
3. Халипов, И.М. Сельскохозяйственные машины: учебник / И.М. Халипов, И.В. Горбачев. – М.: Колос. – 2003. – 624 с.

Дополнительно

5. Климов Н.Н., Сагир В.А. Сельскохозяйственные и моторные машины. – М.: Колос, 1994.

Лекция 4 МАШИНЫ ДЛЯ УБОРКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

4.1. Принцип комбайнирования

Выделяют два основных типа уборки зерновых культур: раздельное и общее комбайнирование.

Раздельное комбайнирование (уборка в валки) производится при достижении 50% зрелости зерновой культуры, включает в себя два этапа – непосредственно само скашивание и подбор валков. При этом необходимо соблюдать следующие условия:

- высота стрижки не выше 15...20 см, для лучшего проветривания валков;
- равномерность валков по ширине и толщине, оптимальная высота 15...20 см, а во влажных районах их необходимо сушить;
- скошенный подбор валков.

Общее комбайнирование проводится в более поздние сроки, когда 95% зрелости зерновой культуры достигнуто. Такую уборку необходимо выполнять строго в сжатые сроки, при этом влажность зерна должна быть в пределах 14...17%, а высота среза для полнотелых и высокорослых хлебов – 10 см, для остальных – 15 см.

4.2. Типы мотков отечественных и зарубежных зерноуборочных и зернофасовочных комбайнов

Мотком называется вращающийся барабан, расположенный над режущим аппаратом. При вращении мотков каждая его часть непрерывно входит в клубочную массу, захватывает и отделяет валку стеблей, затем подводит их к режущему аппарату, после чего подает уже срезанные стебли к шнеку жатки.

По устройству в действительности моткомы бывают следующих типов (рис. 4.1):

- а) раздельные – с вращающимся барабаном по окружности (простое по конструкции, при уборке зерновых производится режущая, удовлетворительная работа только на прямо стоящих стеблях);
- б) эксцентриковые – с параллельным вращающимся барабаном (важно параллельное расположение гребней – чтобы исключение отклонение гребней установились гребнями, что позволяет ему приспособиваться к прямо стоящим, косым и высокорослым стеблям);
- в) копирующие – с движущимся барабаном по заданной траектории (копирующие моткомы применяются при уборке гороха, высокорослых хлебов, его планка копирует выступы жатки, уменьшает «мертвую зону» между планкой и тракторной планкой, что приводит к снижению потерь зерна).



Рисунок 4.1. Типы мотков а – раздельный, б – эксцентриковый, в – копирующий.

4.3. Типы режущих аппаратов. Различия в приводе режущих аппаратов отечественных и зарубежных уборочных машин

На жатках уборочных машин устанавливаются режущие аппараты следующих типов (рис. 4.2): сегментно-пальцевый закрытого типа (применяется на сенокосилках пружинящих стоек), бочкообразный или сегментно-пальцевый открытого типа (применяется на сенокосилках полетных и засорных жаток).



Рисунок 4.2. Режущие аппараты: а – сегментно-пальцевый закрытого типа, б – бочкообразный, в – сегментно-пальцевый открытого типа.

Существует несколько видов планетарной привода режущего аппарата:

- приводимый катушкой планетарный (на комбайнах СК-5А «Валун», «Валун-1200»);
- планетарный качающейся шайбы, в нем используется принцип шаровых шарниров (на комбайне «Дру-1500»);
- механика системы Шумлера, планетарный привод (применяется на зарубежных комбайнах, хотя в последние время все шире используется и на отечественной уборочной технике).

4.4. Принцип работы режущих аппаратов

Все типы режущих аппаратов имеют подвижную и неподвижную части. Каждая из них снабжена острыми кромками. При поступательном движении комбайна подвижный нож совершает осциллирующе-поступательное движение и в промежутки между неподвижными элементами режущего аппарата попадает стебель растения, затем они и прижимаются подвижными элементами. При взаимодействии острых кромок подвижных и неподвижных режущих элементов и происходит срез, т.е. происходит «эффект ножниц».

Вопросы для самоконтроля

1. Привод комбайнов: назначение, условия применения.
2. Различные комбайнования: назначение, условия применения.
3. Типы жаток.
4. Различные жатки: назначение, характеристика.
5. Эксплуатация жатки: назначение, характеристика.
6. Эксплуатация жатки: назначение, характеристика.
7. Типы режущих аппаратов и их применение.
8. Существуют ли планетарный привод режущих аппаратов.

Лекция 4
МАШИНЫ ДЛЯ УБОРКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

4.1. Процесс комбайнирования

Выделяют два основных типа уборки зерновых культур: раздельное и прямое комбайнирование.

Раздельное комбайнирование (уборка и валка) производится при достижении 50% зрелости зерновой культуры, включает в себя два этапа – валочные работы и подбор валков. При этом необходимо соблюдать следующие условия:

- высота стояки не менее 15... 20 см, для лучшего проветривания валков;
- равномерность валков по ширине и толщине, оптимальная влажность 15... 20 см, а по краям рядов их необходимо сгущать;
- своевременный подбор валков.

Прямое комбайнирование производится в более поздние сроки, когда 95% зрелости зерновой культуры достигнет полной спелости. Такая уборка необходима выполнить строго в сжатые сроки, при этом влажность зерна должна быть в пределах 14... 17%, а высота среза для колосистых и высокоурожайных хлебов – 30 см, для остальных – 15 см.

4.2. Типы мотков самоходных и зарубежных зерноуборочных и зерноуборочных комбайнов

Моток представляет собой вращающийся цилиндр, расположенный над режущим аппаратом. При движении комбайна каждая его лопасть поочередно вводит в валочную массу, захватывает и отделяет колосу стеблей, затем подводит их к режущему аппарату, после чего подает уже срезаемые стебли к валку жатки.

По устройству и действию мотки бывают следующих типов (рис. 4.1):

- а) раздельное – с вращающимся цилиндром по окружности (применяется по конструкции, при уборке зерновых применяется редко, удовлетворительно работает только на прямоуборочных комбайнах);
- б) эксцентриковом – с параллельным перемещением цилиндра (имеет параллельное перемещение цилиндра, чья ось смещена относительно угла установки жатки, что позволяет ему приспосабливаться к прямоуборочным, колосистым и высокоурожайным комбайнам);
- в) координированном – с движением цилиндра по заданной траектории (координировано мотки применяются при уборке гороха, высокоурожайных хлебов; ось цилиндра координирует выступ жатки, уменьшает «мертвую зону» между жаткой и тракторной планкой, что приводит к снижению потерь зерна).



Рисунг 4.1. Типы мотков а – раздельные, б – эксцентриковые, в – координированные.

Лекция 5
ПЕРИОБОРОЧНЫЕ КОМБАЙНЫ. МОЛОТКОВЫЙ АППАРАТ И
ТРАНСПОРТИРУЮЩИЕ РАБОЧНЕ ОРГАНЫ

5.1. Разновидности молотковых аппаратов

Основное назначение молоткового аппарата: выделить полностью все зерно из колоса или отделить от него часть (обычно 70...80%) зерна от соломы.

Молотковые аппараты, применяемые на современных комбайнах, можно разделить на несколько типов:

- по числу молотковых барабанов – на однобарабанные (СК-5А, Дно-1500В, Елгой 950, NIVA EFFECT, АСВ06530) и двухбарабанные (Елгой 954, Елгой 1200, ПАЛЕССЕ GS12);

- по конструкции молоткового барабана молотковые аппараты могут быть: барабанные, штафтовые, трубные и валочно-роторные.

Молотковые аппараты с барабанным барабаном (рис. 5.1 а) получили наиболее распространение в комбайнах отечественного и зарубежного производства. Это объясняется тем, что они более универсальны, в меньшей степени травмируют зерно в процессе обмолота и имеют достаточную пропускную способность. Его рабочие элементы являются боча, закрепленные по всей поверхности барабана.

В процессе взаимодействия бочей с растительной массой последние претерпевают различные виды деформации, к основным из которых можно отнести сжатие и удар. В результате этого происходит отделение зерна от колоса. Кроме процесса обмолота, барабанный молотковый аппарат осуществляет и выделение обмолоченного зерна через сепараторную решетку подбарабана (деку). Барабанный барабан универсален: пригоден для обмолота большого числа культур.

Штафтовый молотковый аппарат (рис.5.1 б), по сравнению с барабанным, лучше обмалчивает влажный злак, но больше изнашивает солому. Рабочие элементы барабана и подбарабана являются штафы. Применяется для уборки трудноотделяемых от колоса или отломки зерна (например риса). К недостаткам относятся: большая энергозатратность, сложная конструкция, большой вес, больше повреждает зерно и изнашивает солому, чем барабанный молотковый аппарат.

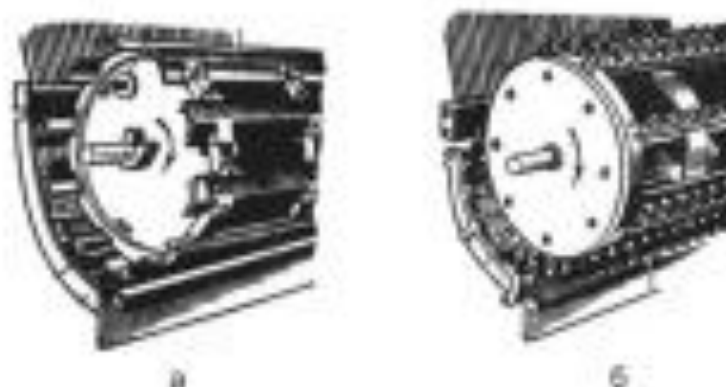


Рисунок. 5.1. Молотковые аппараты: а – барабанный, б – штафтовый.



Рисунок 5.2. Тубный молотильный барабан

У тубного молотильного барабана (рис. 5.2) рабочий элементом является тубка. Давшей вид во всем направлении занимает промежуточные положения между близкими молотильным аппаратом и штафронами. Шаровое привинчивание тубы молотильным барабаном вышло на комбайны Красноярского комбайнового завода (например, Енисей 970).

Аксиально-ротарный устройства (рис. 5.3) обеспечивают обмолот хлебной массы и отделение зерна из движущегося потока. Такой молотильный аппарат представляет собой ротор с лопастями, ограниченной сеткой. Хлебная масса находится параллельно оси вращения ротора, затем масса под воздействием лопастей перемещается по винтовой траектории, закрученной вокруг оси ротора, совершая несколько полных оборотов. Вымытое зерно под действием центробежной силы выводится из движущегося потока хлебной массы и вылетает через отверстия сетки, а солома выводится лопастями.

К преимуществам аксиально-ротарного молотильного аппарата по сравнению с валерочко-песточным относятся: большая пропускная способность, меньше дробление и потеря зерна, низкая чувствительность к влажностям зерна хлебной массы, продольного и поперечного наклона поперечности зерна, совмещение функций молотильного аппарата и соломотряса. Однако, стоит отметить и имеющиеся недостатки: забивание при уборке влажных и засоренных хлебов; требуется большая мощность на привод; по сравнению с комбайнами оборудованными соломотрясами они больше перебивают солому, увеличивая нагрузку решетки; очищают скручивают влажную, засоренную сорняками растительную массу в жгуты, вследствие чего возрастает потеря зерна и энергозатратность процесса.

