

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение
высшего профессионального образования
«Саратовский государственный аграрный университет
имени Н. И. Вавилова»

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ МАШИНЫ

краткий курс лекций
для аспирантов

Направление подготовки
35.06.04 Технологии, средства механизации и энергетическое
оборудование в сельском, лесном и рыбном хозяйстве

Профиль подготовки
Технологии и средства механизации в сельском хозяйстве

Саратов 2014

631.3; 632.08; 635.015; 633.1...633.4
П-92-2001

ББК 40.7; 44

Рецензенты:

Заведующий кафедрой «Сельскохозяйственные машины», доктор технических наук,
профессор Пензенской ГСХА.

Н.П.Ларюшин

Профессор кафедры «Процессы и сельскохозяйственные машины в АПК» доктор
технических наук, профессор ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ»

Протасов А.А.

Сельскохозяйственные машины: краткий курс лекций для аспирантов направления подготовки 35.06.04 Технологии, средства механизации и энергетическое оборудование в сельском, лесном и рыбном хозяйстве / Сост.: Шардина Г.Е., Хакимзянов Р.Р. // ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2014. – 80с.

Краткий курс лекций по дисциплине «Сельскохозяйственные машины» составлен в соответствии с рабочей программой дисциплины и предназначен для аспирантов направления подготовки 35.06.04 «Технологии, средства механизации и энергетическое оборудование в сельском, лесном и рыбном хозяйстве». Краткий курс лекций содержит: материал по вопросам технологий, рабочих процессов машин, конструкции машин для уборки зерновых, зернобобовых, крупяных, масличных культур, машин для уборки корнеклубнеплодов, машин для заготовки кормов, теоретический материал по основам теории и технологического расчета рабочих органов машин и орудий для обработки почвы, уборки зерновых, послеуборочной обработки семян.

© Шардина Г.Е., Хакимзянов Р.Р., 2014
© ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2014

Введение.

Наука о сельскохозяйственных машинах и орудиях зародилась сравнительно недавно. Ее возникновение и развитие связано с именем выдающегося русского ученого академика В. П. Горячкина (1868—1935 гг.). Конструирование и совершенствование сельскохозяйственных машин в то время велось интуитивно, методом проб и ошибок, так как никаких предварительных теоретических исследований конструкторы не производили. В. П. Горячкин впервые в мире применил законы механики к анализу рабочих процессов сельскохозяйственных машин. Его классический труд «Земледельческая механика» и другие работы послужили основой для создания новой научной дисциплины, которая открыла широкие возможности для исследования технологических процессов в целях создания рациональных конструкций сельскохозяйственных машин. Широко известны разработанные им теории плуга, молотильно-сепарирующих органов зерноуборочных машин, вентиляторов, зерноочистительных и других машин.

Дальнейшее развитие нашего сельского хозяйства зависит на современном этапе от создания новых более совершенных, надежных и высокопроизводительных машин. С этой целью в нашей стране создана широкая сеть научно-исследовательских учреждений, конструкторских бюро и машиноиспытательных станций.

В этой связи возрастает роль и значение инженера по механизации процессов сельскохозяйственного производства. Ему нужны глубокие знания не только по конструкции, но и теории рабочих процессов сельскохозяйственных машин, умение выполнять регулировки рабочих органов в зависимости от свойств и состояния обрабатываемого материала.

Лекция 1

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ И СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

1.1. Приоритетные направления развития сельскохозяйственного производства

Рациональное использование ресурсов машинно-технологической системы аграрного производства является важнейшим стратегическим и приоритетным фактором повышения его эффективности. Реализация стратегии машинно-технологического обеспечения аграрного производства должна обеспечить рост валового производства в России к 2020 г. примерно в 2 раза с текущим периодом; сокращение парка тракторов при повышении их единичной мощности – уменьшить потребность в механизаторах в 1,2-2,3 раза; сокращение расхода топлива на 1 га почвообработки при применении новых технологий и машин – в 1,5-3,1 раза.

Общая металлоемкость МТП единичного хозяйства, предположительно, снизится в 1,2-1,6 раза, а срок окупаемости капиталовложений должен составлять 2-3,5 года. Чтобы выйти на прогнозируемый уровень, стоимость парка машин нового поколения для аграрного производства России оценивается суммой около 1 трлн руб., в том числе тракторы – 200-250 млрд руб., сельскохозяйственные машины для растениеводства – 400-500 млрд руб., машины и оборудование для животноводства – около 150 млрд руб., транспорт – около 80 млрд руб., мелиоративная техника и энергетическое оборудование – около 100 млрд руб. Главный стратегический ресурс трех-четырёхкратного повышения производительности труда при 20% рентабельности производства сельскохозяйственной продукции к 2015-2017 гг. заключается в увеличении энерговооруженности труда и энергообеспеченности гектара пашни. Парк тракторов планируется довести до 0,95-1,1 млн шт. при средней мощности трактора 200 л.с. вместо 80 л.с. в существующем парке машин, а суммарная мощность тракторного парка должна составить 230 млн л.с. Количество зерноуборочных комбайнов планируется довести до 210-250 тыс. шт., основу которого составляют комбайны с пропускной способностью 9-10 кг/с и двигателем мощностью 250 л.с. (50%) и комбайны с пропускной способностью 5-6 кг/с и двигателем мощностью 180 л.с. (35%). Для хозяйств с невысоким экономическим потенциалом планируется поставлять прицепные комбайны. Общая мощность зерноуборочных комбайнов составит 60 млн л.с., а общая мощность перспективного парка энергетических машин для аграрного производства составит около 300 млн л.с. (без автомобильного парка и специальных машин), что позволит обеспечить каждый гектар пашни энергетической мощностью около 3 л.с. (в настоящее время в странах ЕС этот показатель составляет 3 кВт/га).

Предлагается комплектовать парк машин агропредприятий в зависимости от уровня технологии производства: $\frac{3}{4}$ простые технологии при низком уровне доходности хозяйств и урожайности до 20 ц/га; $\frac{3}{4}$ интенсивные технологии с применением минеральных удобрений до 120 кг/га д.в. и урожайностью до 30-40 ц/га; $\frac{3}{4}$ высокоинтенсивные технологии с урожайностью зерновых до 50-60 ц/га. В перспективной машинно-технологической системе однооперационные агрегаты должны быть заменены универсально-комбинированными с быстрой сменой рабочих органов, что позволит сократить количество машин, например, для производства зерна с 20-30 до 5-6, при этом прогнозируется снижение капиталовложений в 1,5-2 раза. В комплексе мер по внедрению передовых технологий в аграрное производство большое значение имеют рациональное комплектование соответствующих подразделений

тракторами и сельскохозяйственными машинами, их правильная подготовка к полевым работам и эксплуатация. Между тем, как показывают многочисленные обследования хозяйств агропромышленного комплекса Российской Федерации, в этих вопросах допускается особенно много просчетов, приводящих в конечном итоге к недобору урожая и снижению его качества.

Четкое выполнение методических положений обеспечит не только современное и высококачественное проведение всех мобильных процессов, но и уменьшит потребность в технике, рабочей силе, будет способствовать сокращению расхода топлива и других затрат. Изучение и применение в практической работе инженерно-техническими работниками методических положений позволит обосновывать рациональные составы средств механизации и режимы использования агроагрегатов, обуславливающих своевременное и качественное выполнение мобильных процессов в растениеводстве, сокращение затрат ресурсов на производство его продукции.

1.2 История отечественного комбайностроения

Уборка урожая – это вторая по трудоемкости после пахоты сельскохозяйственная операция, и конечно люди издавна старались облегчить этот труд и механизировать его.

Первые этапы создания средств уборки и обмолота зерновых культур представлены ручным инвентарем – косы и серпы для скашивания, цепи и молотилки с паровым двигателем – для обмолота колосьев.

Первые попытки же создания комбайна, как в России, так и за рубежом относятся к 60...80 годам XIX столетия.

В России первая уборочная машина была изготовлена в Тверской губернии агрономом Андреем Романовичем Власенко, называлась она «зерноуборка с корня». Данная машина агрегатировалась с одной лошадью и производительность ее составляла 2 десятины овса в день (1 десятина=1,09 га).

Первый настоящий комбайн был выпущен фирмой Holt (США) в 1905 году. Он был оснащен 36-футовым (11 м) режущим аппаратом и 120-сильным паровым самоходом с отдельным вспомогательным паровым двигателем на раме комбайна. В 1907 эта машина уже была укомплектована двигателем внутреннего сгорания, а в 1913 году его более совершенная модель была привезена в Россию на Киевскую сельскохозяйственную выставку. Она представляла собой деревянную конструкцию на одноленточном гусеничном ходу. Ширина захвата режущего аппарата составляла 14 футов (4,27 м), кроме этого машина была оборудована бензиновым мотором для одновременного приведения в действие механизмов и передвижения самой машины. Комбайн испытывался на Акимовской МИС и дал относительно хорошие показатели работы. Но широкого применения и распространения в условиях сельского хозяйства России не нашёл в связи с началом Первой Мировой войны.

Следующей крупной вехой в развитии комбайностроения стал этап становления СССР, в связи с организацией крупного товарного производства в зерновых совхозах. В период с 1929 по 1931 организован массовый импорт комбайнов из США.

Одновременно с импортом развивается и собственное производство:

- 1 июня 1930 г. на Запорожском заводе выпущены два первых отечественных комбайна «Коммунар» ЖМ-4,6 (прицепной, моторный, ширина захвата жатки $V_{ж}=4,6$ м; к концу года выпущено 349 шт.);

- 1932 г. - налаживается выпуск комбайнов «Сталинец» С-1(прицепной, моторный, ширина захвата жатки $V_{ж}=6,1$ м) завод Ростсельмаш;
- 1932 г. – Саратовский комбайновый завод налаживает выпуск аналогичных комбайнов;
- 1936 г. - Люберецкий завод имени Ухтомского приступил к выпуску северного комбайна конструкции советских изобретателей Ю. Я. Анвельта и М. И. Григорьева — СКАГ-5А приспособленного для уборки влажного хлеба;

Применение в последующие годы передовых надежных материалов, новых совершенных механизмов, а также легких бензиновых двигателей с большим числом оборотов значительно снизило вес комбайна, уменьшило его стоимость и сделало их более доступными для применения в сельском хозяйстве. Таким образом, благодаря собственному производству уже к 1935 году зерновые совхозы убирали комбайнами 97,1 % площадей.

В послевоенные годы в СССР были произведены крупные научные исследования, которые позволили более тщательно изучить теорию зерноуборочного комбайна. Вследствие этого, например, была повышена эффективность работы таких узлов как отбойный битер и соломотряс в процессе сепарации зерна:

- 1947...1957 г.г. – комбайн С-6 выпускает завод Ростсельмаш (прицепной, моторный, двигатель У-5МА, $N=40$ л.с., $n=1400$ мин⁻¹, $V_{ж}=4,9$ м);
- 1947...1957 г.г. – на Тульском КЗ выпускаются первые самоходные отечественные комбайны С-4, С-4М ($N=53$ л.с., $V_{ж}=4,0$ м, при этом хедер без механизма уравнивания и выгрузка происходила самотеком);
- 1957...1958 г.г. – на заводе Ростсельмаш выпускают комбайн РСМ-8 (прицепной, моторный, $N=52$ л.с., $V_{ж}=6,1$ м, пропускная способность $q=3,75...4,0$ кг/с);
- 1957...1959 г.г. – Тульским комбайновым заводом выпускаются комбайны ПК-2 (прицепной, привод от ВОМ трактора, мотовила – от левого ходового колеса, $V_{ж}=2,1$ м, ширина молотилки $V_{м}=1,2$ м);
- 1958...1962 г.г. - на заводе Ростсельмаш налажен выпуск самоходных унифицированных комбайнов СК-3 и его модификаций СКГ-3, СКП-3, СКПР-3 ($V_{ж}=3,2; 4,1; 5$ м, $q=3,0$ кг/с);
- 1962...1973 г.г. – Ростсельмаш осваивает и налаживает выпуск новых моделей комбайнов СК-4, СК-4А, СК-4М;
- 1969...1985 г.г. - красноярским комбайновым заводом выпускаются первые отечественные двухбарабанные комбайны СКД-5 «Сибиряк», СКД-5Р, СКД-6;
- 1972...1987 г.г. - комбайны СКПР «Колос», СК-6П выпускаются Таганрогским заводом;
- с 1973 г. Ростсельмаш начинает выпуск семейства унифицированных комбайнов СК-5, СК-5А, СК-5М «Нива».

Таким образом, исторически сложилось лидерство заводов Ростсельмаш и Красноярского КЗ, которые и по настоящее время производят выпуск комбайнов, таких как СК «Нива», ДОН, Енисей и их семейства.

1.3. Показатели качества работы комбайна

Существует несколько классификаций зерноуборочных машин по различным признакам. Рассмотрим их (рис. 1.1).

По схеме технологического процесса разделяют:

- 1) Г-образные;

- 2) Г-образные;
- 3) П-образные;
- 4) продольно-прямоточные;
- 5) поперечно-прямоточные.

По энергоиспользованию комбайны бывают: прицепные (моторные и безмоторные), самоходные и навесные на самоходные шасси.

По типу ходовой части уборочные машины могут быть: на пневматическом, полугусеничном и гусеничном ходах.

Необходимо выделить особый вид комбайнов – крутосклонные, которые оборудованы специальными гидромеханизмами, обеспечивающими постоянное

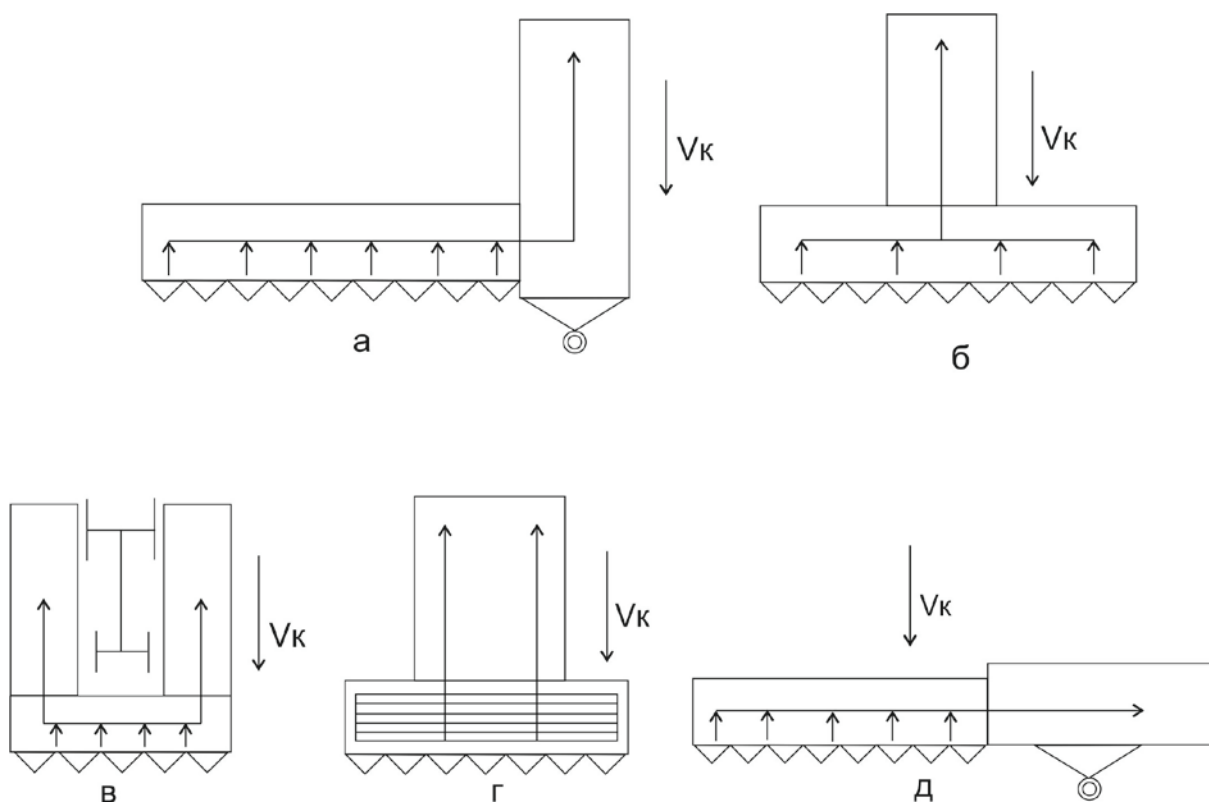


Рисунок.1.1. Виды комбайнов: а – Г-образный, б – Т-образный, в – П-образный, г – продольно-прямоточный, д – поперечно-прямоточный.

горизонтальное положение молотилки. Данные машины предназначены для работы в гористой местности, а именно на склонах.

Качество работы зерноуборочного комбайна определяется двумя показателями:

- 1) потери зерна;
- 2) повреждение зерна.

Потери зерна складываются из потерь колосьев и свободных зерен. Потери первого вида вызваны несовпадением направлений движения комбайна и расположения валков, несоответствием скорости подбирающего механизма и поступательной скорости движения самого комбайна, а также неправильной установкой подборщика.

Потери свободных зерен могут быть следствием недомолота колосьев и потерь их вместе с соломой или половой. Это, в свою очередь вызвано неправильной регулировкой молотильного аппарата и очистки, неудовлетворительной работой соломотряса, неверной установкой решет. Кроме этого, перегрузка комбайна, приводящая к снижению частоты вращения коленчатого вала двигателя и скорости движения рабочих органов комбайна, также ведет к потерям свободных зерен.

Повреждение зерна главным образом происходит в молотильном аппарате в результате перекоса деки, малого зазора между барабаном и декой и слишком большой скорости вращения барабана.

В молотильном аппарате оба вида потерь взаимосвязаны между собой (рис. 1.2), поэтому необходимо очень тщательно выполнять его регулировку и настройку.

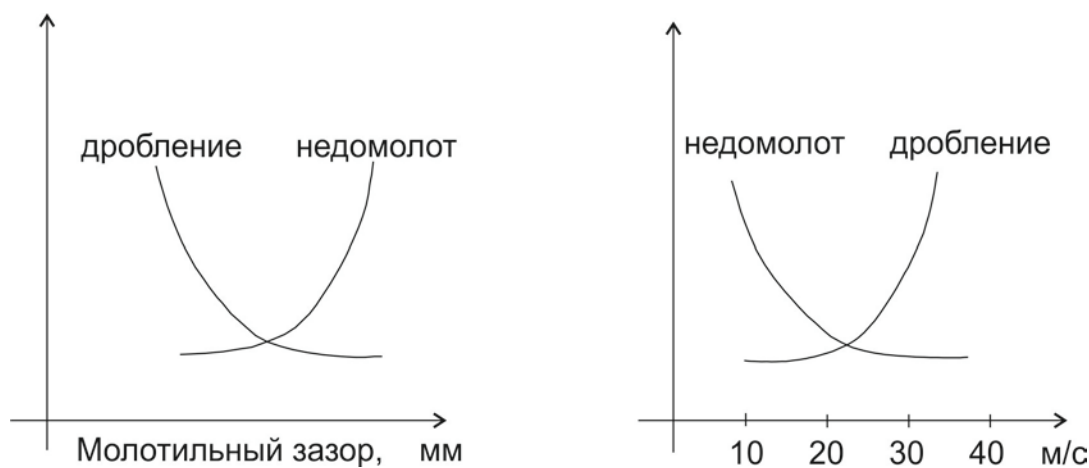


Рисунок. 1.2. Графики зависимости потерь зерна за молотильным аппаратом от окружной скорости молотильного барабана и молотильного зазора

Для повышения качества работы комбайна необходимо устранить все причины, приводящие к потерям и повреждению зерна.

1.4. Развитие отечественного и зарубежного комбайностроения

С момента начала выпуска зерноуборочной техники в нашей стране объемы ее производства постоянно менялись под влиянием различных факторов (рис. 1.3). В последние годы зарубежные комбайностроительные фирмы начали осваивать российский рынок.

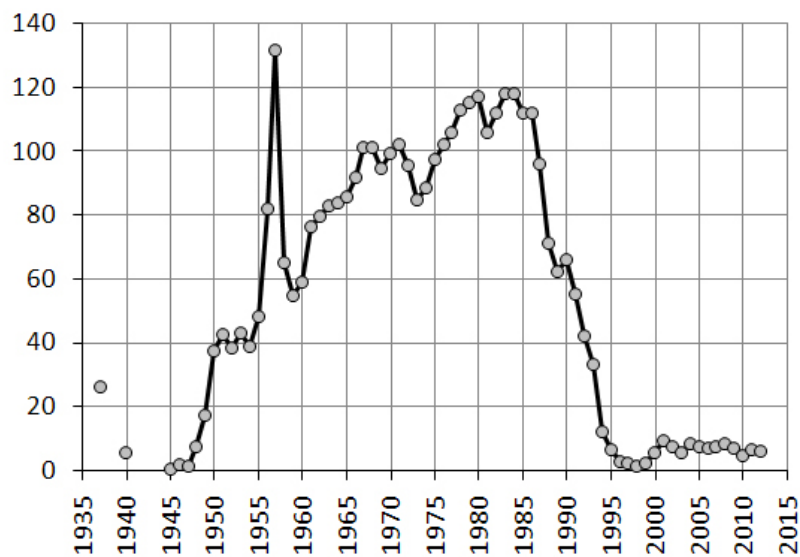


Рисунок. 1.3. Выпуск зерноуборочных комбайнов в СССР и РФ, тыс. шт.

Кроме того, расширилась номенклатура отечественных и рынок зарубежных зерноуборочных комбайнов (табл.1.1). Так, в настоящее время ОАО "Ростсельмаш" предлагает потребителям 4 модели комбайнов и разработал 3 новые, которые заменят устаревшие, ОАО "Красноярский завод комбайнов" предлагает 6 моделей, АО "Таганрогский комбайновый завод" - 2, АО "Тульский комбайновый завод" - одну (прицепную). Налаживается производство зерноуборочных комбайнов в республике Беларусь и на Украине.

Если в 1977 г. зарубежные фирмы производили около 76 моделей зерноуборочных комбайнов, в 1986 г. - 92, то к 2002 году их стало более 150. Причем, каждая из зарубежных фирм производит от 8 до 26 моделей.

При этом зерноуборочная техника постоянно совершенствуется в конструктивном и технологическом плане. Появились комбайны с новыми конструктивно-технологическими схемами обмолота и сепарации хлебной массы: многобарабанные; роторные (аксиальные, с поперечно расположенным ротором, с двумя роторами); с сепарирующими роторами различной конструкции, заменяющими клавишный соломотряс; с устройствами, интенсифицирующими процесс сепарации на клавишном соломотрясе.

Перед производителями зерноуборочных комбайнов стоит задача производства унифицированной продукции, увеличение использования электроники. Наряду с этим необходимо соблюдение системного подхода при совершенствовании и проектировании новых узлов и моделей, т.к. часто меры, улучшающие одни показатели, приводят к ухудшению других.

Концепция создания новых зерноуборочных комбайнов включает в себя четыре направления:

- 1) повышение потребительских свойств и качеств комбайнов. Оно предусматривает широкий спектр базовых моделей и их модификаций, создание техники по критериям "цена - качество", "цена - производительность", "цена - валовой сбор продукции", совершенствование дизайна, упрощение технического обслуживания и ремонта, универсальность использования на уборке различных культур, повышение комфортных и эргономических условий труда механизатора (уровень шума в кабине не более 70 дБа, запыленность не более 4 мг/м, электрогидравлическое управление рабочими

органами, регулируемый климат в кабине и т.д.), высокую эксплуатационную производительность и надежность, минимум потерь зерна. Кроме этого необходимо соблюдение общемировых стандартов на эргономические, дизайнерские и экологические показатели;

Таблица 1.1

**Номенклатура отечественных и рынка зарубежных
зерноуборочных комбайнов**

Производитель	Марка	Модель	Производство		Всего		2012/201	Отгрузка		Всего		2012/201
			2012	2011	2012	2011	1	2012	2011	2012	2011	1
Ростсельмаш	Вектор	410	935	984	2394	3809	62,9	988	1085	2979	3661	81,4
	Нива	Эффект	343	391				433	549			
	Асгов	530	957	2383				1406	1940			
	Torum	740	159	71				154	87			
Брянскосельмаш	Palesse	КЗС-7-10	-	56	1642	1255	130,8	-	92	1212	1334	90,9
	Palesse	КЗС-1218-29,	1005	898				796	831			
	Palesse	КЗС-812-03, -	434	301				332	411			
	Palesse	КЗС-10К, КЗС	203	-				84	-			
Джон Дир Русь	John Deere		567	169	567	169	335,5	427	108	427	108	395,4
Клаас	Claas	Mega			484	388	124,7	-	6	415	371	113,7
	Claas	Tucano	484	388				415	385			
CNH-Kamaz Industrial	New Holland	CSX 8090	235	-	305	157	194,3	209	-	320	161	198,8
	New Holland	CSX 7080	1	157				66	85			
	New Holland	CSX 7080						-	76			
	New Holland	CSX 8080	39	-				22	-			
	Case IH	AF 8088	30	-				23	-			
Красноярский завод комбайнов	Енисей	858	-	1	221	197	112,2	-	6	211	299	70,6
	Енисей	950, -954	14	75				13	99			
	Енисей	960	5	5				4	5			
	Енисей	1200	182	103				177	123			
	Енисей	PM	14	5				11	7			
	Енисей	5000	5	-				5	-			
	Машинокомплекты		1	8				1	59			
Ремсельмаш	Дон/Добрыня	1500, 1500M	123	135	123	135	91,1	123	135	123	135	91,1
Агротехмаш	Terrion	SR 2010	49	14	50	18	277,8	49	14	49	16	306,3
	Terrion	SR 2045	1	-				-	-			
	Terrion	SR 3085	-	1				-	1			
	Terrion	SR 3085	-	3				-	1			
Другие			157	361	157	361	43%	174	318	174	318	54,5%
Итого			5943	6489	5943	6489	91,6	5911	6403	5911	6403	92,3

2) общетехническое – т.е. гармонизация конструкции комбайнов по параметрам; снижение материалоемкости до 1,1...1,25 т на 1 кг/с пропускной способности; блочно-модульное построение конструкций на основе системы стандартизованных комплектующих узлов и агрегатов; полная гидрофикация; процессорная система автоматизации управления движением и контролем за технологическим процессом; внедрение новых принципов обмолота и сепарации; совершенствование компоновочных решений; повышение проходимости и маневренности; обеспечение работы комбайна в системе координатного растениеводства;

3) оптимизация энергонасыщенности за счет снижения удельного расхода мощности на холостой ход, самопередвижения и повышение мощности на рабочий процесс;

4) достижение экологических показателей и выполнение требований безопасности в соответствии с общемировыми стандартами и достижениями (снижение расхода топлива, давления на почву до 80...120 кПА, содержания вредных примесей в выхлопных газах, пылеобразования и т.д.).

Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите направления развития сельскохозяйственного производства.
2. Перечислите основные этапы развития комбайностроения в России.
3. Какие классификации зерноуборочных машин существуют.
4. Классификация уборочной техники по направлению технологического процесса (с пояснениями).
5. Из чего складываются потери зерна? Их причины.
6. Причины повреждения зерна и их взаимосвязь.
7. Направления развития зерноуборочных комбайнов.

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. Кленин, Н.И. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины: учебник для ВУЗов / Н.И. Кленин. – М.: Колосс, 2008. – 293 с.
3. Халанский, В.М. Сельскохозяйственные машины: учебник / В.М. Халанский, И.В. Горбачев. – М.: Колосс. –2003. – 624 с.

Дополнительная

1. Кленин Н.И., Сакун В.А. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. – М: Колос, 1994.
2. Листопад Г.Е. и др. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины.- М: Колос, 1986. - 688 с.