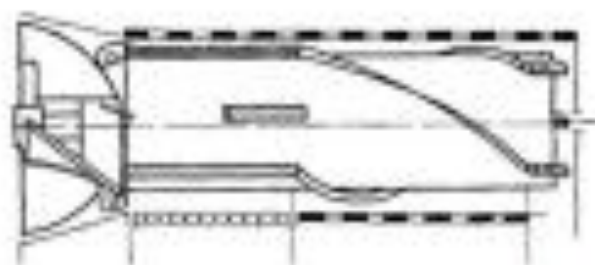


Рисунок 5.3. Аксиально-ротарный молотильный аппарат

5.2. Настройки молотильных аппаратов на уборку различных культур

Регулировка зазора между барабаном и подбарабаньем на входе и на выходе является основной регулировкой молотильного аппарата. Ее следует устанавливать в зависимости от убираемой культуры и состояния колосьев. Данные зазоры регулируют при помощи специального механизма.

При уборке трудно обмолачиваемых культур, а также влажной и засоренной массы, зазоры увеличивают.

Зазоры устанавливают так, чтобы обеспечить максимальной выделит и минимальное дробление зерна. При небольшом зазоре интенсивность обмола больше, однако увеличивается повреждение зерна и сильно увеличивается солома, что ухудшает качество работы участка. При увеличении подмола зазоры постоянно увеличивают, пока не добьются полного обмола. При этом следят за дроблением зерна. Если дробление возрастает, увеличивают зазоры до появления признаков подмола. Если таким образом не удалось уменьшить повреждение зерна, снижают частоту вращения барабана.

Частоту вращения барабана устанавливают также в зависимости от убираемой культуры, сорта, степени зрелости зерна, влажности и других факторов. Оптимальные окружные скорости молотильного барабана в зависимости от вида культур приведены в таблице 5.1.

Регулируют частоту вращения барабана также постоянно, так как при недостаточной частоте возрастает подмолот, а при повышенной - дробление и микроповреждение зерна, а также чрезмерно увеличивается солома. Таким образом, зазоры увеличивают, а частоту вращения барабана снижают при уборке легко обмолачиваемых культур. При этом следят за тем, чтобы не было подмола. На уборке трудно обмолачиваемых влажных и засоренных колосьев зазоры увеличивают, а частоту вращения барабана увеличивают в такой степени, чтобы не было повреждение зерна.

Таблица 5.1.

Оптимальные окружные скорости молотильного барабана	
Вид убираемой культуры	Окружная скорость молотильного барабана, м/с
Пшеница	28...30
Колосняк	12...13
Подсолнечник	12...13
Смесь пшеницы с гречкой	14...16

5.3. Транспортирующие органы уборочных машин

Обработанный молотильным аппаратом зерок поступает на соломотряс. Его функцией является удаление зерна от соломы и транспортирование ее за пределы молотилки.

Соломотрясы комбайнов бывают: клинчатые, платформенные и роторные.

Клинчатые соломотрясы машин наиболее распространены. Они достаточно надежны.

Платформенный соломотряс применяется в прыжковых комбайнах, у которых ширина молотилки практически не отличается от ширины талыта жатки. Он прост в изготовлении, но по сравнению с клинчатый соломотрасом при равной длине имеет

интенсивнее в 1,5 раза меньше производительность единицы шпиня. Недостатком его является также наличие значительной сил инерции и трудность их уравновешивания.

У роторных соломоуловителей рабочий органчик является вращающимся ротором с установленными под углом радиально расположенными дисками. Они выполняют роль соломоуловителей. Из всех перечисленных видов это самый компактный. Но существенным его недостатком является наличие значительных сил инерции.

Главными достоинствами устройства являются компактность шпиня (высокой распределительной зерновой, мясистой, колосковой) и чашки (зерновой и колосковой).

Вопросы для самоконтроля

1. Классификация молотильных аппаратов
2. Бельгийский барабан (характеристики, недостатки)
3. Штифтовый и зубчатый молотильный барабаны (характеристики, недостатки)
4. Аксиально-роторный молотильный аппарат (характеристики, недостатки)
5. Особенности настройки молотильного аппарата в зависимости от вида убираемой культуры
6. Особенности настройки частоты вращения молотильного барабана в зависимости от вида убираемой культуры
7. Виды соломоуловителей и их характеристики

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. Кислов, Н.Н. Сельскохозяйственные и инженерные машины: учебник для ВУЗов / Н.Н. Кислов. – М.: Колос, 2008. – 260 с.
2. Халицкий, В.М. Сельскохозяйственные машины: учебник / В.М. Халицкий, Н.Н. Горбачев. – М.: Колос, – 2003. – 624 с.

Дополнительная

1. Кислов Н.Н., Сауря В.А. Сельскохозяйственные и инженерные машины. – М.: Колос, 1994.
2. Лисовский Г.Б. и др. Сельскохозяйственные и инженерные машины. – М.: Колос, 1998. – 688 с.

Лекция 6 КОМПЛЕКС МАШИН ДЛЯ ЗАГОТОВКИ КОРМОВ

6.1. Виды кормов, их технологические свойства

К основным видам кормов относятся сено (прессованное и прессованное), силage, высушенный мука и силос. Рассмотрим их подробно.

Сено – это корм из травы, скошенной и высушенной до влажности 15...17% и ниже. Достоинство этого вида корма – богатым содержанием клетчатки 20...30%. Ценность данного корма зависит от его ботанического состава, места произрастания травы, способа ее уборки, продолжительности и условий хранения. Важное значение также имеет время скашивания травы на сено. Эту технологическую операцию необходимо выполнять в начале цветения или при полном цветении для бобовых трав, в фазе колошения – для злаковых.

Силage – это грубый корм из трав, провяленной до влажности 50...55 % и затем консервированный в герметически закрытых емкостях. Его можно готовить из обычных, но трудно-созревающих бобовых трав и бобово-злаковых смесей. На силage травы следует скашивать в фазе бутонизации.

Высушенный мука – это высушенно-бобовый корм, полученный из искусственно высушенных трав. Его готовят из сенокосилок или мачете при кратковременном воздействием нагретого воздуха, таким образом, сохраняя витамины и питательные вещества. Скашивание необходимо проводить для однолетних трав в период цветения и начала образования плодов, для многолетних трав – до цветения.

Силос – это сочный корм, приготовленный консервированным без доступа воздуха из смешанных и чистых злаковых растений (ячмень, подсолнечник, амарант и др. многолетние травы). На уборку следует проводить при влажности сена 70...75%.

Для заготовки всех этих видов кормов с максимальным содержанием питательных веществ и во избежание потерь необходимо использовать комплекс машин.

6.2. Комплекс машин для заготовки кормов

Процесс приготовления рассыпчатых видов кормов включает в себя следующие операции:

- скашивание, скашивание с измельчением, скашивание с измельчением;
- ворошение и стравливание в валки;
- ворошение и оборачивание валков;
- копчение;
- уборка тюков (свалкивание);
- сушка.

При заготовке кормов с измельчением прессования три последние операции выполняются на следующее:

- прессование;
- подбор тюков;
- транспортировка тюков;
- формирование штабелей из тюков.

Комплекс машин для осуществления этих операций включает в себе косилки, косилка-плющилки, валкосуборочные комбайны, грабли, подборщики, валковухи и копноваты, солокометатели и стогообразователи, пресс-подборщики, тюковоборачки.

6.2. Рабочие органы машин (устройства, рабочий процесс, характеристики)

Рассмотрим основные виды машин для заготовки кормов и их рабочие органы.

Косилки предназначены для скашивания зеленых и сухих трав. Косилки классифицируют по следующим признакам:

- по виду выполняемого процесса (для скашивания с укладкой массы в прокос, для скашивания и укладки в валки, скашивания с измельчением, скашивания с погрузкой, скашивания с плющением);
- по виду тяги (с автоблоком, вилками, тракторные, самоходные);
- по способу агрегатирования (навесные, прицепные, полунавесные);
- по расположению режущего аппарата (с боковым и фронтальным расположением);
- по числу режущих аппаратов (одно-, двух-, трех-, пятирежущие).

Косилки: КДП-4МН, КРН-2,1А, КСФ-2,1, КРН-6-Ф, КРПЗ-502 Barbat, Steija 2000, комбайны КС-1,3, КСК-100, DON 680M.

Основным рабочим органом косилки является режущий аппарат. Существуют следующие типы: сегментно-пальцевый, беспальцевый и роторный (барбановый и сегментно-дисковый).

Устройство и работа сегментно-пальцевого и беспальцевого режущих аппаратов косилки (рис. 6.1) аналогичны режущим аппаратам уборочных машин для зерновых, бобовых и других культур, рассмотренных ранее.

Барбановые режущие аппараты представляют собой барабан с закрепленными (жестко или шарнирно) на нем по винтовой траектории ножами. Их режущая кромка взаимодействует при вращении барабана с неподвижной противорезающей пластиной. Такой режущий аппарат используется для скашивания массы с одновременным ее измельчением.

Роторно-дисковые режущие аппараты косилок (рис. 6.2) представляют собой горизонтально расположенный диск (круглый, квадратный или др.) с закрепленными на нем ножами. При вращении с большой окружной скоростью (40...60 м/с) диск производит бесподпорную скашивание травы.



Рисунок 6.1. Косилка сегментно-пальцевая.



Рисунок 6.2. Косилка роторно-дисковая

Грабли предназначены для выполнения следующих операций – сгребание массы в валок, ворошение и оборачивание вала. Известно несколько классификаций граблей по различным признакам:

- по типу тяги (конные и тракторные);
- по типу следования с трактором (прямые, косые и поперечные);
- по направлению образования вала (поперечные и продольные);
- типу устанавливаемых рабочих органов (трубовые, барабанные, роторные и комбинированные).

Рабочими элементами трубовых поперечных граблей (рис. 6.3) являются изогнутые трубы, закрепленные на брусьях. Такие грабли предназначены для выполнения работ, т.е. при больших скоростях разрушают валок. Их достоинством является обеспечение формирования вала высотой 1...4 м на полный шаг длины вала и независимости от усадки вала.

Барабанные грабли имеют трехдвухвальное вращение грабильного аппарата от ходовых колес или от ВОМ трактора. Рабочий орган представляет собой барабан, образованный изгибами с крученными трубами. С помощью параллельного вала вращают постоянно вращаются для предотвращения от намотки на него сгребанной травы. Сам барабан устанавливается под углом к направлению движения машины. Машины с такими рабочими органами могут выполнять сгребание массы в валок, ворошение и оборачивание вала.



Рисунок 6.3. Грабли трубные



Рисунок. 6.4. Грабли роторные.

Рабочим органом роторных граблей (рис. 6.4) служит ротор с граблями. При его вращении лезвия граблей входят в массу, подкапывают ее и затем выворачивают, после чего выходят из залка. Поднятие и опускание граблей в обрабатываемый слой происходит под воздействием кривошипно-шатунного механизма, представляющего собой ролик, движущийся по специальной направляющей беговой дорожке.

К достоинствам роторных граблей относятся равномерный рельеф поля, равномерность машины, высокая производительность.

Классно-шпаловые грабли предназначены для выполнения трех операций: сгребания массы в валок и ворошение залка – выполняется одной, либо двумя рабочими секциями, а также оборачивание залка – выполняется только одной секцией.

Рабочим органом таких машин является пальцевый колесо (рис. 6.5), вращающийся при работе за счет контакта залка с опорной массой и поступательного движения самой машины. Достоинствами таких граблей являются однородность получаемого залка, хорошая равномерность поля, высокая чистота сгребания (при правильной регулировке рабочих пальцев колес).

Пресс-подборщики предназначены для подбора соло из залков, его прессования с последующей обмолоткой или обычной обработкой током.



Рисунок. 6.5. Рабочий орган колесо-пальцеват граблей

При технологии заготовки соло с прессованием его в току являются следующие преимущества:

- сокращается потеря урожая (до 30%) при транспортировке в траншеях;
- лучше сохраняются питательные вещества (потери в стогах 8...15%, в токах – 1,5%);
- в 2...4 раза сокращается объем транспортных средств в осадочных траншеях.