Лекция 2 МОБИЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ РАСТЕНИЕВОДСТВА

2.1. Виды мобильных процессов

Выполняемые в аграрном производстве процессы подразделяют на мобильные и стационарные. Мобильные процессы выполняются с постоянным перемещением машин по полю с помощью различных энергетических средств. Стационарные процессы выполняются на заранее отведенных для этого местах (токах, силосных траншеях, башнях и др.) или в помещениях, без постоянного перемещения машин по полю. Стационарные процессы по своему назначению могут быть разделены на четыре основные группы:

- 1) полевые производственные (молотьба, очистка зерна, погрузка, разгрузка и др.);
- 2) приготовление кормов;
- 3) уход за сельскохозяйственными животными;
- 4) первичная переработка продуктов растениеводства и животноводства.

Большое количество стационарных процессов относится к механизации животноводства. Мобильные процессы в зависимости от назначения, подразделяются на следующие группы.

1. Освоение территории и подготовка поля имеют целью привести территорию, предназначенную для возделывания сельскохозяйственных культур, в требуемое состояние. Сюда относятся корчевка пней, срезание кустарников, удаление из почвы корней древесных пород, извлечение из почвы и сбор камней, срезание кочек и другие работы по подготовке земельных участков к обработке машинами. Процесс подготовки поля к обработке машинами включает в себя разбивку территории на поля севооборотов, разметку загонов и другие работы.

2. Мелиоративные работы состоят из операций по производству осушительной сети на заболоченных участках, дренажированию, первичной обработке осушительных участков и т.п. В эту группу входят также работы по рытью канав, строительству прудов и водоемов, изготовлению силосных траншей и ям, восстановлению и ремонту дорог, плотин и т.п. Мелиоративные и землеройные работы обычно выполняются в периоды наименьшей напряженности полевых сельскохозяйственных работ.

3. Полезащитные мероприятия включают в себя подготовку поля под посадки полезащитных полос, посадку саженцев древесных пород, уход за полезащитными насаждениями. К этой группе относятся и работы по снегозадержанию, накоплению влаги и борьбе с почвенной эрозией.

4. Работы по орошению полей связаны с подготовкой полей и оросительной системы на орошаемых земельных участках. К этим работам относятся планировка территории, нарезка постоянной и временной оросительной сети, выравнивание последней.

5. Обработка почвы охватывает большое количество полевых сельскохозяйственных работ, основное назначение которых состоит в создании условий, благоприятных для произрастания возделываемых сельскохозяйственных культур.

Технологическая сущность процессов обработки почвы, выполняемых сельскохозяйственными машинами, состоит в воздействии рабочих органов на почву в форме: а) подрезания пласта; б) оборачивания почвы; в) крошения почвенных пластов; г) перемешивания, выравнивания поверхности поля; д) поверхностного или глубокого рыхления почвы; е) уплотнения поверхности поля и др. Иногда проводят аналогию между технологическими приемами обработки почвы и методами механической

обработки металлов. Однако нет достаточных оснований отождествлять обработку металлов с обработкой почвы, физические свойства которых отличны от почвы. Для обработки почвы имеют большое значение такие технологические воздействия, как крошение, перемешивание и т.п., совершенно не соответствующие технологии обработки металлов. Многие почвообрабатывающие орудия выполняют несколько операций. Плуг при вспашке осуществляет подрезание, крошение, оборачивание пласта и частичное перемешивание почвы. Поэтому свое наименование процессы обработки почвы получили не от вида технологического воздействия на почву, а от орудий, которыми они выполняются.

По принятым наименованиям к процессам обработки почвы относятся:

1) вспашка в ее различных видах: с заделкой удобрений, без заделки удобрений, с почвоуглубителем, глубокая безотвальная, плантажная и т.п.;

2) перепашка;

3) лушение;

4) культивация;

5) дискование;

6) боронование;

7) шлейфование;

8) укатывание;

9) чизелевание.

6. Внесение удобрений включает в себя работы по выполнению сравнительно немногочисленных в настоящее время процессов химической и биологической обработки почвы. К ним относятся операции по внесению минеральных и органических удобрений и мероприятия по химической мелиорации почв, имеющие целью насытить ее кальцием (известкование, гипсование и др.).

7. Посев и посадка сельскохозяйственных культур представляет собой процессы, которые могут быть подразделены на посев семян, посадку корнеплодов, посадку рассады. Процесс посадки относится к одной из наиболее сложных областей механизации сельскохозяйственного производства. Посев, посадка и внесение удобрений имеют целью равномерное и закономерное распределение на определенной глубине семян, саженцев, клубней, удобрений в поверхностных слоях почвы, что достигается дозированием, рассеиванием и распределением материала, образованием борозд, внесением в них материала и последующей его заделкой.

8. Уход за растениями включает в себя большое количество операций по сплошной и междурядной обработке и подкормке сельскохозяйственных культур, по борьбе с сорняками, насекомыми-вредителями, болезнями и т.п. С дальнейшим развитием агрономической и биологической наук процессы этой группы работ будут еще более развиваться, так как результат сельскохозяйственного производства (т.е. урожай) после посева определяется в основном качеством питания растений и ухода за ними.

9. Уборка урожая возделываемых культур включает в себя кошение трав на сено, их сушку, сгребание и скирдование; раздельную и комбайновую уборку зерновых культур; тербление льна; уборку силосных культур и закладку силоса; уборку картофеля, свеклы и других корнеклубнеплодов и т.д. При выполнении этих процессов основная задача состоит в том, чтобы собрать весь биологический урожай без потерь и в возможно короткие сроки. Убираемые продукты имеют различные физико-механические свойства, к тому же подверженные значительным изменениям; большие массы этих продуктов необходимо транспортировать иногда на значительные расстояния. Некоторые уборочные процессы до сих пор остаются

немеханизированными (уборка плодов, винограда) или частично механизированными (уборка некоторых овощей).

10. Транспортные работы связаны с транспортировкой различных грузов, продуктов урожая, а также самих машин, которая неизбежна при выполнении любого мобильного сельскохозяйственного процесса.

2.2. Проектирование мобильных процессов

Все работы при возделывании той или иной культуры можно разбить на три группы: а) общего назначения, которые необходимы не только при возделывании данной культуры, но и при возделывании других культур (например, вспашка, предпосевная обработка почвы, внесение удобрений и др.); б) специальные, выполняемые только при возделывании данной культуры (посев зерновых, посадка картофеля, уборка зерновых и т.п.); в) вспомогательные – главным образом, транспортные и погрузочно-разгрузочные работы. Соответственно, различают и машины общего назначения, специальные и вспомогательные. Материально-технической основой аграрного производства является система машин. Она представляет набор взаимосвязанных между собой по технологическому процессу и производительности различных машин (приспособлений), применение которых обеспечивает законченный цикл производства сельскохозяйственной продукции высокого качества в оптимальные агротехнические сроки и с минимальными затратами труда и средств. Систему машин постоянно совершенствуют в соответствии с достижениями науки и передового опыта, так как она должна отвечать требованиям неуклонного повышения урожайности, снижения затрат труда и себестоимости продукции, а также повышения производительности и улучшения условий труда механизаторов.

Основные принципы рационального построения мобильных процессов: а) непрерывность работы или движения обрабатываемого материала; б) согласованность операций во времени и пространстве; в) наиболее полная загрузка всех звеньев процесса; г) наименьший материал- и машино- грузооборот.

Для поточного процесса характерен принцип ритмичности операций. Непрерывность – это подход, при котором производственный процесс организуют так, чтобы обрабатываемый материал (от одной машины к другой) или сами машины (при неподвижном материале) перемещались непрерывно (учитывая при этом не только механическую, но и биологическую обработку). Для сохранения непрерывности необходимо, чтобы количество обработанного материала в различных его звеньях было бы одинаково в любой момент времени. В полевых сельскохозяйственных процессах непрерывность носит пульсирующий характер, при котором обрабатываемый материал от одной машины к другой движется определенными дозами, частями. Согласованность во времени предполагает выполнение каждой операции в ходе процесса в строго определенное время с соблюдением необходимых интервалов между ними. Наиболее полная загрузка всех звеньев технологического процесса предусматривает расчленение процесса, обеспечивает высокую производительность машин и труда (как в целом по всей технологической линии, так и по отдельным ее элементам, участкам). Загрузку здесь следует относить к продолжительности операций, к пропускной способности машин, к мощности и другим показателям работы агрегатов. Наименьший материал- и машино- грузооборот сельскохозяйственных процессов характеризуется взаимосогласованными сборочными, распределительными и

транспортными операциями. Большая часть затрат труда, механической работы и средств при этом связана с перемещением машин и обрабатываемого материала.

По характеру движения обрабатываемого материала и другим признакам процесс может быть монотонным, непрерывно-пульсирующим и последовательным. Монотонный процесс характеризуется непрерывным движением обрабатываемого материала. Количество материала в отдельных звеньях процесса и его качество при этом остаются постоянными в любой момент времени. Непрерывно-пульсирующий процесс обуславливается тем, что обрабатываемый материал в машинах, осуществляющих группу технологических операций, движется непрерывно.

Для передачи в транспортные средства или машины, выполняющие последующие группы операций, обрабатываемый материал накапливается (сосредоточивается). При этом машины между собой сопряжены, т.е. разгрузка из одной (например, зерноуборочного комбайна) обеспечивается погрузкой в другую (в транспортные средства). Материал движется непрерывно, но отдельными порциями, пульсациями. Последовательный процесс основан на том, что одна операция отделена от другой по времени, а обрабатываемый материал движется с перерывами. Примером является производственный процесс возделывания любой сельскохозяйственной культуры. Поточность технологии характеризуется непрерывностью потока, при которой производительность по всем звеньям комплекса должна быть равной.

Для определения такта производственного процесса, состоящего из нескольких звеньев, выбирают основное (ведущее) звено и по его суточной производительности рассчитывают потребное число других звеньев. Непрерывность потока обеспечивается, если производительность звеньев одинаковая или кратная. Когда производительность предыдущих звеньев выше, чем последующих, возникает условно-поточная организация производственных процессов технологического цикла с образованием так называемого задела. Исходными данными для всех этих расчетов мобильных процессов являются плановые сроки работы, обрабатываемые площади полей, урожайность и соотношение между основным и дополнительным продуктами, расстояния перевозок материалов, нормы производительности на основных, вспомогательных и транспортных процессах производственного цикла.

2.3. Пути совершенствования мобильных процессов

Чтобы повысить производительность и качество выполняемой работы, снизить затраты труда и средств, улучшить условия труда, процессы при проектировании постоянно совершенствуют за счет принципиального изменения самого процесса, улучшения конструкций и повышения надежности машин, применения комплексных и универсальных агрегатов, уменьшения количества проходов тяжелых машин и т.д. Возделывание, например, зерновых культур предусматривает выполнение многих операций, связанных с перемещением тракторов и машин по полю и воздействием их на почву, причем все операции (вспашка, внесение удобрений, предпосевная культивация, боронование, выравнивание и прикатывание поверхности, посев) выполняют, как правило, раздельно. В результате этого затрачивается много труда и энергии, и, главное, при многократном воздействии на почву тракторных агрегатов ухудшается структура почвы, снижается ее плодородие. Подсчеты показывают, что суммарная площадь полос под колесами и гусеницами машин за цикл возделывания сельскохозяйственных культур превышает саму площадь возделывания. В ряде случаев разрыв между технологическими операциями по обработке почвы создает благоприятные условия для развития сорняков, которые произрастают раньше, чем

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, лушпыльников, 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. Минимализация 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. Кленин, Н.И. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины: учебник для ВУЗов / Н.И. Кленин. – М.: Колосс, 2008. – 293 с.
3. Халанский, В.М. Сельскохозяйственные машины: учебник / В.М. Халанский, И.В. Горбачев. – М.: Колосс. –2003. – 624 с.

Дополнительная

3. Кленин Н.И., Сакун В.А. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. – М: Колос, 1994.
4. Листопад Г.Е. и др. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины.- М: Колос, 1986. - 688 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 (семян, топлива, 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. Ограничениями 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 поле осматривают и устраняют причины (препятствия), которые могут снизить качество или создать неблагоприятные условия для работы агрегата; выбирают способ и направление движения, по которому устанавливают расположение загонов; отбивают поворотные полосы, устанавливают вешки и нарезают контрольные борозды при гоновом движении; разбивают поле на загоны и делают прокосы на поворотных полосах или углах загонов при уборке и провешивании линий первого прохода агрегата. При осмотре намечают мероприятия по очистке поля от остатков соломы, половы, крупных сорняков, камней и т.д.

Неустранимые препятствия, рвы, овраги, заболоченные места, кустарник и камни-валуны, которые могут привести к аварии и поломке машин, следует оградить 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 предупреждению 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 отбивают после выбора направления основного движения агрегата для работы гоновыми способами. Если в процессе выполнения операции имеется возможность выехать за пределы поля, поворотные полосы не отбивают. При загонных способах движения важно тщательно разбить поле на загоны. Работа на загонах, размеченных без провешивания первых проходов агрегата и границ, сопровождается искажением прямолинейности рабочих ходов, а это, в свою очередь, ведет к снижению выработки и к повышенному расходу топлива; ухудшается и качество обработки.

Для разметки первых проходов и границ поворотных полос, а также для обозначения границ между загонами и других вспомогательных линий применяют вешки, колышки, двухметровку, эккеры, угольники и другой инструмент. При разбивке полей необходимо намечать загоны параллельно длинной стороне участка, так как с увеличением длины гона возрастает производительность агрегата. Однако не следует увлекаться длинными загонами, при которых затрудняются техническое, технологическое и другие виды обслуживания агрегата. Работа агрегатов в загоне. В операционной технологии указывают выполняемые регулировки агрегата в загоне (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 загоне включает в себя вывод 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.

3.2. Основы проектирования 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. Технология 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 поточностью производства, комплексностью применения факторов интенсификации, оптимальной механизацией, оперативностью выполнения механизированных 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 урожай.

К факторам рациональной технологии относятся размещение посевов по лучшим предшественникам; использование высокоурожайных сортов с хорошим качеством зерна; полное обеспечение растений элементами минерального питания; дробное внесение азотных удобрений в период вегетации по результатам почвенной и растительной диагностики; применение интегрированной системы защиты растений от сорняков, вредителей и болезней; точное соблюдение норм, сроков и способов внесения удобрений и средств защиты растений; своевременное и качественное выполнение технологических приемов по защите почв от эрозии, накоплению влаги, созданию благоприятных условий для развития растений.

Рассмотрим научные основы рациональной технологии на примере возделывания яровой пшеницы. Сорт выбирают 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 полевую всхожесть и сохранность растений к уборке. Срок посева выбирают с учетом биологических особенностей сорта, гибрида в зависимости от погодных условий. Преждевременный или поздний посев резко снижает урожайность. Биологического обоснования требуют сроки и способы уборки. От этого во многом зависят и полнота сбора выращенного зерна, и сохранение его качества.

Перед уборкой проводят учет биологического и фактического урожая зерна. Особое внимание уделяют качеству зерна. Выделяют массивы (поля) пшеницы с высоким качеством зерна (сильная, ценная) еще на корню, затем качество зерна проверяют на току и в заготовительных организациях. Прежде чем освоить технологию, необходимо провести большую агрономическую подготовительную работу. Для поля, на котором будут размещены посевы пшеницы, составляют паспорт. В нем приводятся агрохимические показатели почвы (количество фосфора, калия, микроэлементов, реакция почвенного раствора) и фитосанитарное состояние (засоренность, болезни и вредители). Составляют план комплексного применения средств химизации (определяют нормы и виды удобрений для получения рассчитанного уровня урожая, время и приемы их внесения). Далее приведены примеры оформления вышеперечисленных документов. Разрабатывают интегрированную систему защиты посевов озимой 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 высокого экономического эффекта от применения технологии необходима полная реализация всех намеченных мероприятий этого сложного комплекса. Система земледелия в хозяйстве должна быть научнообоснованной. Посевы размещают по лучшим предшественникам в системе севооборотов. Лучшими считаются чистые и занятые пары, а также другие предшественники, обеспеченные достаточным запасом влаги. Проводят тщательную обработку почвы. Требования к обработке: измельчение почвы (размеры комочков должны быть от 1 до 5 см), выравнивание поверхности, разделка борозд и гребней, сохранение влаги в почве. Необходимо правильно определить нормы высева в расчете на конечную предуборочную густоту продуктивных стеблей (колосьев). Предпосевная подготовка семян должна быть особенно тщательной: протравливание + тур, инкрустирование и др. Применяют интегрированную защиту растений.

Необходимость проведения мер борьбы с болезнями, вредителями и сорняками определяют с учетом прогноза их развития, а сроки внесения и дозы пестицидов уточняют по данным текущих обследований и оценке фитосанитарного состояния посевов. Уборку нужно проводить в сжатые сроки раздельным способом или прямым комбайнированием. Необходимо формировать товарные партии зерна высокого качества. Строгое соблюдение технологической дисциплины – обязательное условие рациональной технологии.

Вопросы для самоконтроля

1. Назовите основные элементы операционных технологий.
2. Назовите основные операции при подготовке агрегатов к работе.
3. Назовите основные показатели агротехнических требований предъявляемые к операционной технологии.
4. Укажите основные этапы подготовки поля перед проведением основных операций.
5. Чем характеризуются рациональные технологии возделывания сельскохозяйственных культур?
6. Что относится к факторам рациональной технологии.

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. Кленин, Н.И. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины: учебник для ВУЗов / Н.И. Кленин. – М.: Колосс, 2008. – 293 с.
3. Халанский, В.М. Сельскохозяйственные машины: учебник / В.М. Халанский, И.В. Горбачев. – М.: Колосс. –2003. – 624 с.

Дополнительная

5. Кленин Н.И., Сакун В.А. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. – М: Колос, 1994.

Лекция 4 МАШИНЫ ДЛЯ УБОРКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

4.1. Прямое комбайнирование

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

Раздельное комбайнирование (уборка в валки) производится при достижении 50% зерна восковой спелости, включает в себя два этапа – непосредственно само скашивание и подбор валков. При этом необходимо соблюдение следующих условий:

- высота стерни не менее 15...20 см, для лучшего проветривания валков;
- равномерность валков по ширине и толщине, оптимальная величина 15...20 см, а во влажных районах их необходимо снижать;
- своевременный подбор валков.

Прямое комбайнирование проводится в более поздние сроки, когда 95% зерна достигает полной спелости. Такую уборку необходимо выполнять строго в сжатые сроки, при этом влажность зерна должна быть в пределах 14...17%, а высота среза для полеглых и низкорослых хлебов – 10 см, для остальных – 15 см.

4.2. Типы мотовил отечественных и зарубежных зерноуборочных и кормоуборочных комбайнов

Мотовило представляет собой вращающийся крылач, расположенный над режущим аппаратом. При движении комбайна каждая его лопасть поочередно входит в хлебную массу, захватывает и отделяет полосу стеблей, затем подводит их к режущему аппарату, после чего подает уже срезанные стебли к шнеку жатки.

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

- а) радиальное – с вращением планок по окружности (простое по конструкции, при уборке зерновых применяется редко, удовлетворительно работает только на прямостоящих хлебах);
- б) эксцентриковое – с параллельным перемещением планок (имеет параллельное перемещение граблин, четыре положения изменение углов установки граблин, что позволяет ему приспосабливаться к прямостоящим, полеглым и высокорослым хлебам);
- в) копирующее – с движением планок по заданной траектории (копирующее мотовило применяется при уборке гороха, низкорослых хлебов; его планки копируют выступы жатки, уменьшают «мертвую зону» между шнеком и траекторией планки, что приводит к снижению потерь зерна).

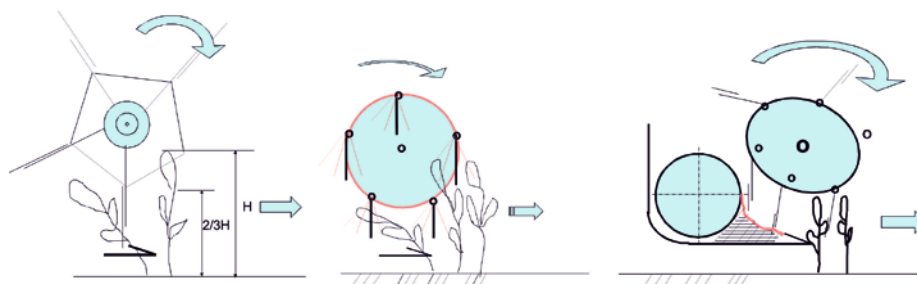


Рисунок. 4.1. Типы мотовил: а – радиальное, б – эксцентриковое, в – копирующее.

4.3. Типы режущих аппаратов. Разновидности привода 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 скашивании прямостоячих стеблей), беспальцевый или сегментно-пальцевый открытого типа (применяются на скашивании полеглых и засоренных хлебов).

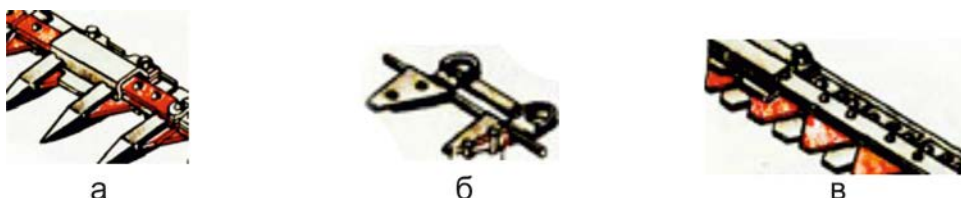


Рисунок 4.2. Режущие аппараты: а – сегментно-пальцевый закрытого типа, б – беспальцевый; в - сегментно-пальцевый закрытого типа.

Существует несколько видов механизмов привода режущего аппарата:

- кривошипно-шатунный механизм (на комбайнах СК-5А «Нива», «Енисей-1200»);
- механизм качающейся шайбы, в нем используется принцип шаровых шарниров (на комбайне «Дон-1500Б»);
- механизм системы Шумахера, планетарный привод (преимущественно на зарубежных комбайнах, хотя в последнее 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 возвратно-поступательные движения и в промежутки между неподвижными элементами режущего аппарата попадают стебли растений, 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. Прямое комбайнирование: назначение, условия применения.
2. Раздельное комбайнирование: назначение, условия применения.
3. Типы мотовил.
4. Радиальное мотовило: назначение, характеристика.
5. Эксцентриковое мотовило: назначение, характеристика.
6. Копирующее мотовило: назначение, характеристика.
7. Типы режущих аппаратов и их применение.
8. Существующие механизмы привода режущих аппаратов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. Кленин, Н.И. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины: учебник для ВУЗов / Н.И. Кленин. – М.: Колосс, 2008. – 293 с.
2. Халанский, В.М. Сельскохозяйственные машины: учебник / В.М. Халанский, И.В. Горбачев. – М.: Колосс. –2003. – 624 с.

Дополнительная

1. Кленин Н.И., Сакун В.А. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. – М: Колос, 1994.
2. Листопад Г.Е. и др. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины.- М: Колос, 1986. - 688 с.

Лекция 5 ЗЕРНОУБОРОЧНЫЕ КОМБАЙНЫ. МОЛОТИЛЬНЫЙ АППАРАТ И ТРАНСПОРТИРУЮЩИЕ РАБОЧИЕ ОРГАНЫ

5.1. Разновидности молотильных аппаратов

Основное назначение молотильного аппарата: выделить полностью все зерно из колоса, кроме того этот узел производит сепарацию 70...80% зерна из соломы.

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

- по числу молотильных барабанов – на однобарабанные (СК-5А, Дон-1500Б, Енисей 950, NIVA EFFECT, ACROS530) и двухбарабанные (Енисей 954, Енисей 1200, ПАЛЕССЕ GS12);

- по конструкции молотильного барабана молотильные аппараты могут быть бильные, штифтовые, зубовые и аксиально-роторные.

Молотильные аппараты с бильными барабанами (рис. 5.1 а) получили наибольшее 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 рабочими элементами являются бичи, закрепленные по всей поверхности барабана.

В процессе взаимодействия бичей с растительной массой последняя претерпевает различные виды деформации, к основным из которых можно отнести перетирание и удар. В результате этого происходит отделение зерна от колоса. Кроме процесса обмолота, бильный молотильный аппарат осуществляет и выделение обмолоченного зерна через сепарирующую решетку подбарабанья (деку). Бильный барабан универсален: пригоден для обмолота большого числа культур.

Штифтовый молотильный аппарат (рис.5.1 б), по сравнению с бильным, лучше обмолачивает влажный хлеб, но больше измельчает солому. Рабочими элементами барабанана и подбарабанья являются штифты. Применяется для уборки трудно отделяемых от колоса или метелки зерен (например риса). К недостаткам относятся: большая энергоемкость, сложная конструкция, большой вес, больше повреждает зерно и измельчает солому, чем бильный молотильный аппарат.

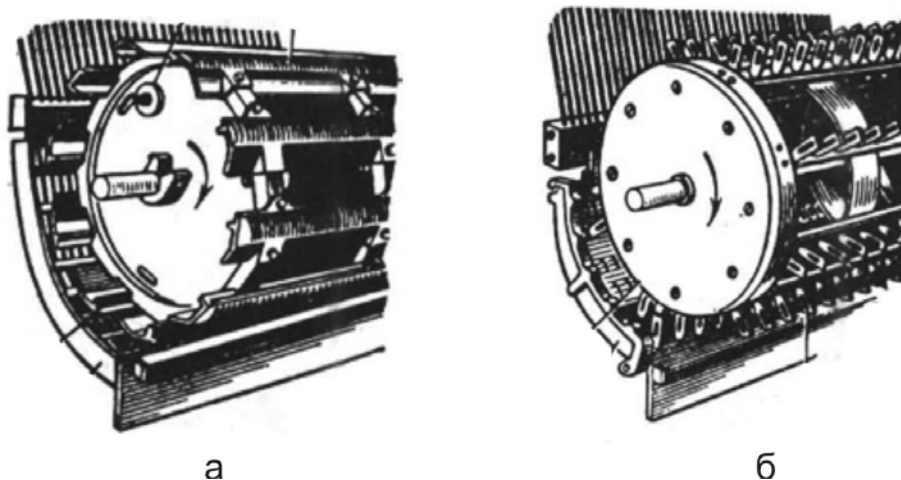


Рисунок. 5.1. Молотильные аппараты: а – бильный, б – штифтовый.

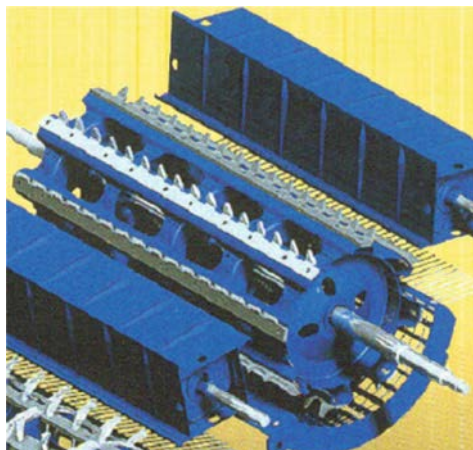


Рисунок. 5.2. Зубовой молотильный барабан

У зубового молотильного барабана (рис. 5.2) рабочими элементами являются зубья. Данный вид по всем параметрам занимает промежуточное положение между бильным молотильным аппаратом и штифтовым. Широкое применение зубовые молотильные барабаны нашли на комбайнах Красноярского комбайнового завода (например, Енисей 970).