Пресс-подборщики классифицируют по следующим признакам:

- по форме обрабатываемых токов (параллельные – образуют токи прямоугольной формы, рулонные – образуют токи цилиндрической формы);

- по способу измельчения (горизонталь, поперечный, наискос, спиральный, стационарный);
- по направлению подачи материала (с боковой, верхней и фронтальной подачи);
- по плотности просеивания (низкой – 80..100 кг/м², средней – 100..320 кг/м² и высокой – свыше 320 кг/м² плотности просеивания).

Основными рабочими органами пресс-подборщиков являются питатели элементы, пресующая часть и валковый (обкатывающий) аппарат. Питательные органы подбирают кружковидная палладиана соло с поверхности почвы, поднимают его на необходимую высоту, направляют в загрузочную отверстие и проталкивают в пресовальную камеру. Одновременно питательные органы также увеличивают подбираемую массу, что повышает производительность пресующей части. Основной питательной орган (подборщик) в большинстве случаев расположен сбоку относительно пресующей части, а в ручных пресс-подборщиках и в подборщиках с кружковидная поршня – сверху. В некоторых машинах (с верхней подачей) подборщик конструктивно выдвигается в виде одного узла с транспортером.

Пресующая часть типовых пресс-подборщиков представлена обычно одной камерой, в которой движется поршня. В ручных пресс-подборщиках пресовальная камера выполнена пресовальными элементами, например, бесконечными замкнутыми прорезиненными ремнями, обрабатываемые гуслом, которая увеличивается по мере увеличения в них пресованной массы.

Головы токи (ручки) обкатываются обычно шестом шестом или вращаются с обработанным узлом, либо обкатываются также обкаточным аппаратом с последующим его обкатыванием.

Вопросы для самоконтроля

1. Виды кормов, характеристика и особенности.
2. Описание, назначение, виды при заготовке кормов и животные массы.
3. Назначение и классификация молотков.
4. Рабочие органы молотков: особенности, характеристика.
5. Трактор: назначение и классификация.
6. Рабочие органы: устройство, характеристика.
7. Пресс-подборщики: назначение, классификация, рабочие органы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основные

1. Климов, Н.Н. Сельскохозяйственные и ветеринарные машины: учебник для ВУЗов / Н.Н. Климов – М.: Колос, 2008. – 260 с.
2. Халицкий, Н.М. Сельскохозяйственные машины: учебник / Н.М. Халицкий, Н.В. Горбачев – М.: Колос. – 2013. – 624 с.

Дополнительная

1. Климов Н.Н., Савин В.А. Сельскохозяйственные и ветеринарные машины. – М.: Колос, 1994.
2. Лысина Г.Е. и др. Сельскохозяйственные и ветеринарные машины - М. Колос, 1998. - 608 с.

Лекция 7
МАШИНЫ ДЛЯ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНА

7.1. Технологические свойства зерновых смесей

Технологические свойства зерновых смесей:

1. Размеры характеристики зерна (a – толщина, b – ширина, c – длина, рис. 7.1). Соответственно размерам у зерна разных культур отличаются. Так например, у пшеницы длина зерна в три раза больше его толщины; у овса – в пять раз; у горца толщина и ширина практически равны.
2. Масса (здесь следует рассмотреть абсолютную массу зерна, т.е. масса 1000 кг).
3. Форма (эллипсоидная, эллипсоидная, чечевицеобразная, треугольная, сердцевидная, лопастидная и др.).
4. Характер и свойства поверхности зерна (гладкая, морщинистая, ячеистая, бугорчатая и др.).
5. Коэффициент трения (внутренний и внешний – по различным поверхностям).
6. Аэродинамические свойства (скорость падения, порывистость).

7.1.1. Рабочий процесс плоского решета

На плоских решетах зерновая смесь разделяется по толщине и ширине входящих в них зерен.

Плоское решето (рис. 7.2) – это металлический лист, на котором имеются сквозные отверстия одинакового размера, выполненные через равные расстояния. Форма отверстий может быть круглой или продолговатой. Первые предназначены для разделения смеси по ширине, вторые – для разделения по толщине.

Рабочий процесс плоского решета происходит следующим образом. Зерновая смесь перемещается по решету и те зерна, размерная характеристика которых больше, чем размер отверстий, не может пройти сквозь них и движется дальше по поверхности. Постепенно, таким образом, образуется фракция следа, т.е. те зерна следующие по решету.

Та часть зернового материала, которая имеет толщину (ширину) меньше размера отверстий решета, проваливается сквозь них. То есть, такие зерна идут в следом, образуя отдельную фракцию.

Следует отметить, что ширина зерна всегда больше, чем толщина. Следовательно, зерна, которые не пройдут сквозь продолговатые отверстия по толщине, по ширине также пройти не смогут. При разделении зерновых смесей на плоских решетах длина зерна значения не имеет, так как длина продолговатого отверстия всегда больше.



Рисунок 7.1. Размеры характеристики зерна.

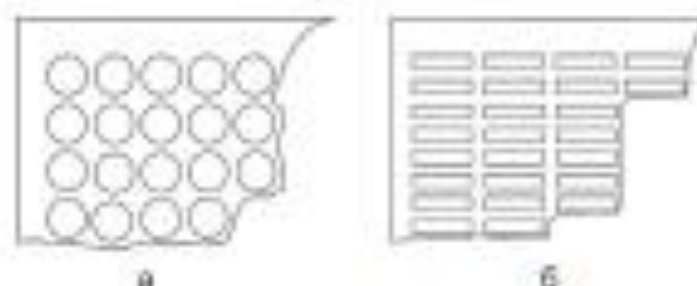


Рисунок 7.2 Пленка решета а – с круглыми отверстиями, б – с прямоугольными отверстиями

7.2. Рабочий процесс воздушной сепарации

Способ разделения зерновой смеси посредством воздушного потока широко применяется на зерноочистительных машинах. Он основывается на различиях в массовой характеристике и аэродинамических свойствах зерна и примесей.

Аэродинамические свойства зерна характеризуются сопротивлением, которое оказывает воздух при их движении. Чем меньше сопротивление частицы вытесняет, тем медленнее она движется.

Зерновая смесь разделяется на фракции зерна и примесей в воздушном канале зерноочистительных машин. Рассмотрим как происходит этот рабочий процесс.

Разделенная смесь попадает в канал с восходящим воздушным потоком, при этом обрабатываемый материал движется вниз (рис. 6.7).

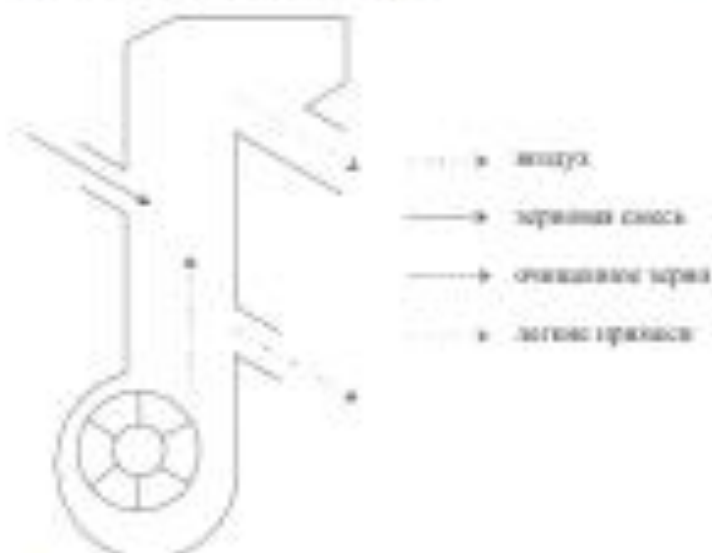


Рисунок 7.3 Разделение зерновой смеси воздушным потоком

Дискуссия воздуха захватывает с собой летящие зёрнышки (частицы соломы, зерна, пшеницы и др.) в спиральное отстойное сечение, где они оседают. Очищенное же зерно движется дальше вниз.

Необходимо знать, что различие в размерах зёрен и в их массе тем больше, когда критическая скорость частиц имеет разное значение. Под критической скоростью частицы понимается скорость вертикального восходящего потока воздуха, при которой она находится во взвешенном состоянии (для зерна пшеницы этот показатель составляет 9...12 м/с, для зерна сорговок – 2...7 м/с).

7.4. Цилиндрические трюеры

Разделение зерновой смеси по длине частиц возможно посредством трюера.

Трюеры бывают:

- 1) цилиндрические;
- 2) дисковые;
- 3) ленточные.

Во всех типах трюеров происходит сбор частиц в ячейки, обрабатываемые в его рабочем органе. Диаметр ячеек может быть разным, в зависимости от обрабатываемой культуры. Ячейками любых трюеров всегда выбираются только короткие частицы, которые могут быть как зёрнышки, так и осколки культуры.

Цилиндрический трюер (рис. 7.4) представляет собой конус (фигура 1). На его поверхности выполнены ячейки в виде конусов, образованных посредством штамповки. Цилиндр имеет наклон 2° относительно горизонта. Внутри трюера установлены жёлоб-прямые (летки) 2, а в полости последнего – конус 3.

Рабочий процесс происходит следующим образом. Во вращающийся трюерный цилиндр подается зерновая смесь и нормализуется вдоль его оси. Частицы под действием сил трения поднимаются по внутренней поверхности трюера на некоторый угол, попадая при этом в ячейки. Надо отметить, что в ячейки могут попасть как короткие частицы, так и длинные (оседают по высоте).

При дальнейшем вращении цилиндра короткие зёрнышки выносятся выше и выпадают в лоток, а длинными они выносятся за пределы трюера конусом. Конус же длинных зёрен, не удерживаясь в ячейке, выпадает раньше и сплывающим уходит следом из цилиндра. Таким образом, происходит постоянный процесс циркуляции частиц и постоянное разделение смеси на фракции по длине.

Для нормальной работы цилиндрического трюера необходимо соблюдение условий: центробежная сила, действующая на зерно, должна быть меньше его массы.

7.5. Тенденции в развитии технологических процессов и конструкций зерноочистительных машин

Показатели качества и производительности зерноочистительных машин зависят от степени загрузки обрабатываемым материалом, а также от многих его физико-механических свойств (влажность, застарелости и др.). Поэтому необходимо исследование и разработка, направленные на возможность регулирования рабочего процесса в соответствии со свойствами зерна.

Одним из направлений в развитии зерноочистительной техники является попытка автоматизировать управление работой и рабочим процессом, т.е. основные задачи регулирования выполняются вручную, а автоматическое более надёжно.

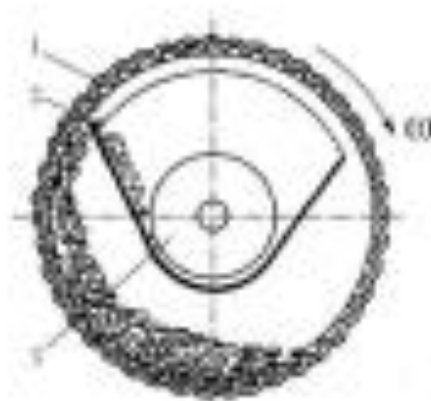


Рисунок. Т.4. Цилиндрический грабр. 1 – грабный цилиндр, 2 – лоток, 3 – шлик.

Разработки в этих направлениях и их внедрение позволит в дальнейшем повысить производительность машин, которая часто в действительности снижается на 40...50% по сравнению с заявленной заводом-изготовителем.