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

К преимуществам аксиально-роторного молотильного аппарата по сравнению с поперечно-поточными относятся: большая пропускная способность, меньшие дробление и потери зерна, ниже чувствительность к изменениям подачи хлебной массы, продольного и поперечного наклона поверхности поля, 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 загрузку решет очистки; скручивают влажную, засоренную сорными растениями хлебную массу в жгуты, вследствие чего возрастают потери зерна и энергоемкость процесса.

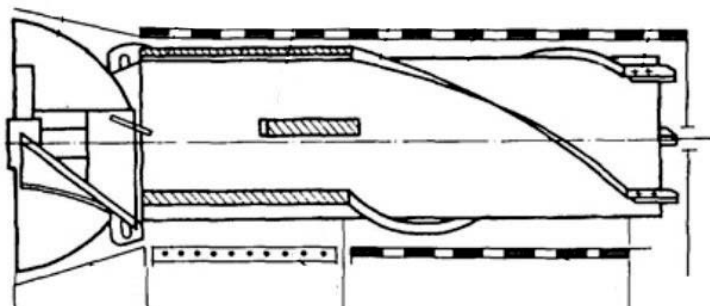


Рисунок. 5.3. Аксиально-роторный молотильный аппарат.

5.2. Настройки молотильных аппаратов на уборку различных культур

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

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

Зазоры устанавливают так, чтобы обеспечить максимальный вымолот и минимальное дробление зерна. При небольшом зазоре интенсивность обмолота больше, однако увеличивается повреждение зерна и сильнее измельчается солома, что ухудшает качество работы очистки. При появлении недомолота зазоры постепенно уменьшают, пока не добьются полного вымолота. При этом следят за дроблением зерна. Если дробление возросло, увеличивают зазоры до появления признаков недомолота. Если таким приемом 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 постепенно, так как при недостаточной частоте возрастает недомолот, а при повышенной - дробление и микроповреждение зерна, а также чрезмерно измельчается солома. Таким образом, зазоры увеличивают, а частоту вращения барабана снижают при уборке легко обмолачиваемых культур. При этом следят за тем, чтобы не было недомолота. На уборке трудно обмолачиваемых влажных и засоренных хлебов зазоры уменьшают, а частоту вращения барабана увеличивают в такой степени, чтобы не было повреждения зерна.

Таблица 5.1.

Оптимальные окружные скорости молотильного барабана	
Вид убираемой культуры	Окружная скорость молотильного барабана, м/с
Пшеница	28...30
Бобовые	12...15
Подсолнечник	12...15
Семенники трав	34...36

5.3. Транспортирующие органы уборочных машин

Обработанный молотильным аппаратом ворох поступает на соломотряс. Его функцией является выделение зерна из соломы и транспортирование ее за пределы молотилки.

Соломотрясы комбайнов бывают: клавишные, платформенные и роторные.

Клавишные соломотрясы нашли наибольшее распространение. Он достаточно надежен.

Платформенный соломотряс применяется в прямоточных комбайнах, у которых ширина молотилки практически не отличается от ширины захвата жатки. Он прост в изготовлении, но по сравнению с клавишным соломотрясом при равной длине имеет

приблизительно в 1,5 раза меньшую пропускную способность единицы ширины. Недостатком его является также наличие значительных сил инерции и трудность их уравновешивания.

У роторных соломотрясов рабочими органами являются вращающиеся роторы с установленными под ними решетчатыми деками. Они выполняют роль соломоочесов. Из всех перечисленных видов этот самый компактный. Но существенным его недостатком является сильное измельчение соломы.

Транспортирующими устройствами являются преимущественно шнеки (зерновой, распределительный зерновой, выгрузной, колосовые) и элеваторы (зерновой и колосовой).

Вопросы для самоконтроля

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

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. Кленин, Н.И. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины: учебник для ВУЗов / Н.И. Кленин. – М.: Колосс, 2008. – 293 с.
2. Халанский, В.М. Сельскохозяйственные машины: учебник / В.М. Халанский, И.В. Горбачев. – М.: Колосс. –2003. – 624 с.

Дополнительная

1. Кленин Н.И., Сакун В.А. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. – М: Колос, 1994.
2. Листопад Г.Е. и др. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины.- М: Колос, 1986. - 688 с.

Лекция 6 КОМПЛЕКС МАШИН ДЛЯ ЗАГОТОВКИ КОРМОВ

6.1. Виды кормов, их технологические свойства

К основным видам кормов относятся: сено (рассыпное и прессованное), сенаж, витаминная мука и силос. Рассмотрим их подробнее.

Сено – это корм из травы, скошенной и высушенной до влажности 15...17% и ниже. Достоинство этого вида корма – богатое содержание клетчатки 20...30%. Ценность данного корма зависит от его ботанического состава, места произрастания травы, способа её 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.

Сенаж – это грубый корм из травы, провяленной до влажности 50...55 % и законсервированная в герметических ёмкостях. Его можно готовить из ценных, но трудно силосуемых бобовых трав и бобово-злаковых смесей. На сенаж травы следует скашивать в фазе бутонизации.

Витаминная мука – это витаминно-белковый корм, полученный из искусственно высушенных трав. Её готовят из свежескошенной зелени при кратковременном воздействии нагретого воздуха, таким образом, сохраняя имеющиеся в траве витамины и питательные вещества. Скашивание необходимо производить для однолетних трав в период цветения и начала образования плодов, для многолетних трав – до цветения.

Силос – это сочный корм, приготовленный консервированием без доступа воздуха из скошенных и измельченных различных культур (кукуруза, подсолнечник, многолетние высокостебельные травы). Их уборку следует производить при влажности сечки 70...75%.

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

6.2. Комплекс машин для заготовки кормов

Процессы приготовления рассмотренных видов кормов включают в себя следующие операции:

- скашивание, скашивание с плющением, скашивание с измельчением;
- ворошение и сгребание в валки;
- ворошение и оборачивание валков;
- копнение;
- уборка копен (сволакивание);
- скирдование.

При заготовке кормов с использованием прессования три последние операции заменяются на следующие:

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

Комплекс машин для осуществления этих операций включает в себя: косилки, косилки-плющилки, силосоуборочные комбайны, грабли, подборщики, волокуши и копновозы, стогометатели и стогаобразователи, пресс-подборщики, тюкоподборщики.

6.3. Рабочие органы машин (устройство, рабочий процесс, характеристика)

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

Косилки предназначены для скашивания естественных и сеяных 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 (к мотоблокам, конные, тракторные, самоходные);
- по способу агрегатирования (навесные, прицепные, полунавесные);
- по расположению режущего аппарата (с боковым и фронтальным расположением);
- по числу режущих аппаратов (одно-, двух-, трех-, пятибрусные)

Косилки: КДП-4МП, КРН-2,1А, КСФ-2,1, КРН-6-Ф, КРП-302 Berkut, Strige 2100; комбайны: КС-1,8, КСК-100, DON 680М.

Основным рабочим органом косилок является режущий аппарат. Существуют следующие типы: сегментно-пальцевый, беспальцевый и ротационный (барабанные и сегментно-дисковые).

Устройство и работа сегментно-пальцевых и беспальцевых режущих аппаратов косилок (рис. 6.1) аналогична режущим аппаратам уборочных машин для зерновых, бобовых и других культур, рассматриваемых ранее.

Барабанные 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 противорежущей пластиной. Такой режущий аппарат используется для скашивания массы с одновременным с измельчением.

Ротационно-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) ножи производят бесподпорное скашивание травы.



Рисунок. 6.1. Косилка сегментно-пальцевая.



Рисунок. 6.2. Косилка ротационно-дисковая

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

- по типу тяги (конные и тракторные);
- по типу соединения с трактором (прицепные, навесные и полунавесные);
- по направлению образования валка (поперечные и продольные);
- типу установленных рабочих органов (зубовые, барабанные, роторные и колесно-пальцевые).

Рабочими элементами зубовых поперечных граблей (рис. 6.3) являются изогнутые зубья, закрепленные на брусках. Такие грабли предназначены для невысоких скоростей, т.к. при больших скоростях разрушают валок. Их достоинством является обеспечение формирования валка массой 1...4 кг на погонный метр длины валка в независимости от урожайности.

Барабанные грабли имеют принудительное вращение грабельного аппарата от ходовых колес или от ВОМ трактора. Рабочий орган представляет собой барабан, образованный штангами с пружинными зубьями. С помощью параллелограммного механизма сохраняют постоянное направление для предохранения от наматывания на него сгребаемой травы. Сам барабан устанавливается под углом к направлению движения машины. Машины с такими рабочими органами могут выполнять сгребание массы в валок, ворошение и оборачивание валка.



Рисунок. 6.3. Грабли зубовые.



Рисунок. 6.4. Грабли роторные.

Рабочим органом роторных граблей (рис. 6.4) служит ротор с граблинами. При его вращении пальцы граблин входят в массу, подхватывают ее и затем перемещают, после чего выходят из валка. Поднятие и опускание граблин в определенных зонах происходит под воздействием копирующего механизма, представляющего собой ролик, движущийся по специальной направляющей беговой дорожке.

К достоинствам роторных граблей относятся копирование рельефа поля, маневренность машины, высокая производительность.

Колесно-пальцевые грабли предназначены для выполнения трех операций: сгребание массы в валок и ворошение валка – выполняются одной, либо двумя рабочими секциями, а также оборачивание валка – выполняется только одной секцией.

Рабочими органами таких машин являются пальцевые колеса (рис. 6.5), вращающиеся при работе за счет контакта пальцев с поднимаемой массой и поступательного движения самой машины. Достоинствами таких граблей являются однородность получаемого валка, хорошее копирование поля, высокая чистота сгребания (при правильной регулировке рабочих пальцевых колес).

Пресс-подборщики предназначены для подбора сена из валков, его прессования с последующей обмоткой или обвязкой образованных тюков.

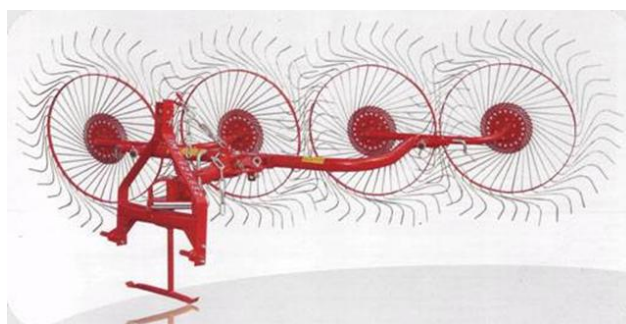


Рисунок. 6.5. Рабочая секция колесно-пальцевых граблей .

При технологии заготовления сена с прессованием его в тюки имеются следующие преимущества:

- сокращаются потери урожая (до 10%) при транспортировке и хранении;
- лучше сохраняются питательные вещества (потери в стогах 8...15%, в тюках – 1,5%);
- в 3...4 раза сокращается объем транспортных средств и складских помещений.

Пресс-подборщики классифицируют по следующим признакам:

- по форме образуемых тюков (поршневые – образуют тюки прямоугольной формы, рулонные – образуют тюки цилиндрической формы);

- по способу агрегатирования (прицепные, полунавесные, навесные, самоходные, стационарные);
- по направлению подачи материала (с боковой, верхней и фронтальной подачами);
- по плотности прессования (низкой – 80...100 кг/м³, средней – 100...320 кг/м³ и высокой - свыше 320 кг/м³ плотности прессования).

Основными рабочими органами пресс-подборщиков являются питающие элементы, прессующая часть и вязальный (обматывающий) аппарат. Питающие органы подбирают пружинными пальцами сено с поверхности почвы, поднимают его на необходимую высоту, направляют к загрузочному отверстию и проталкивают в прессовальную камеру. Одновременно питающие органы немного уплотняют подбираемую массу, что повышает производительность прессующей части. Основной питающий орган (подборщик) в большинстве случаев расположен сбоку относительно прессующей части, а в рулонных пресс-подборщиках и в подборщиках с качающимся поршнем – спереди. В некоторых машинах (с верхней подачей) подборщик конструктивно выполняется в виде одного узла с транспортером.

Прессующая часть тюковых пресс-подборщиков представлена обычно поллой камерой, в которой движется поршень. В рулонных пресс-подборщиках прессовальная камера охвачена прессующими элементами, например, бесконечными замкнутыми прорезиненными ремнями, образующими петлю, которая увеличивается по мере набивания в нее прессуемой массы.

Готовые тюки (рулоны) обвязываются нитями шпагата или проволоки с образованием узлов, либо обматываются также обвязочным материалом с последующим его обрезанием.

Вопросы для самоконтроля

1. Виды кормов, характеристика и особенности.
2. Операции, осуществляемые при заготовке кормов и комплекс машин.
3. Назначение и классификация косилок.
4. Рабочие органы косилок: особенности, характеристика.
5. Грабли: назначение и классификация.
6. Рабочие органы: устройство, характеристика.
7. Пресс-подборщики: назначение, классификация, рабочие органы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. Кленин, Н.И. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины: учебник для ВУЗов / Н.И. Кленин. – М.: Колосс, 2008. – 293 с.
2. Халанский, В.М. Сельскохозяйственные машины: учебник / В.М. Халанский, И.В. Горбачев. – М.: Колосс. –2003. – 624 с.

Дополнительная

1. Кленин Н.И., Сакун В.А. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. – М: Колос, 1994.
2. Листопад Г.Е. и др. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины.- М: Колос, 1986. - 688 с.

Лекция 7 МАШИНЫ ДЛЯ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНА

7.1. Технологические свойства зерновых смесей

Технологические свойства зерновых смесей:

1. Размерные характеристики семян (a – толщина, b – ширина, c – длина, рис. 6.1). Соотношение размеров у семян разных культур отличается. Так например, у пшеницы длина семени в три раза больше его толщины; у овса - в пять раз; у гороха толщина и ширина практически равны.
2. Масса (здесь следует рассматривать абсолютную массу семян, т.е. масса 1000 шт.
3. Форма (шаровидная, эллипсоидная, чечевицевидная, трехгранная, сердцевидная, почковидная и др.).
4. Характер и свойства поверхности семени (гладкая, морщинистая, шиповидная, бугорчатая и др.).
5. Коэффициент трения (внутреннее и внешнее – по различным поверхностям).
6. Аэродинамические свойства (скорость витания, парусность).