Кроме этого, необходим поиск и разработка новых методов обработки зерновых смесей.

Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите технологические свойства зерновых смесей.
2. Как происходит разделение зерновых смесей посредством плоского решета?
3. Раскройте и работайте процесс разделения зерновых смесей воздушным потоком.
4. Укажите разделение части воздушным потоком.
5. Последовательность работы процесса цилиндрического грабра.
6. Укажите разделение зерновых смесей с помощью грабра.
7. Какие основные направления развития зерноочистительных машин.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. Климов, Н.Н. Сельскохозяйственные и моторные машины: учебник для ВУЗов / Н.Н. Климов – М.: Колос, 2006 – 265 с.
2. Халасский, В.М. Сельскохозяйственные машины: учебник / В.М. Халасский, В.В. Горбачев – М.: Колос – 2003 – 624 с.

Дополнительная

1. Климов Н.Н., Свири В.А. Сельскохозяйственные и моторные машины. – М.: Колос, 1994.
2. Лисовский Г.Е. и др. Сельскохозяйственные и моторные машины. – М.: Колос, 1996 – 608 с.

Лекция 8 МАШИНЫ ДЛЯ УБОРКИ КАРТОФЕЛЯ

8.1. Технологии уборки картофеля

Производство картофеля достаточно трудоемкий процесс, сопровождающийся большими затратами труда до 300 чел.-ч/га, причем основная его доля (43-60%) - это затраты на оплату уборки урожая. Ее производят вручную, полуавтоматизированным и механизированным способом.

Механизация уборочного процесса картофеля обусловлена рядом причин:

- незначительное содержание клубней в надземной части (не более 2%);
- чувствительность клубней к механическим повреждениям;
- резкая изменчивость почвы в зависимости от погодных условий;
- неблагоприятно для разложения физико-механических свойств почвы (плотность, эластичность, вязкость и др.);
- наличие в почве разнообразных примесей (камни, корни сорняков и др.).

Картофель убирают двумя способами:

- 1) таройным (за ботву);
- 2) подкапыванием клубней вилами с гребенчатым пластом.

Процесс уборки картофеля посредством подкапывания включает следующие операции:

- непосредственно само подкапывание клубней;
- отделение (сепарация) их от почвенных примесей;
- отрыв клубней от ботвы;
- удаление ботвы и растительных остатков;
- отделение камней и других примесей;
- погрузка клубней в тару (транспортном средстве).

8.2. Комплексы картофелеуборочных машин

Для уборки картофеля используются следующие типы машин и орудий:

- ботвоуборочные машины (ротационная комплексная машина КРП-1,5, КНР-1,5М – с бурьяном, ботвороботка БД-4);
- картофелеподкатки (КТН-1Б, КТН-2В, КСТ-1,4М);
- картофелеуборочные комбайны (КПК-3, КПК-2-01, ККУ-2А, ККУ-2А-4);
- сортировальные машины и пункты (КСТ-15Б, КСТ-25, КСТ-15Б, Б-301).

8.3. Технологические свойства картофеля

Тип, конструкция и параметры рабочих органов картофелеуборочных машин обусловлены технологическими свойствами картофеля:

- расположение клубней в почве;
- форма, размер и масса клубней;
- прочность;
- условия на отрыв клубней от столонов и на разрыв и таройный ботвы с клубнями из почвы;
- коэффициенты трения скольжения, качения, опрокидывания и др.

Расположение клубней в точке вылета шнеком для параметров показываемых рабочих органов. В нашей стране наиболее распространены следующие показатели: ширина междурядий – 60, 70 см, шаг посадки – 30 см. Параметры точки клубней (рис. 8.1) – ширина залатана клубней B , глубина залатана клубней b ,

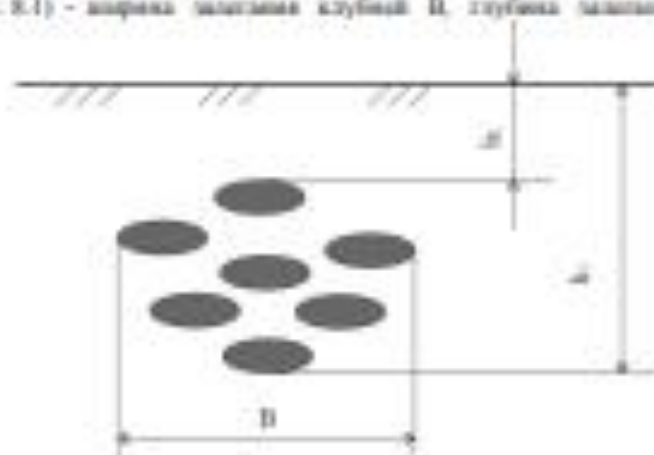


Рисунок 8.1. Параметры клубневой точки картофеля

и ширины клубней b_0 зависят от сорта, глубины посадки, типа почвы, агрохимии возделывания и др. факторов.

Форма клубней картофеля зависит от сорта картофеля. Различают продолговатую, округлую, бочкообразную, плоскую, ромбовидную и др. формы. При соларизации лучше отделились круглые клубни веретеной формы.

Размеры клубней зависят от их числа в гнезде, которое также зависит от сорта, урожайности, почвенно-климатических условий. Клубни характеризуются длиной a , шириной b и толщиной c (рис. 8.2).

Прочность клубней проверяется на разрывности (повышение трещин) и разламыванию, причем как при статических, так и при динамических нагрузках.

Опытным путем установлено, что усилие разламывания $F_{раз} = 575 \dots 970 \text{ Н}$.

Повреждаю на трещины при ударе клубни в металлическую поверхность происходят при скорости схода 30 м/с и выше, а при скорости менее 3 м/с – поврежденный клубень нет.

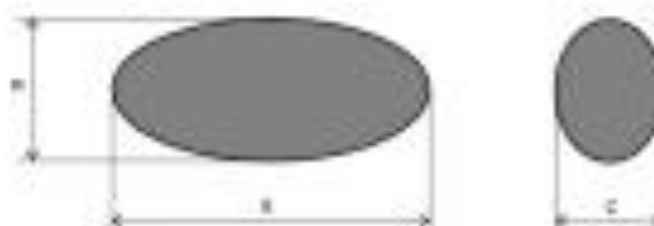


Рисунок 8.2. Размеры клубня картофеля

8.4. Рабочие органы уборочных машин

Технологический процесс уборки картофеля сопровождается несколькими операциями, поэтому машина оснащается целым рядом специализированных рабочих органов:

- подкапывающие;
- сепарирующие;
- транспортирующие;
- выско- и ботвоотделывающие.

Подкапывающие рабочие органы предназначены для подкапывания клубнищенного пласта на глубину залегания клубней, дальнейшего его подъема и передачи на сепарирующий рабочий орган.

Подкапывающие рабочие органы могут быть выполнены в виде пассивных, активных или комбинированных лезвий.

Пассивные подкапывающие рабочие органы (рис. 8.3), в свою очередь, подразделяются на плоские прямые, плоские треугольные и корытообразные.

При работе плоскими плоскими лезвиями в зависимости от почвенно-климатических условий может отсутствовать крошение, треугольными плоскими – разламывание почвы и части клубней по сторонам, корытообразными – выливание почвы в места гребня.

Активные подкапывающие рабочие органы существуют следующих видов:

- колеблющийся лезв: (работает без сдвигания почвы, с малым углом сдвигания, происходит самоочищение лезвия);
- дисковый (устанавливается под углом наклона, имеет привудительное вращение, сложен в изготовлении, возможны выливание стеблей);
- валковый (сочетание лезвия, квадратного и круглого валков).

Комбинированные подкапывающие рабочие органы представляют собой сочетание пассивных и активных рабочих органов. Например: сочетание ротора и плоского лезвия; получение широкого распространение сочетание дисковых кончиков (дисков установленных под углом схождения) и лезвия.

Сепарирующие (просеивающие) рабочие органы должны отделять 70...80% почвы с допустимыми поврежденными клубней (2...2%). Известны несколько типов, наиболее распространены получили пружинные маятники, колеблющиеся грохоты (решета), барабанные (представляют собой полый барабан, внутри которого происходит активное перемещение верха).

Достоинства пружинных маятников: простота конструкции, мало чувствительны к наклону картофелуборочной машины. Недостатки: быстрый износ деталей, дополнительные затраты энергии на привод, тщательная материалемкость,

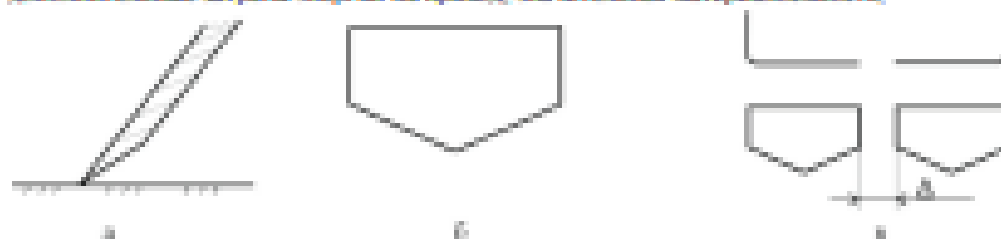


Рисунок 8.3. Пассивные подкапывающие рабочие органы: а – плоский прямой, б – плоский треугольный, в – корытообразный.

Лекция 9 МАШИНЫ ДЛЯ УБОРКИ СВЕКЛЫ

9.1. Способы уборки. Комплект машины

Существует несколько классификаций способов уборки свеклы:

- по используемой технике: ручной, машинный (циклоуборочными и комбайнами);
- по технологической схеме: тарельчатого типа, выкатывающего типа с предварительной обрезкой ботвы на корню;
- по виду организации уборки (автономный – сокращает сроки уборки, требует большого количества транспортных средств; параллельный – применяется при большой засорности высева и недостатке транспортных средств; авточно-параллельный – комбинированный из первых двух).

Комплексы машин представляют следующие варианты:

- ботвоуборочные машины (БМ-6Б, МБС-6, РБМ-6 и др.);
- корнеуборочные машины (КК-6В, РКС-6, РКМ-6 и др.);
- циклоуборочные-очистители свеклы (типа ЦС-4,2А).

9.2. Технологические свойства корнев и ботвы свеклы

Технологические свойства корнев свеклы и ее ботвы определяют тип, конструкцию и размеры циклоуборочных машин. Рассмотрим их:

- размерно-массовая характеристика: масса корнев может изменяться в сто раз (0,1 – 10 кг), диаметр корнев $D_k=0,05 \dots 0,17$ м, длина корнев $L_k=0,07 \dots 0,35$ м, длина ботвы $L_b=0,25 \dots 0,4$ м;
- расположение головек корнев относительно окружности поля (рис. 9.1) • $A_{max}=80$ мм, $A_{min}=30$ мм;
- сила тарельчатых (механических корнев – 300 – 600 Н, гидравлических корнев – 50 – 120 Н, сила разрыва ботвы – 200 – 4000 Н);
- прочность;
- коэффициенты трения скольжения, качения, вращающегося и др.



Рисунок 9.1. Расположение головок корнев свеклы в поле.

9.3. Рабочие органы уборочных машин

Согласно операции, обеспечивающей уборочный процесс рабочие органы подразделяются на:

- ботворезающие аппараты;
- подкатывающие;
- сортирующие.

тапливаю на вязких почвах.

Кабельчатые грунтоотделители имеют большой расход топлива между грунтоками (10...200 мм), могут работать в комбинации с дисками. К недостаткам относятся: трудность уравниваниями вращающихся вал, вызывающих вибрацию рамы и дополнительные издержки.