7.2. Рабочий процесс плоского решета

На плоских решетках зерновая смесь разделяется по толщине и ширине входящих в них семян.

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 применяют для разделения семян по ширине, вторые – для разделения по толщине.

Рабочий процесс плоского решета происходит следующим образом. Зерновая смесь перемещается по решету и то семя, размерная характеристика которого больше, чем размер отверстий, не может пройти сквозь них и движется дальше по поверхности. Постепенно, таким образом, образуется фракция схода, т.е. это семена сходящие по решету.

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

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

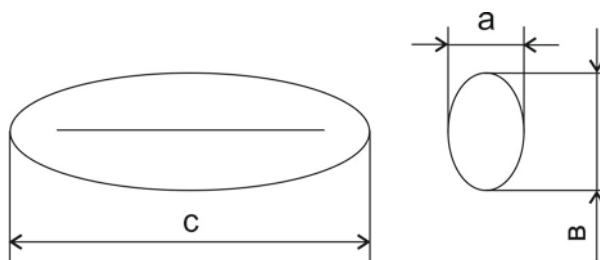


Рисунок.7.1. Размерные характеристики семян.

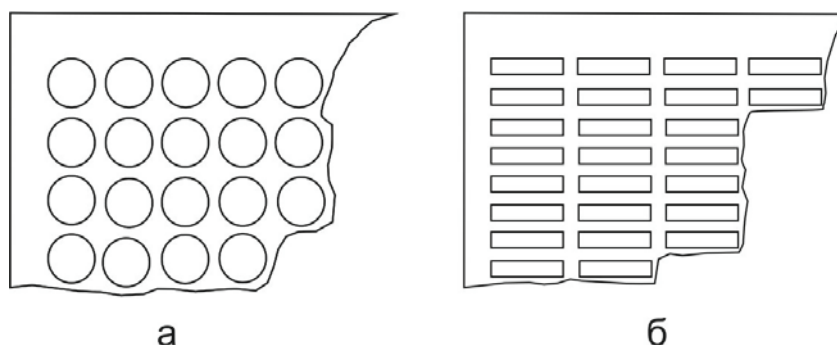


Рисунок. 7.2. Плоское решето: а – с круглыми отверстиями, б – с продолговатыми отверстиями.

7.3. Рабочий процесс воздушной очистки

Способ разделения зерновых смесей посредством воздушного потока широко применяется на зерноочистительных машинах. Он основывается на различиях в массовой характеристике и аэродинамических свойствах семян и примесей.

Аэродинамические свойства семян характеризуется сопротивлением, которое оказывает воздух при их движении. Чем меньше сопротивление частица вызывает, тем медленнее она движется.

Зерновые смеси разделяются на фракции семян и примесей в воздушных каналах зерноочистительных машин. Рассмотрим как происходит этот рабочий процесс.

Разделяемая смесь засыпается в канал с восходящим воздушным потоком, при этом обрабатываемый материал движется вниз (рис. 6.3).

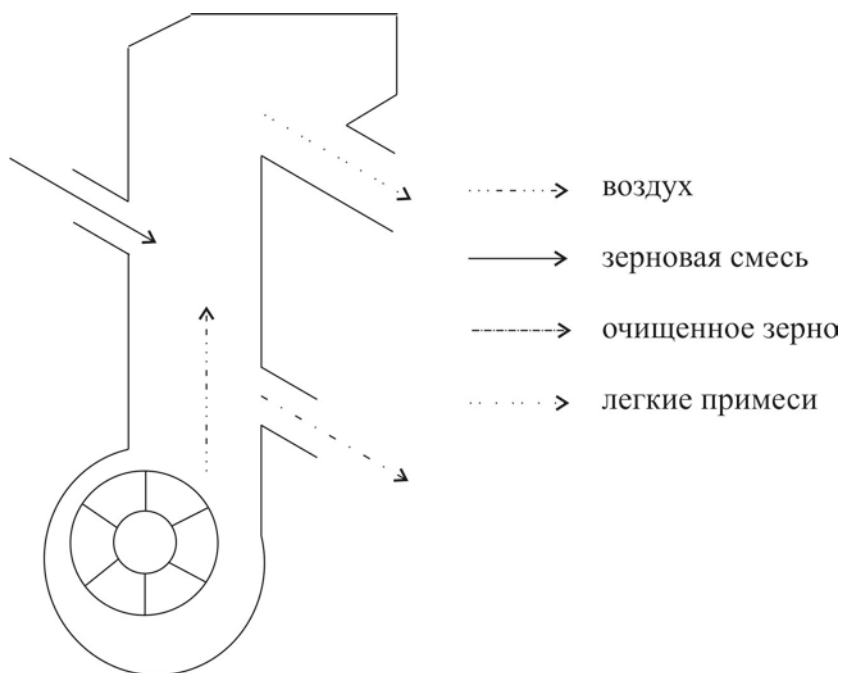


Рисунок. 7.3. Разделение зерновой смеси воздушным потоком.

Движущийся воздух захватывает с собой легкие примеси (частички соломы, полова, пылинки и др.) в специальные отстойные камеры, где они осаживаются. Очищенное же зерно двигается дальше вниз.

Необходимо знать, что разделение зерновых смесей возможно только тогда, когда критические скорости частиц имеют разное значение. Под критической скоростью частицы понимают скорость вертикального восходящего потока воздуха, при которой она находится во взвешенном состоянии (для семян пшеницы этот показатель составляет 9...12 м/с, для семян сорняков – 2...7 м/с).

7.4. Цилиндрические триеры

Разделение зерновой смеси по длине частиц возможно посредством триера.

Триеры бывают:

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

Во всех типах триеров происходит отбор частиц ячейками, образованными в его рабочем органе. Диаметр ячеек может быть разным, в зависимости от обрабатываемой культуры. Ячейками любых триеров всегда отбираются только короткие частицы, которыми могут быть как примеси, так и основная культура.

Цилиндрический триер (рис. 7.4) представляет собой полый барабан 1. На его поверхности выполнены ячейки в виде ковшей, образованные посредством штамповки. Цилиндр имеет наклон 2° относительно горизонта. Внутри триера установлен желоб-приемник (лоток) 2, а в полости последнего – шнек 3.

Рабочий процесс происходит следующим образом. Во вращающийся триерный цилиндр подается зерновая смесь и перемещается вдоль его оси. Частицы под действием сил трения поднимаются по внутренней поверхности триера на некоторый угол, попадая при этом в ячейки. Надо отметить, что в ячейки могут попадать как короткие частицы, так и длинные (помещаются не полностью).

При дальнейшем вращении цилиндра короткие зерна поднимаются выше и выпадают в лоток, в дальнейшем они выводятся за пределы триера шнеком. Более же длинные зерна, не удержавшись в ячейке, выпадают раньше и скапливаясь уходят сходом из цилиндра. Таким образом, происходит постоянный процесс циркуляции частиц и постепенное разделение смеси на фракции по длине.

Для нормальной работы цилиндрического триера необходимо соблюдение условия: 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 (влажности, засоренности и др.). Поэтому необходимы исследования и разработки, направленные на возможность регулирования рабочего процесса в соответствии со свойствами зерна.

Одним из направлений в развитии зерноочистительной техники являются попытки автоматизировать управление режимами и рабочим процессом, т.к. основная масса регулировок выполняется вручную, а автоматическое более надежно.

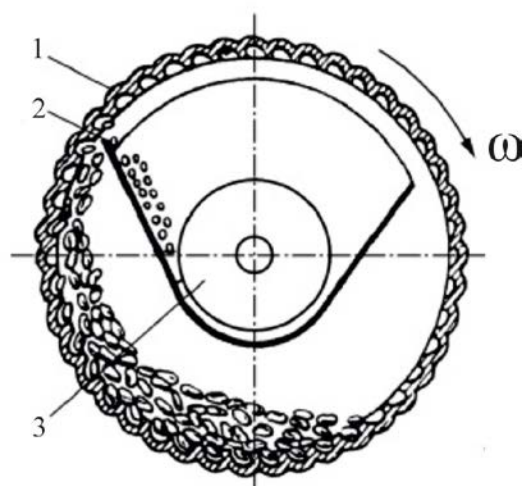


Рисунок. 7.4. Цилиндрический триер: 1 – триерный цилиндр, 2 - лоток, 3 – шнек.

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

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

Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите технологические свойства зерновых смесей.
2. Как происходит разделение зерновых смесей посредством плоского решета.
3. Расскажите о рабочем процессе разделения зерновых смесей воздушным потоком.
4. Условие разделения частиц воздушным потоком.
5. Последовательность рабочего процесса цилиндрического триера.
6. Условие разделения зерновых смесей с помощью триера.
7. каковы основные направления развития зерноочистительных машин.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. Кленин, Н.И. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины: учебник для ВУЗов / Н.И. Кленин. – М.: Колосс, 2008. – 293 с.
2. Халанский, В.М. Сельскохозяйственные машины: учебник / В.М. Халанский, И.В. Горбачев. – М.: Колосс. –2003. – 624 с.

Дополнительная

1. Кленин Н.И., Сакун В.А. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. – М: Колос, 1994.
2. Листопад Г.Е. и др. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины.- М: Колос, 1986. - 688 с.

Лекция 8 МАШИНЫ ДЛЯ УБОРКИ КАРТОФЕЛЯ

8.1. Технологии уборки картофеля

Производство картофеля достаточно трудоемкий процесс, сопровождающийся большими затратами труда до 800 чел.-ч/га, причем основная его доля (45...60%) - это именно операция уборки урожая. Ее производят вручную, полумеханизированным и механизированным способом.

Механизация уборочного процесса картофеля обусловлена рядом причин:

- незначительное содержание клубней в подкопанной массе (не более 2%);
- чувствительность клубней к механическим повреждениям;
- резкая изменчивость почв в зависимости от погодных условий;
- неблагоприятные для разделения физико-механические свойства почвы (липкость, пластичность, комковатость и др.);
- наличие в почве дополнительных примесей (камни, корневища, сорняки и др.).

Картофель убирают двумя способами:

- 1) тереблением за ботву;
- 2) подкапыванием клубней вместе с почвенным 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 (транспортное средство).

8.2. Комплекс картофелеуборочных машин

Для уборки картофеля используются следующие типы машин и орудий:

- ботвоуборочные машины (ротационная косилка-измельчитель КИР-1,5, КИР-1,5БМ – с бункером, ботводробитель БД-4);
- картофелекопатели (КТН-1Б, КТН-2В, КСТ-1,4М);
- картофелеуборочные комбайны (КПК-3, КПК-2-01, ККУ-2А, ККУ-2А-4);
- сортировальные машины и пункты (КСП-15Б, КСП-25, КСЭ-15Б, Л-701).

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;
- усилие на отрыв клубней от столонов и на разрыв и теребление ботвы с клубнями из почвы;
- коэффициенты трения скольжения, качения, опрокидывания и др.

Расположение клубней в почве имеет значение для параметров подкапывающих рабочих органов. В нашей стране наибольшее распространение получили следующие показатели: ширина междурядий – 60, 70 см, шаг посадки – 30 см. Параметры гнезда клубней (рис. 8.1) - ширина залегания клубней B , глубина залегания нижнего h_1

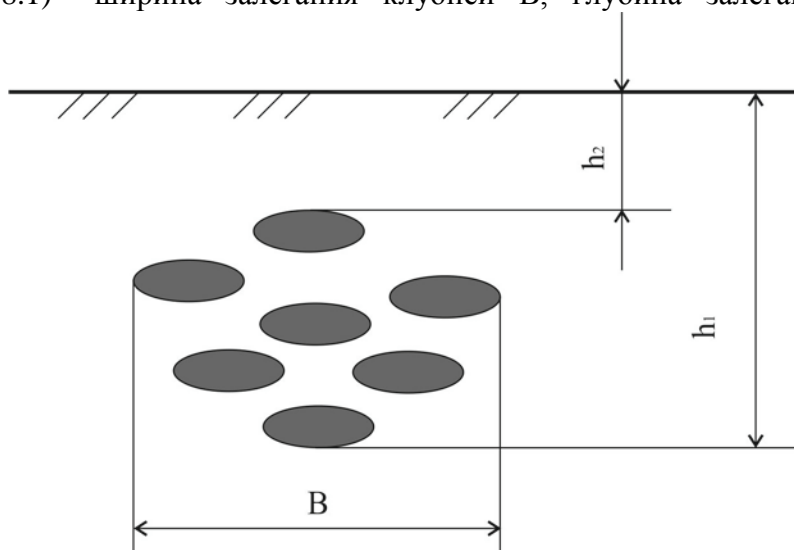


Рисунок. 8.1. Параметры клубневого гнезда картофеля.

и верхнего клубней h_2 зависят от сорта, глубины посадки, типа почвы, агротехники возделывания и др. факторов.

Форма клубней картофеля зависит от сорта картофеля. Различают продолговатую, округлую, бочковидную, плоскую, реповидную и др. формы. При сепарации лучше отделяются крупные клубни округлой формы.

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

Прочность клубней проверяется на разрушение (появление трещин) и раздавливание, причем как при статических, так и при динамических нагрузках.

Опытным путем установлено, что усилие раздавливания $P_{\text{разд.}} = 575 \dots 970 \text{ Н}$.

Появление же трещин при ударе клубня о металлическую поверхность происходит при скорости соударения 10 м/с и выше, а при скорости менее 3 м/с – повреждений мякоти нет.

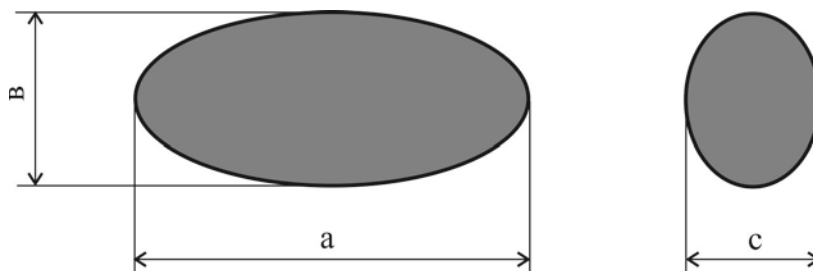


Рисунок. 8.2. Размеры клубня картофеля.