Барабанные сепараторные органы видковыя в работе, износоустойчив, отсутствуют неравномерные силы вращая. Недостатки: забивание растительными остатками и щавельной почвой, на каменистых почвах значительны перекармливания клубней, сложность изготовления.

Кинжалообразные рабочие органы выполняют разделение клубней и корней посредством разделения корней и на основе различий в физико-механических свойствах (пластичность, твердость, упругость, трение и др.). По принципу работы делится на:

- разрывающие почву и трещинах (в виде кинжал различной формы, расположенных перед подкашивающими рабочими органами)

- рифляющие корни посредством статического воздействия (сочетание прорезывающего балана закапанного воздуха и ленточного транспортера – скаканы и вилочковые, сопровождается прорастом мягкой легкороссышной фракции, не эффективны из-за двойного воздействия; сочетания вальцев – масса пропускается между ними – входы в изгибном, сопровождается небольшой пророст мягкой легкороссышной фракции

Вспомогательные рабочие органы бывают двух типов:

- для предварительного удаления ботвы (дисками и т.п., например КНР-1,5);
- для удаления ботвы в комбайнах (валератор пропуская валератор между двумя прорезывающими транспортерами, либо между вращающимися и грунтовыми транспортерами, в месте прохода устанавливаются сетчатый грунтот).

Вопросы для самоконтроля

1. Какие способы уборки существуют? Перечислите операции, сопровождающие уборочный процесс и качества машин, обеспечивающей их выполнение.
2. Перечислите и охарактеризуйте типы вилочных устройств картофеля.
3. Подкашивающие рабочие органы: назначение, виды, характеристика.
4. Сепараторные рабочие органы: назначение, виды, характеристика.
5. Транспортерные рабочие органы: назначение, виды, характеристика.
6. Кинжал- и вилочкообразные рабочие органы: назначение, виды, характеристика.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. Климов, Н.Н. Сельскохозяйственные и минеральные машины: учебник для ВУЗов / Н.Н. Климов. – М.: Колос, 2008. – 260 с.
2. Халицкий, В.М. Сельскохозяйственные машины: учебник / В.М. Халицкий, Н.В. Горбачев. – М.: Колос, – 2003. – 624 с.

Дополнительная

1. Климов Н.В., Свири В.А. Сельскохозяйственные и минеральные машины. – М.: Колос, 1994.
2. Листовая Г.Е. и др. Сельскохозяйственные и минеральные машины. – М.: Колос, 1998. – 488 с.

Наибольшее распространение среди ботвосрежальных аппаратов получили дисковые (обычно с коширом перед валом) и роторные (установленные на оси вала).

Подкалывающие рабочие органы могут быть пассивными и активными. Пассивные представлены различными дисками и подкалывающими лопатами. Они просты в изготовлении и эксплуатации, но неработоспособны на засоренных и влажных почвах.

Активные подкалывающие рабочие органы представлены дисками или выщипными косяками.

Дисковые косяки представляют собой два диска, установленные с развалом. Принцип работы может быть выполнен на оба или только на один диск, кроме того диски могут вращаться за счет сил трения в почве при движении машины. Такие рабочие органы имеют недостаток в виде сокращения срока службы и износа трапециевидных корен.

Выщипные косяки представляют собой в основном два конуса, герметизированные и цилиндрически трубы. Расположены они под углом относительно друг друга, наклонены к горизонту и имеют продольные ребра. Из преимуществ: высокая материалоемкость, но забиваются почвой даже на большой рабочей скорости.

Спиральными рабочими органами представлены кулачковыми очистителями, прутковыми чистителями, битерными-кормодробителями и цепочными очистителями. Обычно эти виды применяются на машинах в различных сочетаниях.

Кулачковый очиститель представляет собой квадратные вали, установленные в шарнирно-длинных, с закрепленными на них в шахматном порядке кулачками.

Прутковые чистители устроены и работают аналогично чистителям картофеляуборочных машин.

Битер-кормодробитель – это вал с жестко закрепленным на нем жестким многорыльным диском, края которого в процессе очистки забивают комки с поверхности корня и дробят их.

Цепочный очиститель представляет собой набор валов и приваренных по конусной линии стальных круток, причем они вращаются в валх разных. Они вращаются навстречу друг другу. Корень скользит в ворота получают как поступательное, так и вращательное движение, тем самым получая интенсивное очищение.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие способы уборки свеклы существуют? Расскажите о конструкции машин, обеспечивающих уборочный процесс.
2. Расскажите о типах почвенных смесителей корневой свеклы.
3. Перечислите типы рабочих органов, установленных на уборочных машинах.
4. Изображением рабочие органы: назовите, виды, характеристика.
5. Подкалывающие рабочие органы: назовите, виды, характеристика.
6. Спиральными рабочие органы: назовите, виды, характеристика.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основной

1. Клинов, Н.Н. Сельскохозяйственные и механизированные машины: учебник для ВУЗов / Н.Н. Клинов – М.: Колос, 2008. – 290 с.
2. Халимов, В.М. Сельскохозяйственные машины: учебник / В.М. Халимов, Н.Н. Горбачев – М.: Колос, – 2011. – 624 с.

Лекция 10
**ОСНОВЫ ТЕОРИИ РАБОЧИХ ПРОЦЕССОВ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ
МАШИН**

10.1. Виды деформаций почвенного клина

Форму рабочих органов почвообрабатывающих машин можно рассмотреть согласно теории акад. В. П. Горюхова как некоторое развитие пространственного трехгранного клина (рис. 10.1). Его можно разложить на три простых клина с углами α , β , γ .

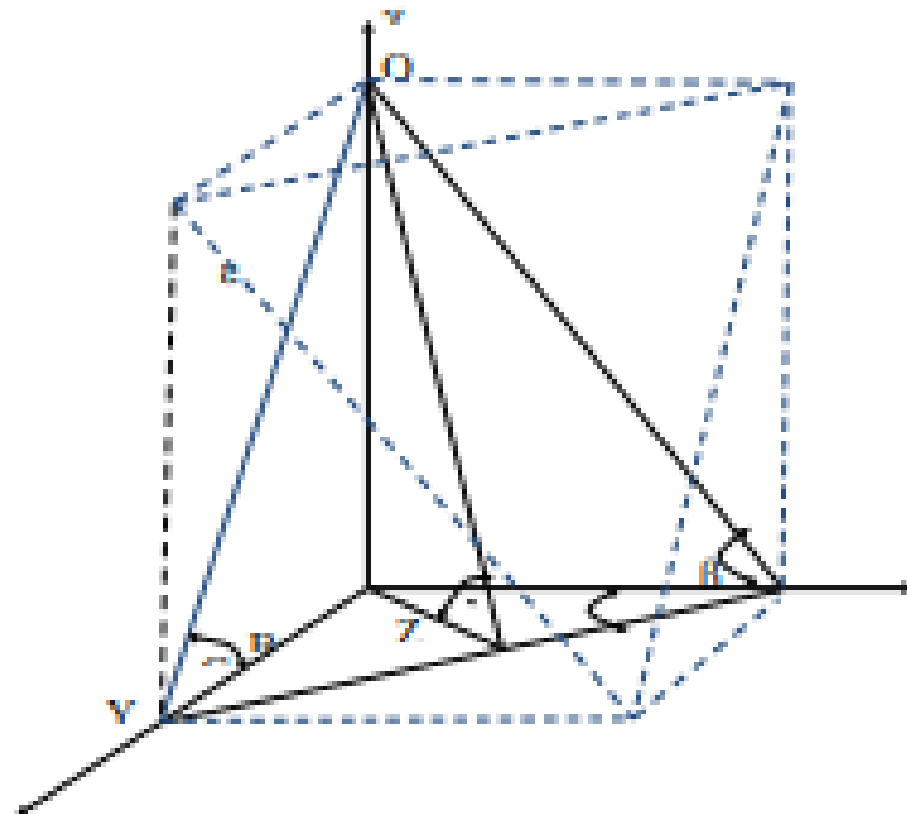


Рисунок 10.1 Трехгранный клин

Каждый из клинов при движении трехгранного клина по оси Ox выполняет свою работу. Например, клин $OABPSC'$ отделяет пласт от дна борозды и поднимает его на себя, клин $OAC'APSC$ отделяет пласт от стенки борозды и отводит его в сторону, клин $OAPBPC$ оборачивает пласт и укладывает его на ранее отваленный предыдущим пластом.

При движении трехгранного клина пласт поднимается, поворачивается вверх, поворачивается, сдвигается в сторону и одновременно с этим вращается.

За счет угла β наклона рабочей поверхности в горизонтально-вертикальной плоскости поворачивая пласт наклоняется в сторону. В силу постоянства угла β трехгранный клин не может перевернуть пласт при обрабатывании его в борозду, так как для этого требуется поворот его до величины, большей 90° .

Следовательно, для обеспечения обрабатывания пласта необходим такой сдвиг клина, у которого угол β непрерывно изменяется от β_0 до β_{max} . Удовлетворить этому требованию может клин, рабочей поверхностью которого служит криволинейная поверхность (рис. 10.2). Такая криволинейная поверхность может рассматриваться как дельтаидное развитие трехгранного клина с непрерывно изменяющимися углами α , β и γ . Характер развития каждого из углов определяет тип сдвиганной поверхности. Продвигаясь по такой криволинейной поверхности ограда, поворачивая пласт постоянно поворачивается, вращается и перемещается в борозду.

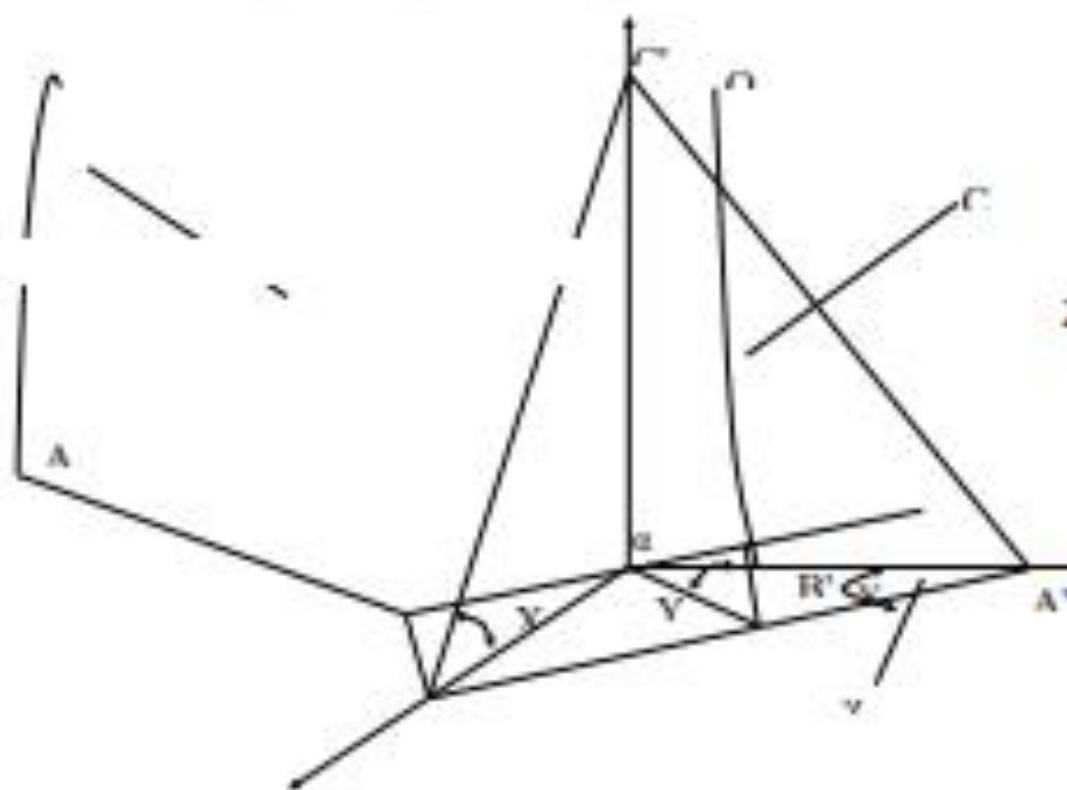


Рисунок 10.2 Рабочая поверхность корпуса плуга

Рабочая поверхность корпуса плуга состоит из дельтаид 1, гребня 2 и кромки 3, причем дельтаид является основной частью. AB — левый борозд; AC' — правый борозд, $C'D$ — верхний борозд, DE — бороздочный борозд.