8.4. Рабочие органы уборочных машин

Технологический процесс уборки картофеля сопровождается несколькими операциями, поэтому машины оснащаются целым рядом специализированных рабочих органов:

- подкапывающими;
- сепарирующие;
- транспортирующие;
- комко- и ботвоотделяющие.

Подкапывающие рабочие органы предназначены для подкапывания клубненосного 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 лемехов.

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

При работе прямыми плоскими лемехами в зависимости от почвенно-климатических условий может отсутствовать крошение, треугольными плоскими – разваливание почвы и части клубней по сторонам, корытообразными – залипание почвы в местах изгиба.

Активные подкапывающие рабочие органы существуют следующих видов:

- колеблющийся лемех (работает без сгруживания почвы, с меньшим тяговым сопротивлением, происходит самоочищение лезвия);
- дисковый (устанавливается под углом наклона, имеет принудительное вращение, сложен в изготовлении, возможно наматывание стеблей);
- валиковый (сочетание лемеха, квадратного и круглого вальцов).

Комбинированные подкапывающие рабочие органы представляют собой сочетание пассивных и активных рабочих органов. Например: сочетание ротора и плоского лемеха; получившее широкое распространение сочетание дисковых копачей (дисков установленных под углом схождения) и лемеха.

Сепарирующие (просеивающие) рабочие органы должны отделять 70...80% почвы с допустимыми повреждениями клубней (2...3%). Известны несколько типов, наиболее распространение получили: прутковые элеваторы, колеблющиеся грохоты (решета), барабанные (представляют собой полый барабан, внутри которого происходит активное перемещение вороха).

Достоинства прутковых элеваторов: простота конструкции, менее чувствительны к наклонам картофелеуборочной машины. Недостатки: быстрый износ деталей, дополнительные затраты энергии на привод, значительная материалоемкость,

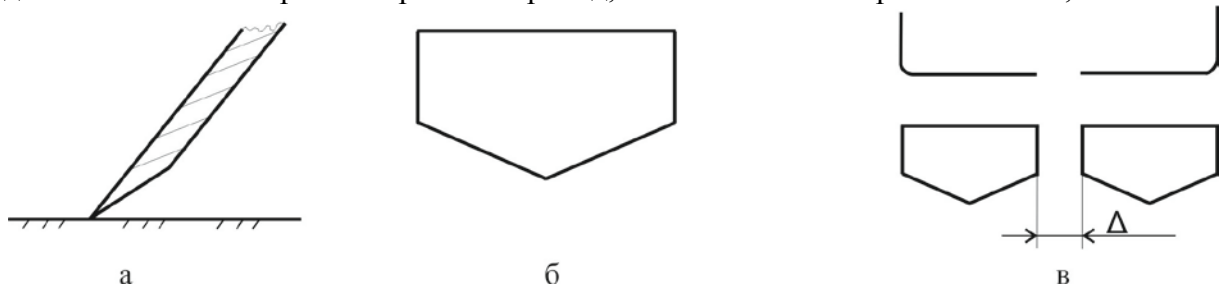


Рисунок. 8.3. Пассивные подкапывающие рабочие органы: а – плоский прямой, б – плоский треугольный, в – корытообразный.

залипание на влажных почвах.

Колеблющиеся грохоты позволяют сменной решет изменить просвет между прутками (10...200 мм), могут работать в комбинации с лемехом. К недостаткам относятся: трудность уравнивания инерционных сил, вызывающих вибрацию рамы и дополнительные напряжения.

Барабанные сепарирующие органы надежны в работе, износостойки, отсутствуют неуравновешенные силы инерции. Недостатки: забивание растительными остатками и влажной почвой, на каменистых почвах значительны повреждения клубней, сложность изготовления.

Комкоотделяющие рабочие органы выполняют разделение клубней и комков посредством раздавливания комков и на основе различия в физико-механических свойствах (плотность, твердость, упругость, трение и др.). По принципу работу делятся на:

- разрушающие почву в грядках (в виде катков различной формы, расположены перед подкапывающими рабочими органами)

- разрушающие комки посредством статического напряжения (сочетание прорезиненного баллона заполненного воздухом и ленточного транспортера – сложны в изготовлении, сопровождаются приростом мелкой легкопросеваемой фракции, но эффективнее за счет двойного воздействия; сочетание вальцов – масса пропускается между ними – просты в изготовлении, сравнительно небольшой прирост мелкой легкопросеваемой фракции.

Ботвоудаляющие рабочие органы бывают двух типов:

- для предварительного удаления ботвы (косилки и т.п., например КИР-1,5);
- для удаления ботвы в комбайнах (например пропускание вороха между двумя прорезиненными транспортерами, либо между прижимным и прутковым транспортером, в месте прижима устанавливается отбойный пруток).

Вопросы для самоконтроля

1. Какие способы уборки существуют? Перечислите операции, сопровождающие уборочный процесс и комплекс машин, обеспечивающий их выполнение.
2. Перечислите и охарактеризуйте технологические свойства картофеля.
3. Подкапывающие рабочие органы: назначение, виды, характеристика.
4. Сепарирующие рабочие органы: назначение, виды, характеристика.
5. Транспортирующие рабочие органы: назначение, виды, характеристика.
6. Комко- и ботвоотделяющие рабочие органы: назначение, виды, характеристика.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. Кленин, Н.И. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины: учебник для ВУЗов / Н.И. Кленин. – М.: Колосс, 2008. – 293 с.
2. Халанский, В.М. Сельскохозяйственные машины: учебник / В.М. Халанский, И.В. Горбачев. – М.: Колосс. –2003. – 624 с.

Дополнительная

1. Кленин Н.И., Сакун В.А. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. – М: Колос, 1994.
2. Листопад Г.Е. и др. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины.- М: Колос, 1986. - 688 с.

Лекция 9 МАШИНЫ ДЛЯ УБОРКИ СВЕКЛЫ

9.1. Способы уборки. Комплекс машин

Существует несколько классификаций способов уборки свеклы:

- по используемой технике: ручной, машинный (свеклоподъемниками и комбайнами);
- по технологической схеме: теребильного типа, выкапывающего типа с предварительной обрезкой ботвы на корню);
- по виду организации уборки (поточный – сокращает сроки уборки, требует большого количества транспортных средств; перевалочный – применяется при большой засоренности посевов и недостатке транспортных средств; поточно-перевалочный - комбинированный из первых двух).

Комплекс машин представлен следующими видами:

- ботвоуборочные машины (БМ-6Б, МБС-6, РБМ-6 и др.);
- корнеуборочные машины (КС-6В, РКС-6, РКМ-6 и др.);
- свеклопогрузчики-очистители самоходные (типа СПС-4,2А).

9.2. Технологические свойства корней и ботвы свеклы

Технологические свойства корней свеклы и ее ботвы определяют тип, конструкцию и параметры свеклоуборочных машин. Рассмотрим их:

- размерно-массовая характеристика: масса корней может изменяться в сто раз (0,1...10 кг), диаметр корней $D_k=0,03...0,17$ м, длина корней $l_k=0,07...0,35$ м, длина ботвы $l_b=0,25...0,4$ м;
- расположение головок корней относительно поверхности поля (рис. 9.1) - $\Delta_{1max}=80$ мм, $\Delta_{2max}=30$ мм;
- силы теребления (неподкопанных корней – 300...600 Н, подкопанных корней – 50...120 Н, сила разрыва ботвы – 200...4000 Н);
- прочность;
- коэффициенты трения скольжения, качения, опрокидывания и др.

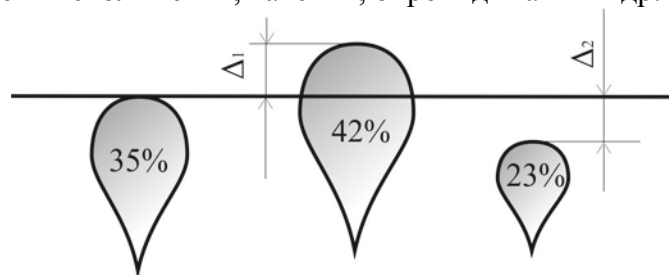


Рисунок. 9.1. Расположение головок корней свеклы в почве.

9.3. Рабочие органы уборочных машин

Согласно операциям, обеспечивающим уборочный процесс рабочие органы подразделяются на:

- ботвосрезающие аппараты;
- подкапывающие;
- сепарирующие.

Наибольшее распространение среди ботвосрезающих аппаратов получили дисковые (обычно с копирующим механизмом) и роторные (установленные на оси ножи).

Подкапывающие рабочие органы могут быть пассивными и активными. Пассивные представлены различными лемехами и подкапывающими лапами. Они просты в изготовлении и эксплуатации, но неработоспособны на засоренных и влажных почвах.

Активные подкапывающие рабочие органы представлены дисковыми или вильчатыми копачами.

Дисковые копачи представляют собой два диска, установленные с развалом. Привод сожжет быть выполнен на оба или только на один диск, кроме этого диски могут вращаться за счет сил трения о почву при движении машины. Такие рабочие органы имеют пониженное тяговое сопротивление и меньше травмируют корни.

Вильчатые копачи представляют собой в основании два конуса, переходящие в цилиндрические трубы. Расположены они под углом относительно друг друга, наклонены к горизонту и имеют принудительное вращение. Их преимущества: меньшая материалоемкость, не забиваются почвой даже на большой рабочей скорости.

Сепарирующие рабочие органы представлены кулачковыми очистителями, прутковыми элеваторами, битерами-комкодробителями и шнековыми очистителями. Обычно эти виды применяются на машине в различных сочетаниях.

Кулачковый очиститель представляет собой квадратные валы, установленные в шарикоподшипниках, с закрепленными на них в шахматном порядке кулачками.

Прутковые элеваторы устроены и работают аналогично элеваторам картофелеуборочных машин.

Битер-комкодробител – это вал с жестко закрепленным на нем пакетом многогранных дисков, грани которого в процессе очистки отбивают комки с поверхности корня и дробят их.

Шнековый очиститель представляет собой набор вальцов с приваренным по винтовой линии стальным прутком, причем шаг спирали у всех разный. Они вращаются попарно навстречу друг другу. Корни свеклы в ворохе получают как поступательное, так и вращательное движение, тем самым получая интенсивное очищение.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие способы уборки свеклы существуют? Расскажите о комплексе машин, обеспечивающих уборочный процесс.
2. Расскажите о технологических свойствах корней свеклы.
3. Перечислите типы рабочих органов, устанавливаемых на уборочных машинах
4. Ботвосрезающие рабочие органы: назначение, виды, характеристика.
5. Подкапывающие рабочие органы: назначение, виды, характеристика.
6. Сепарирующие рабочие органы: назначение, виды, характеристика.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. Кленин, Н.И. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины: учебник для ВУЗов / Н.И. Кленин. – М.: Колосс, 2008. – 293 с.
2. Халанский, В.М. Сельскохозяйственные машины: учебник / В.М. Халанский, И.В. Горбачев. – М.: Колосс. –2003. – 624 с.

Дополнительная

1. Кленин Н.И., Сакун В.А. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. – М: Колос, 1994.
2. Листопад Г.Е. и др. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины.- М: Колос, 1986. - 688 с.

Лекция 10
ОСНОВЫ ТЕОРИИ РАБОЧИХ ПРОЦЕССОВ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ
МАШИН

10.1. Виды деформаций почвенного пласта

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

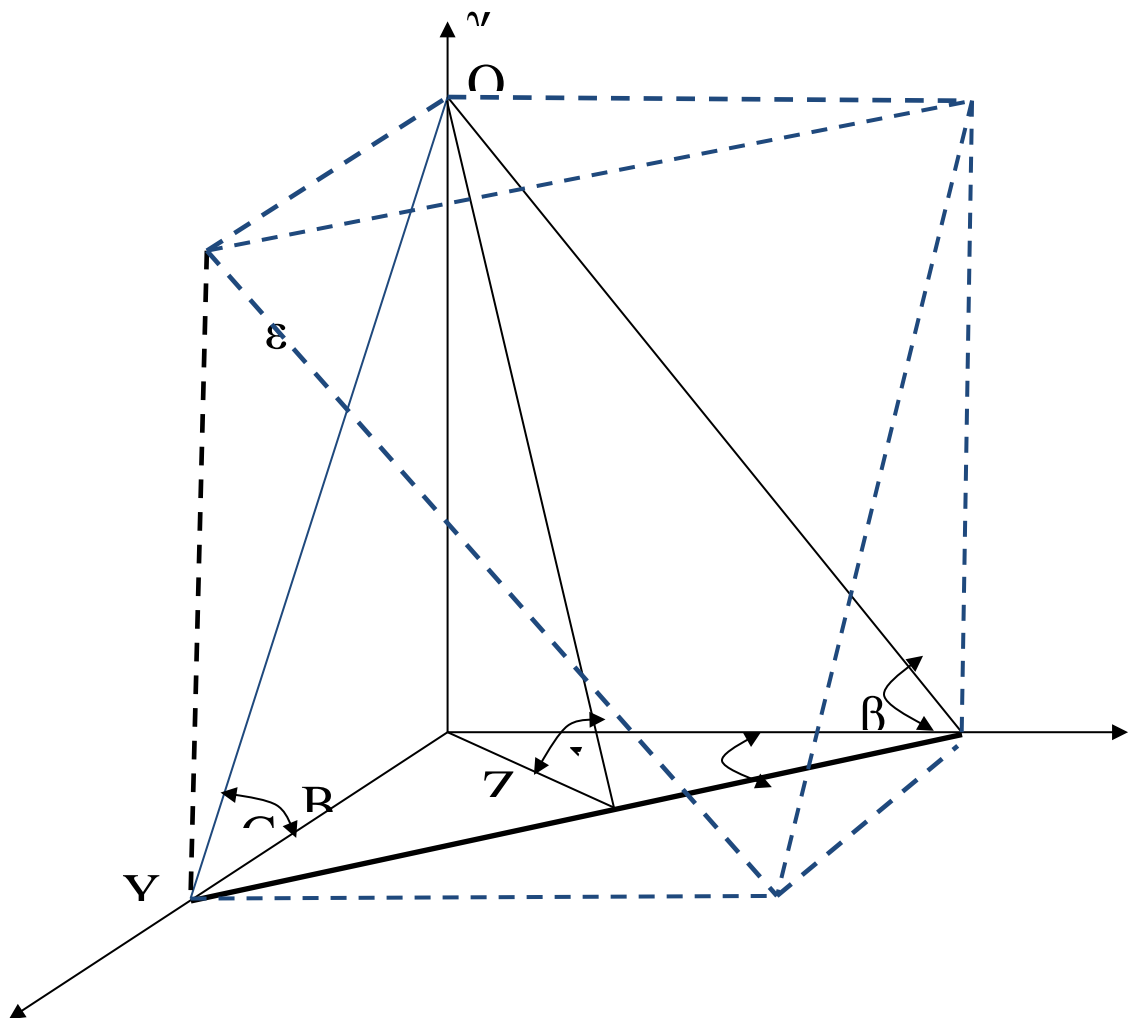


Рисунок 10.1 Трехгранный клин

Каждый из клиньев при движении трехгранного клина по оси OX выполняет свою работу. Например, клин $OABV'CC'$ отделяет пласт от дна борозды и поднимает его на себя, клин $OAC'A'VC$ отделяет пласт от стенки борозды и отводит его в сторону, клин $OAA'VV'C$ оборачивает пласт и укладывает его на ранее отваленный предыдущим проходом пласт.