10.2. Развитие трехгранного клина в криволинейную поверхность.

В плоском трехгранном клине углы α , β и γ остаются неизменными для любой точки рабочей поверхности. Деформацией клина будет являться только при падении его на рабочую поверхность. Дальнейшее перемещение клина по клину будет происходить без деформаций. Отметим, чтобы вновь подействовать на поднятый клин, надо применить новый клин, поставив его на пути клина. Это сводится, например, к перемещению клина QK с углом α другим клином с углом α (рис. 10.3). Многократное наращивание плоского клина приводит к многогранной поверхности.

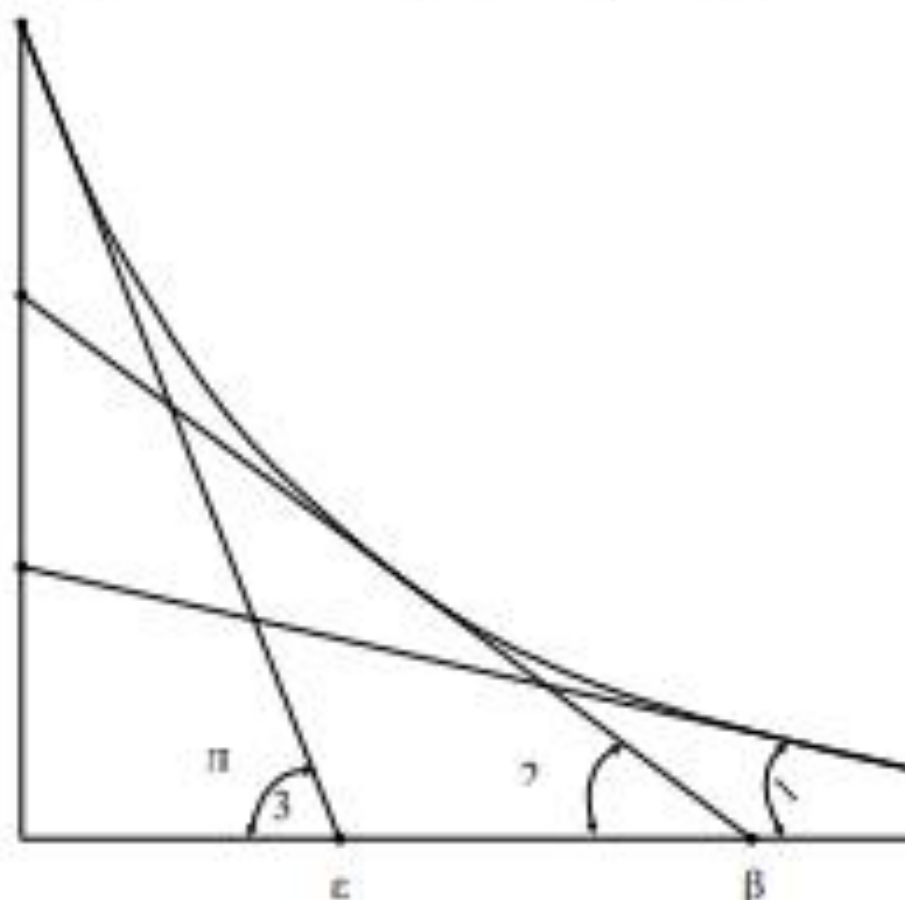


Рисунок 10.3 Развитие угла клина на клине

Для непрерывного развития кривизны поверхности клина надо воспользоваться клином криволинейной поверхностью, вписанной в представленный многогранник. И чем круче эта поверхность, тем сильнее кривизна подействует на клин.

10.3. Оборот пласта и построение профиля борозды

В процессе работы плужной корпус леммы лемма подрезает пласт шириной b на глубину вспашки a . Отделение пласта вдоль стенки борозды производится диском или полным оборотом стальной поперечности (рис. 10.4). Подъем пласта с поворотом его в сторону борозды выполняется грубым отвалом, а окончательное опрощивание пласта — крылом отвала.

Рисунок 10.4 Схема оборота пласта

Для анализа технологической операции оборота пласта сделаем допущения, что пласт, в процессе продвижения по отвалу, не деформируется, т. е. его размеры a и b не изменяются.

Поворот пласта в первоначальный момент будет происходить относительно ребра A_1 , до того как пласт займет вертикальное положение, а затем относительно ребра D' , до тех пор пока грань D_1C' не ляжет на равню — отваленный пласт.

Из $D_1A_1D_2$ определим угол δ наклона отваленного пласта к горизонту.

$$\sin \delta = \frac{A_1D_1}{D_1D'} = \frac{a}{b} = \frac{1}{k}$$

$$\text{где } k = \frac{b}{a}, \quad \delta = \arcsin \frac{1}{k}$$

Из этого выражения видно, что угол наклона пласта уменьшается с увеличением соотношения сторон пласта k , т. е. оборачивание пласта будет тем совершеннее, чем больше ширина леммы корпуса и меньше глубина вспашки, а растительные остатки будут надламываться более полно.

Устойчивое положение пласта будет только в том случае, если вектор силы тяжести F пересечет дно борозды справа от точки его опоры D (рис. 10.5)

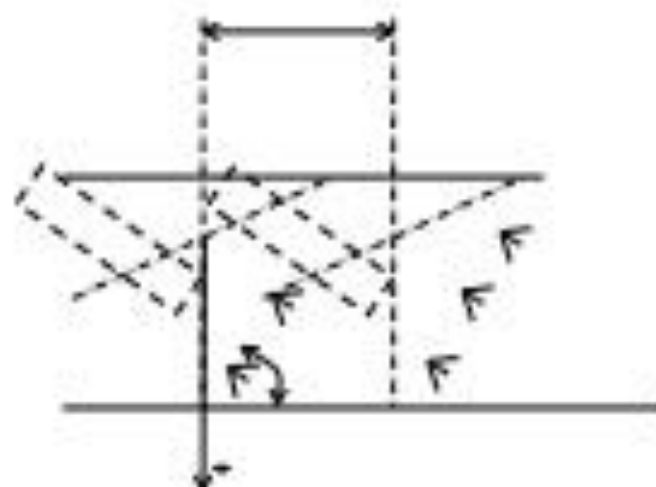


Рисунок 10.3 Положение устойчивого равновесия пласти

Устойчивое положение пласти будет в случае, когда ось диагональ AD , $A'D'$ и т. д. располагается вертикально. Такой пласт после среза корпуса может улететь обратно в борозду.

Из подобия прямоугольных треугольников DMA и $D'A'D'$ следует:

$$\frac{AD}{DC'} = \frac{AM}{A'D'} \quad \text{или} \quad \frac{\sqrt{a^2 + b^2}}{a} = \frac{b}{a}$$

После преобразования получим:

$$k^4 - k^2 - 1 = 0$$

Решив квадратное уравнение, получим $k = 1,27$. Таким образом, устойчивое положение пласти будет при $k = 1,27$.

Для углов с предельными и угловыми значениями соответствующие стороны почвенного пласта могут быть уменьшены до 1,8, так как предельное значение верхней части пласта в обрабатываемой на два борозды, отсюда угол наклона пласти уменьшается.

10.4. Принципы построения рабочих поверхностей отвала

Качество обработки почвы, а следовательно, и урожайность, плодородие, культура земельных земель от правильного выбора рабочих органов для ее обработки. Многообразие почв требует определенного набора рабочих органов.

По форме рабочей поверхности отвала плуга делятся на три основных типа: конусные, цилиндрические и прямоугольные. К прямоугольным относятся конусные, полуконусные и скоростные отвалы.

Цилиндрические отвалы редко используются в плугостроении и являются частным случаем цилиндрических поверхностей отвала прямоугольного типа, который обладает как срезающей, так и оборачивающей способностями.

Цилиндроподобие поэтому рассмотрим способы образования двух поверхностей — цилиндрической и конической, используемых для обработки резки отличающихся по своим свойствам почв.

10.5. Цилиндрический отвал

Цилиндрические отвалы — частный случай отваловых поверхностей. Характерной особенностью цилиндрического отвала является то, что образующая прямая $n-n$, перемещаясь вверх по направляющей EF , остается параллельной не только дну борозды, но и самой себе (рис. 10-6). Таким образом, угол наклона α образующей к стенке борозды остается постоянным и равен $45^\circ \dots 50^\circ$.

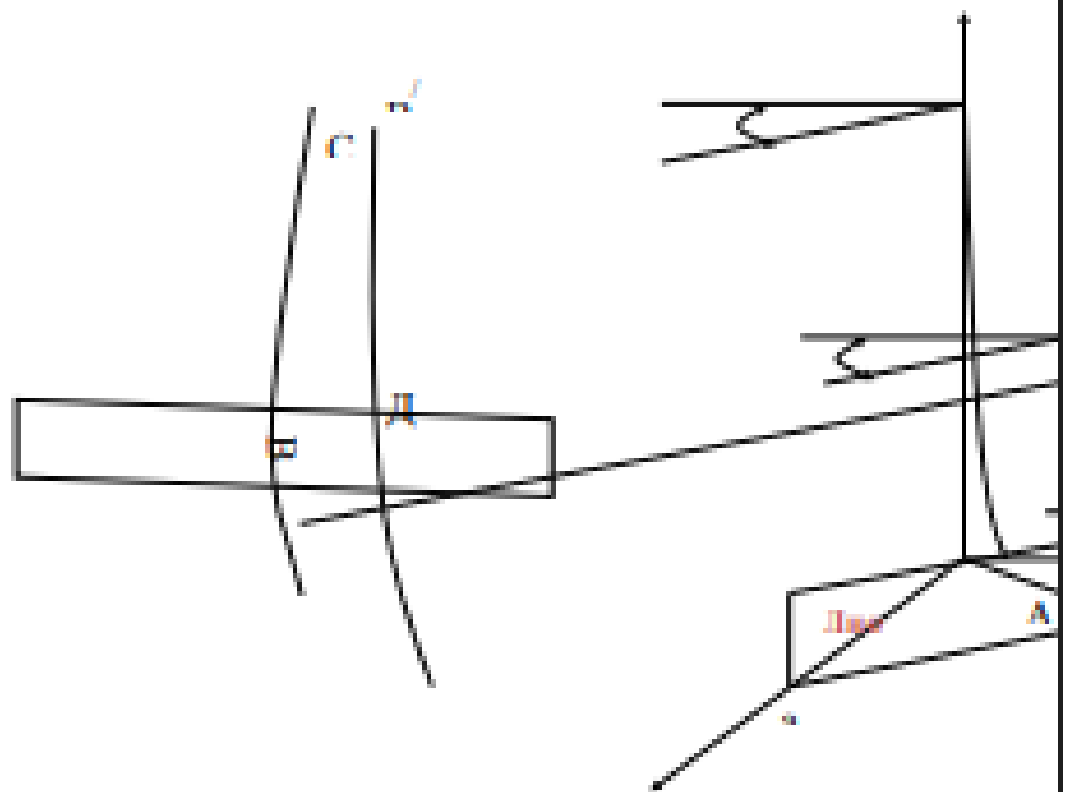


Рисунок 10-6 Цилиндрический отвал

При обработке почвы цилиндрическим отвалом пласт круто изгибается, непрерывно крошится и разрыхляется, так как углы крошения α по мере подъема образующей вверх довольно быстро увеличиваются.

Угол оборота пласти β увеличивается незначительно, вследствие чего отвал не обеспечивает удовлетворительного оборота пласти и потому на плужке обдирки пластинки не прижимаются.

10.6. Винтовой отвал

Поверхность винтового отвала можно представить как развитие трехгранного клина.

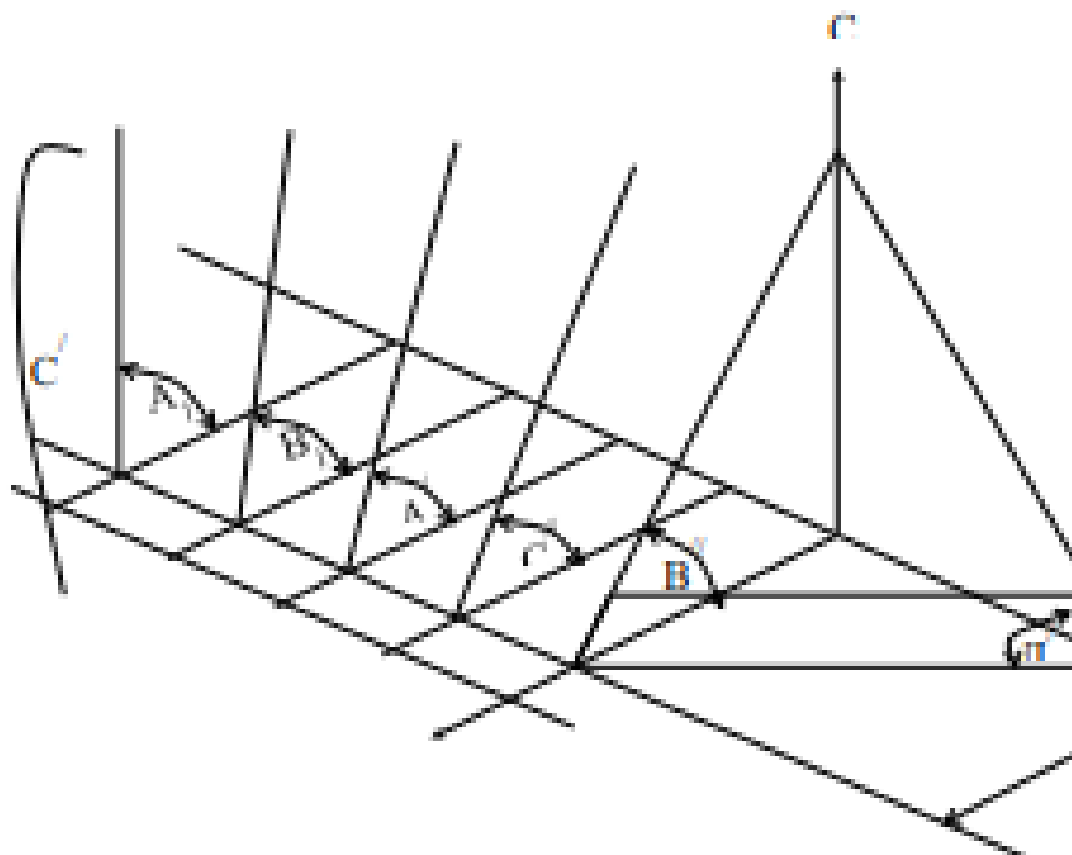


Рисунок 10.7 Образование поверхности винтового отвала

Трехгранный клин ABC поворачивает пласт на угол β . Если угол постоянно увеличивать, т. е. устанавливать последовательно один за другим ряд таких клиньев со все возрастающими углами (рис. 10.7), то при бесконечно большом количестве их получим винтовую поверхность отвала (голкина).

Тот же результат можно получить параллельным образованием прямой по закону винта.

Так как при обороте пласти его поперечное сечение вращается вокруг вершины B , а затем вокруг вершины C , то рабочая поверхность винтового отвала комбинационная: она состоит из двух клиньев переходящих одна в другую поперечностей.

Плоская поверхность цилиндрического типа образуется последовательным вращением одной и той же образующей около двух взаимноперпендикулярных осей в соответствии с характером поворота вала. В качестве направляющей для образования конусного отвала выбирается прямая линия.

Вопросы для самоконтроля

1. Укажите виды деформаций конического вала.
2. Покажите различные углы конусного вала.
3. Покажите признаки построения профиля борозды.
4. Покажите признаки построения рабочих поверхностей отвала.
5. Дайте характеристику цилиндрическому отвалу.
6. Дайте характеристику конусному отвалу.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основы

1. **Климов, Н.Н.** Сельскохозяйственные и лесопильные машины [Текст]. – учебник для ВУЗов / Н.Н. Климов. – М.: Колос, 2008. – 280 с.
2. **Машины и оборудование в растениеводстве. Основы теории и расчеты рабочих органов** [Текст] : учеб. пособие / А.Г. Рыбачко, [и др.] – ФГОУ ВПО Саратовский ГАУ, 2016. – 115 с.
3. **Климов, Н.Н.** Сельскохозяйственные машины [Текст]. – учебник для ВУЗов / Н.Н. Климов, С.Н.Климов, А.Г.Линник. – М.: КолосС, 2009, 916 с.

Дополнительно

1. **Чарушицкий, В.А.** Учебно-методические пособия по изучению дисциплины «Теория и расчет сельскохозяйственных машин» [Текст] / Чарушицкий В.А., Давыдов С.В. – Саратовский гос.универс. – 1995. – 76 с.
2. **Притасов, А.А.** Теория и расчет сельскохозяйственных машин. Методические указания для студентов специальности «Агроинженерия» и др. [Текст] / Притасов А.А., Давыдов С.В., Климов К.Н., Шарова Г.Е.; ФГОУ ВПО Саратовский ГАУ, 2008. – 56 с.
3. **Рыбачко, А.Г.** Машины для обработки почвы, зерна и посевов растений. Учебное пособие. [Текст] / Рыбачко А.Г., Волосинин Н.П., Фёдоров В.А., Чарушицкий В.А., Саратовской СХН, 1997. – 78 с.
4. **Халицкий, В.М.** Сельскохозяйственные машины [Текст]. – учебник / В.М. Халицкий, Н.В. Гурбачев. – М.: Колос. –2000. – 624 с.

Лекция II РАВНОВЕСИЕ ПЛУГА

Для равномерного движения плуга в борозде должны соблюдаться условия равновесия системы сил, действующих на него.

II.1. Определение длины плужной доски

Для создания устойчивого движения плуга в горизонтальной плоскости в систему рабочих органов корпуса, кроме лемеха и отвала, вводят полевую доску, так как действием плуга на отвал все время стремится сдвинуть корпус вправо по ходу движения агрегата.

Полевую доску закрепляют на стойке корпуса параллельно стенке бороны, тогда при работе корпус плуга опирается о дно и стенку бороны. Для обеспечения оптимальных размеров полевой доски, т. е. ее длины и высоты, вводимыми данными, действующими на корпус плуга в горизонтальной плоскости (рис. 11.1). Так как плуг действует с большим усилием на лемех и трудя отвала, чем на крыло, то, по мнению автора В. П. Горюхина, можно считать достаточным, чтобы сила, действующая на середину лемеха, при своем продолжении встречала линию полевой доски.

Тогда длина L полевой доски определяется из условия, что линия действия вектора силы R продолженная почва, продолженная до пересечения со стенкой бороны, ограничивает в точке C полевую доску.

Рассмотрим треугольник ADC и из теории синусов запишем:

$$\frac{AC}{\sin(\beta_0 + \varphi)} = \frac{AD}{\sin(\beta_0 - \gamma_0 - \varphi)}$$

где φ — угол трения почвы о рабочую поверхность, γ_0 — угол наклона лемеха лемеха к стенке бороны.

На угол трения φ различающиеся R сил сцепления почвы отклонятся от нормали X . Следовательно,

$$L = \frac{AD \cos \varphi}{\cos(\gamma_0 + \varphi)}$$

По данным автора В. П. Горюхина принимается, что сила R приложена в середине длины лемеха лемеха, тогда получим:

$$L = \frac{l \cos \varphi}{2 \cos(\gamma_0 + \varphi)}$$

где $l = AB = \frac{h}{\cos \gamma_0}$

Подставив в последнее выражение значение l , получим:

$$L = \frac{h \cos \varphi}{2 \sin \gamma_0 \cos(\gamma_0 + \varphi)}$$

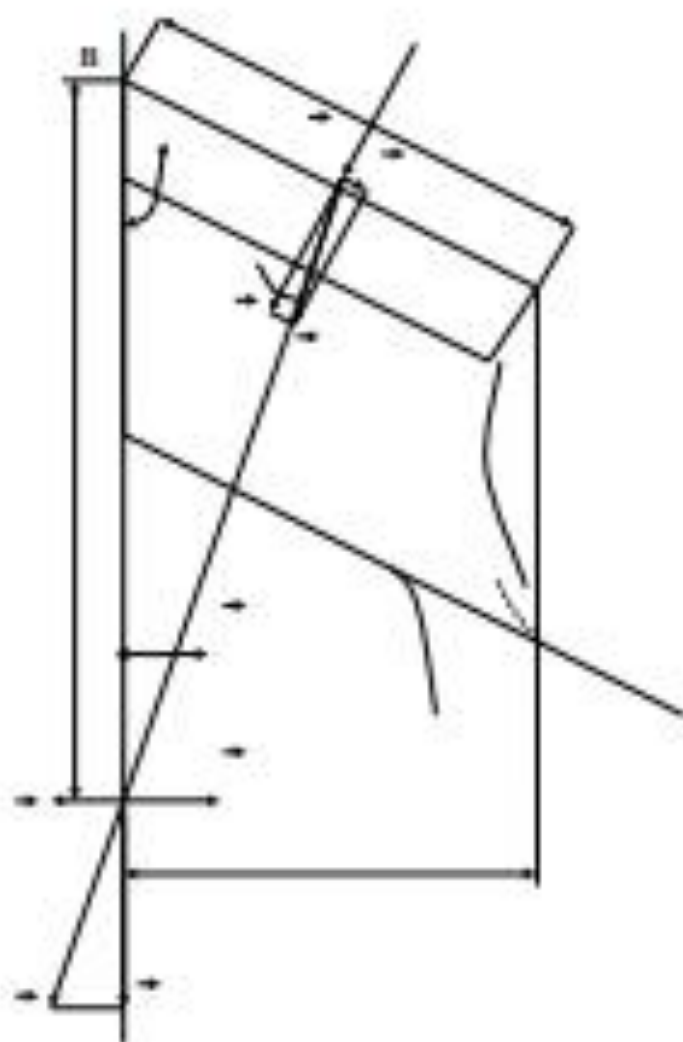


Рисунок 11.1. Силы в определении длины плужной доски

При расчете ширины плужной доски исходят из допустимого давления свободного колеса плужной доски на ствол борозды.

Равновесие плуга в вертикальной плоскости будет соблюдаться при условии: линия действия силы тяги должна проходить через центр тяжести плуга.