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

За счет угла β наклона рабочей поверхности в поперечно-вертикальной плоскости почвенный пласт наклоняется в сторону. В силу постоянства угла β трехгранный клин не может обернуть пласт при сбрасывании его в борозду, так как для этого требуется довести его до величины, большей 90° .

Следовательно, для обеспечения оборачивания пласта необходим такой сложный клин, 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 дальнейшее развитие трехгранного клина с непрерывно изменяющимися углами α , β и γ . Характер развития каждого из углов определяет тип отвальной поверхности. Продвигаясь по такой криволинейной поверхности отвала, почвенный пласт постепенно поднимается, крошится и опрокидывается в борозду.

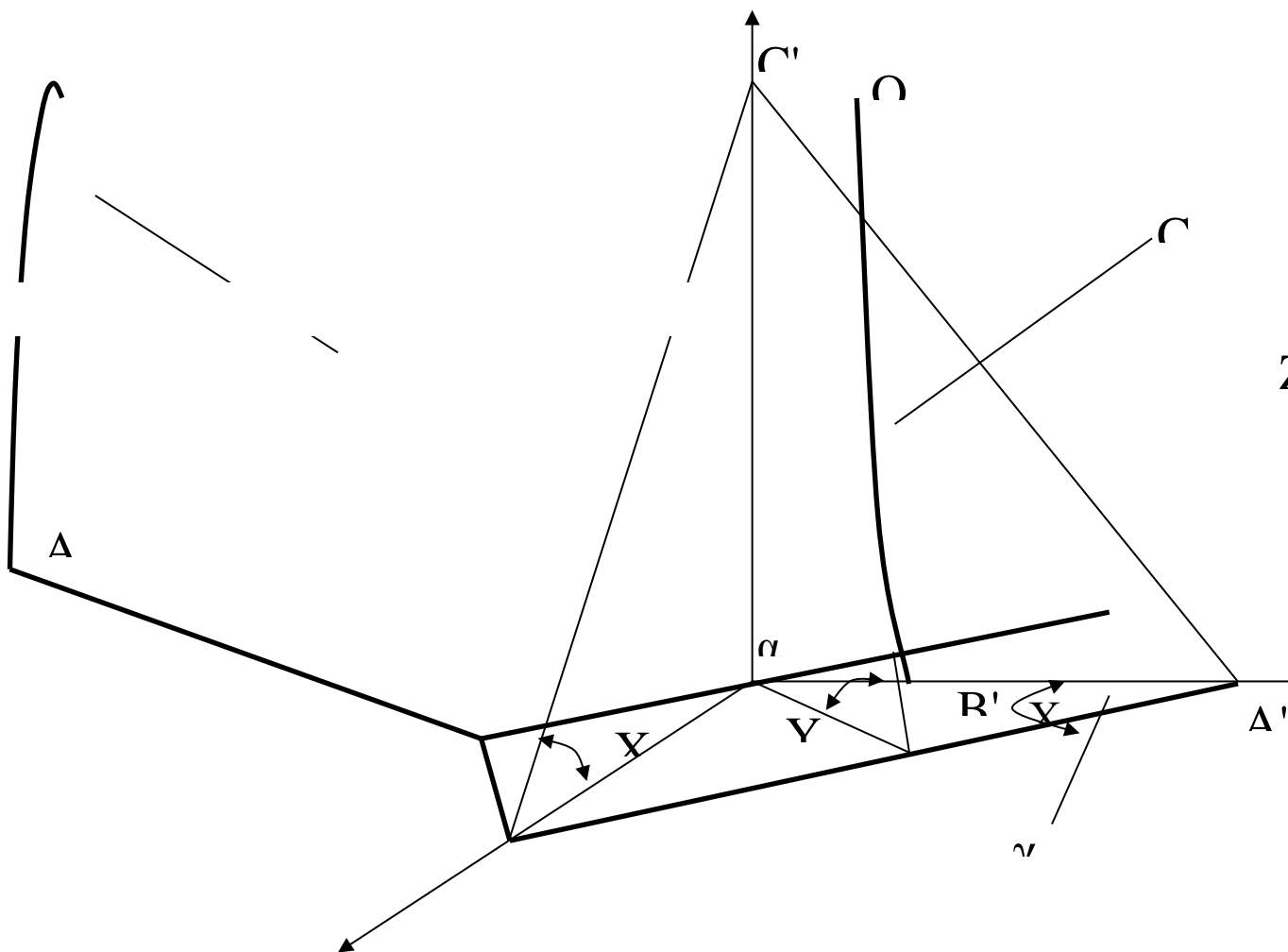


Рисунок 10.2 Рабочая поверхность корпуса плуга

Рабочая поверхность корпуса плуга состоит из лемеха 1, груди 2 и крыла 3, причем лемех является сменной частью. AB — лезвие лемеха; AC' — полевой обрез; $C'D$ — верхний обрез; DE — бороздовой обрез.

10.2. Развитие трехгранного клина в криволинейную поверхность

В плоском трехгранном клине углы α , β и γ остаются неизменными для любой точки рабочей поверхности. Деформация пласта будет наблюдаться только при подъеме его на рабочую поверхность. Дальнейшее перемещение пласта по клину будет происходить без деформаций. Очевидно, чтобы вновь подействовать на поднятый пласт, надо применить новый клин, поставив его на пути пласта. Это сведется, например, к наращиванию клина QC с углом α другим клином с углом α_1 (рис. 10.3). Многократное наращивание начального клина приведет к многогранной поверхности.

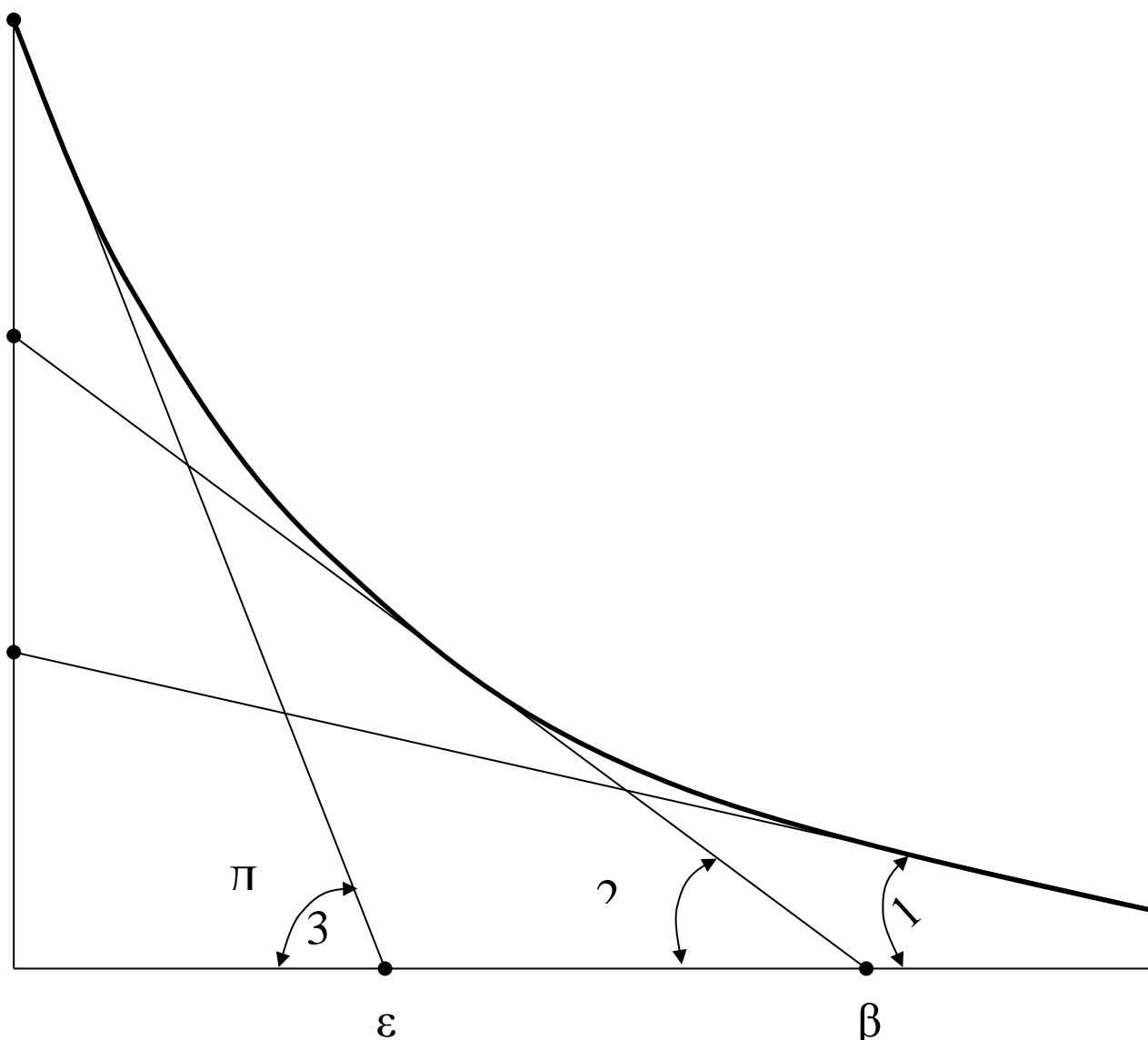


Рисунок 10.3 Развитие углов плоского клина

Для непрерывного развития крошащей способности клина надо воспользоваться плавной криволинейной поверхностью, вписанной в представленный многогранник. И чем круче эта поверхность, тем сильнее крошащее воздействие ее на пласт.

10.3. Оборот пласта и построение профиля борозды

В процессе работы плужный корпус лезвием лемеха подрезает пласт шириной b на глубине вспашки a . Отделение пласта вдоль стенки борозды производится дисковым ножом или полевым обрезом отвальной поверхности (рис. 10.4). Подъем пласта с поворотом его в сторону борозды выполняется грудью отвала, а окончательное опрокидывание пласта — крылом отвала.

Рисунок 10.4 Схема оборота пласта

Для анализа технологической операции оборота пласта сделаем допущение, 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 , до того как пласт займет вертикальное положение, а затем относительно ребра D' , до тех пор пока грань $D'C'$ не ляжет на ранее отваленный пласт.

Из DA_1D_1 определим угол δ наклона отваленного пласта к горизонту.

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

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

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 захвата корпуса и меньше глубина пахоты, а растительные остатки будут заделываться более полно.

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

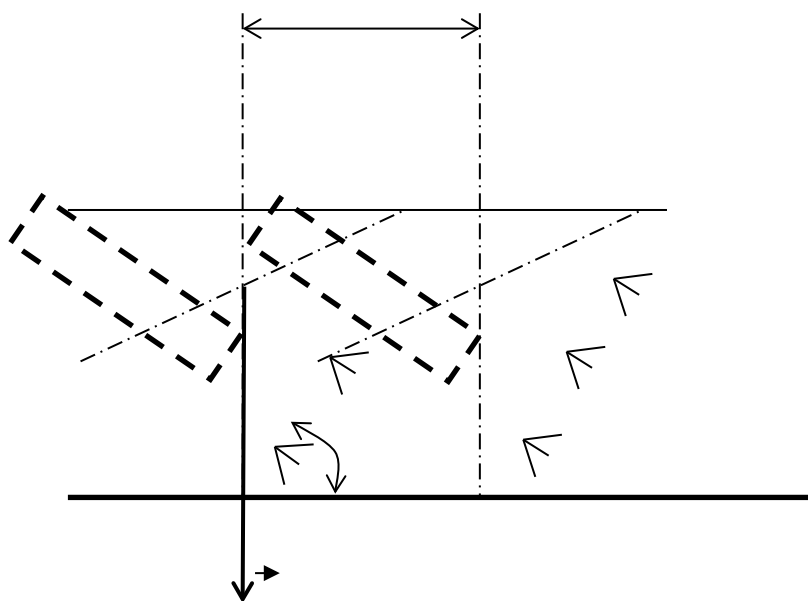


Рисунок 10.5 Положение неустойчивого равновесия пласта

Неустойчивое положение пласта будет в случае, когда его диагональ BD , $B'D'$ и т. д. располагается вертикально. Такой пласт после прохода корпуса