11.2. Тяговое сопротивление плуга. Рациональная формула академика В. П. Горюхина

Для определения силы сопротивления плугам акад. В. П. Горюхин предложил рациональную формулу:

$$P = P_1 + P_2 + P_3$$

где P_1 — постоянные сопротивления плуга, затрачиваемые для его передвижения в борозде, — сопротивление колесного хода; P_2 — сопротивление плуга, затрачиваемое на различные деформации почвенного пласта; P_3 — сопротивление плуга, затрачиваемое на отбрасывание пласта в сторону.

Сопротивлением колесного хода плуга P_1 можно было бы пренебречь по формуле

$$P_1 = Gf$$

где G — вес плуга; f — коэффициент сопротивления передвижению плуга в борозде.

Второй член формулы относится к различным сопротивлениям и учитывает деформации и разрушения обрабатываемого пласта

$$P_2 = k_1 a b v$$

где k_1 — коэффициент удельного сопротивления почвы, W/cm^2 ; a — высота корнуса; b — соответственно глубина пахоты и ширина фронта корнуса плуга.

Удельное сопротивление почвы не является постоянным, и зависит от физико-механических свойств почвы (состава, степени твердости, влажности, зернистости и др.), от глубины обработки, от формы и состава рабочей поверхности, от рабочей скорости агрегата и т. п.

Третий член формулы учитывает те сопротивления, которые возникают при свободном скатывании почвенного пласта для его отбрасывания в сторону вспаханного поля

$$P_3 = c b v m^2$$

где c — коэффициент, зависящий от формы рабочей поверхности отвала и свойств почвы; v — скорость движения пахотного агрегата.

Подставив значения составляющих в первое уравнение, получим окончательную выражения рациональной формулы силы сопротивления плуга

$$P = Gf + k_1 a b v + c b v m^2$$

Такое сопротивление плуга, рассчитанное по данной формуле, является средним значением. В действительности оно постоянно колеблется в большую или меньшую сторону около среднего значения. Среднее значение такого сопротивления можно использовать для определения количества корнусов плуга, который можно агрегатировать с тем или иным трактором, и другим расчетом пахотного агрегата.

Вопросы для самоконтроля

1. Зачем действия какой силы ограничивают длину пахотной линии корнуса плуга?
2. Как определяется сопротивление колесного хода плуга?

3. Как определяется критическая нагрузка, затрачиваемая на деформацию почвы в плуге?
4. Как определяется критическая нагрузка, затрачиваемая на деформацию почвенного пласта?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основы

1. **Климов, Н.Н.** Сельскохозяйственные и лесохозяйственные машины [Текст] : учебник для ВУЗов / Н.Н. Климов. – М.: Колос, 2008. – 293 с.
2. **Машины и оборудование в растениеводстве. Основы теории и расчета работы процесса** [Текст] : учеб. пособие / А.Г. Рыбачко, [и др.] – ФГОУ ВПО Саратовской ГАУ, 2011. – 115 с.
3. **Климов, Н.Н.** Сельскохозяйственные машины. [Текст] : учебник для ВУЗов / Н.Н. Климов, С.Н. Киселев, А.Г. Лисицын. – М.: КолосС, 2009, 318 с.

Дополнительная

1. **Чарушицкий, В.А.** Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины «Теория и расчет сельскохозяйственных машин» [Текст] / Чарушицкий В.А., Давыдов С.Н. – Саратовский институт-с. – 1995. – 76с.
2. **Протасов, А.А.** Теория и расчет сельскохозяйственных машин. Методические указания для студентов специальности «Агроинженерия» и др. [Текст] / Протасов А.А., Давыдов С.Н., Емельян Б.Н., Шаронов Г.Е.; ФГОУ ВПО Саратовской ГАУ, 2008. – 56 с.
3. **Рыбачко, А.Г.** Машины для обработки почвы, посева и посева растений. Учебное пособие [Текст] / Рыбачко А.Г., Волосинин Н.П., Федоров В.А., Чарушицкий В.А.; Саратовский СХИ, 1993. – 79 с.
4. **Халимовский, В.М.** Сельскохозяйственные машины [Текст] : учебник / В.М. Халимовский, В.В. Горбачев. – М.: Колос. – 2001. – 624 с.

Лекция 12
ОСНОВЫ ТЕОРИИ И РАСЧЕТА МАШИН ДЛЯ УБОРКИ ТЕРНЫХ И
БОБОВЫХ КУЛЬТУР

12.1. Теория моточала. Траектории и скорость движения планок моточала

Моточало жатвенная машина выполняет несколько функций. Оно подводит снопы к режущему аппарату, удерживает их в момент среза, очищает режущий аппарат от срезаемых снопов и укладывает их на транспортер. По конструкции моточала могут быть с жесткими планками и с гибкими, удерживаемыми в заданном положении несимметричными молотками.

Если рассмотреть работу моточала в декартовой системе координат, связанной с валом, то концы планок моточала будут совершать сложное движение - относительное вокруг центра и параллельное вместе с машиной.

Обозначим:

v_m - продольная скорость — скорость движения жатвенной машины;

U - относительная скорость — окружная скорость по концам планок;

R - радиус моточала по концам планок;

ω - угловая скорость вращения моточала;

n - частота вращения моточала;

$\frac{U}{v_m} = k$ - отношение скоростей.

В правых обозначениях частоту вращения вала моточала можно определить:

$$n = \frac{360U}{\pi R}$$

Тогда время одного оборота будет:

$$T = \frac{60}{n}$$

Путь, пройденный центром валя моточива за время одного оборота:
 $L = v_{\text{м}}T$.

Траекторию движения конца планки моточива (рис. 12.1) строит следующим образом. В выбранном масштабе откладываются путь L и с центра в точку O вычерчивается окружность радиусом R , которая разбивается на одинаковое количество равных частей — 1, 2, ..., 12 в P, P', \dots, P'' . Учитывая направление вращения моточива и движения машины, за начальную точку траектории возьмем точку окружности 12. В $1/12$ часть оборота моточива центр его переместится в точку P' , а дуга планки займет положение — P' , за $1/12$ оборота центр моточива переместится в точку P'' , а дуга займет положение $P''-P'''$ и т. д. Соединив полученные точки P', P'', \dots, P''' плавной кривой, получим траекторию движения конца планки моточива, представляющую собой троиходу с петлей шириной $2\Delta x$. Петля троихода будет получаться только в том случае, когда $\lambda > 1$. У валяльных машин обычно $\lambda = 1,2-1,9$. На всей траектории рабочим участком является только часть петли троихода, определенная начальной планкой моточива.

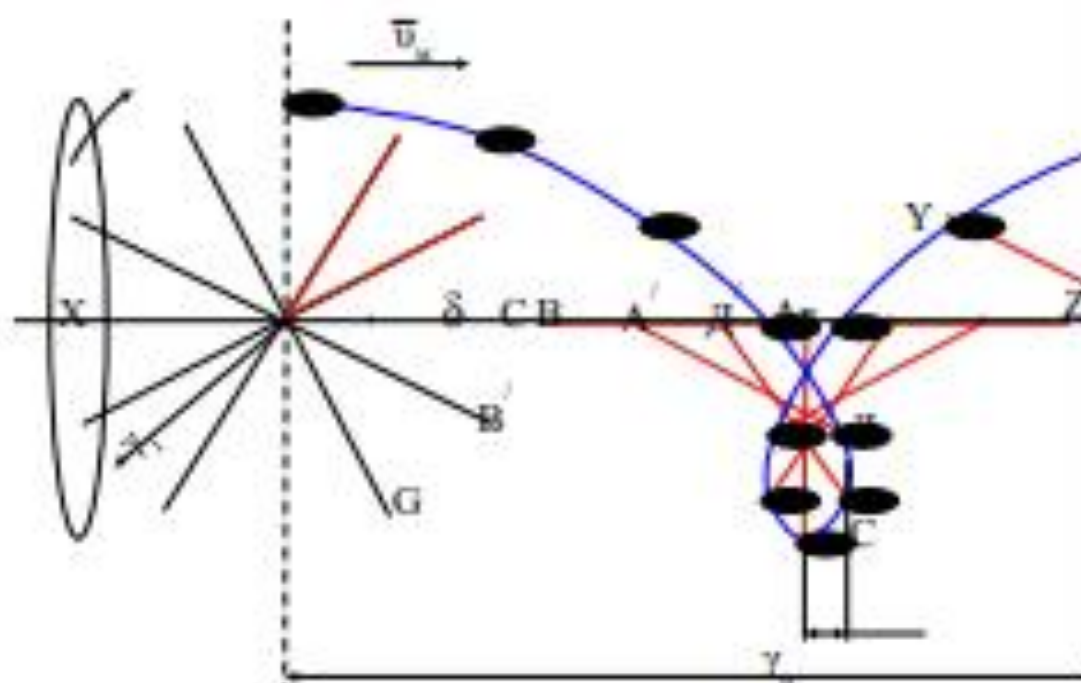


Рисунок 12.1 Построение траектории движения конца планки моточива

Как известно, вектор абсолютной скорости на движении точки по криволинейной траектории направлен в каждой ее точке по касательной. Для выполнения своих функций — захвата и подачи — горизонтальная составляющая скорости конца планки v_x должна быть направлена к режущему аппарату. Как

центра или мотовала над реакционным аппаратом каждая планка будет поворачиваться в реакционном аппарате по часовой стрелке с угловой скоростью ω .

Для определения основных параметров мотовала необходимо знать не только направление вращений конца планки мотовала, но и их величину.

Для решения поставленной задачи рассмотрим движение конца планки мотовала в выбранной системе координат xOy (рис. 12.3). Направления вращения мотовала и диска реактора указаны на рисунке.

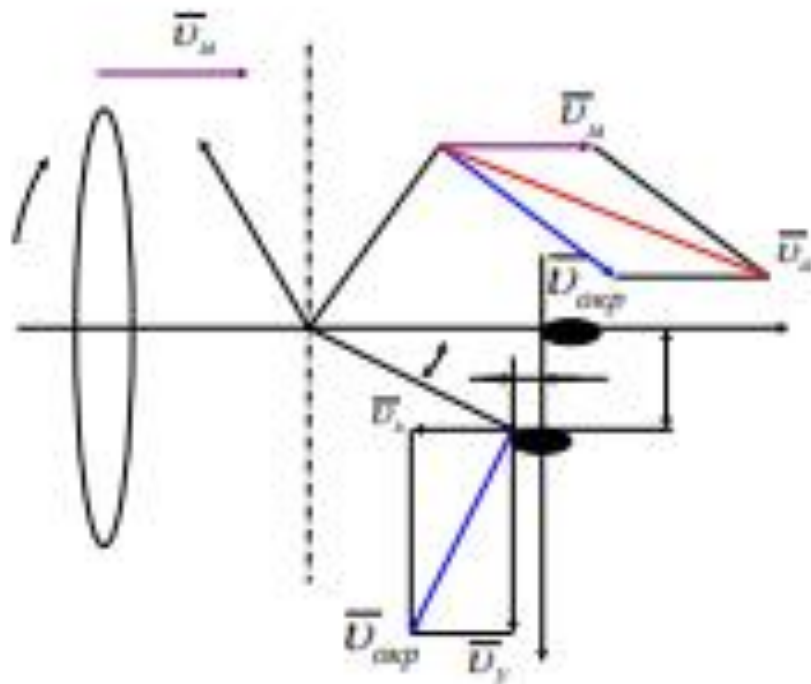


Рисунок 12.3 Определение скорости планки мотовала

Для любого положения планки по времени t при горизонтальном ее движении из точки Z в точку Z' можно записать:

$$v_x = v_{кр} - \omega R \sin \alpha$$

$$v_y = \omega R \cos \alpha$$

Выражая окружную скорость $v_{кр}$ через угловую скорость и радиус мотовала R , получаем: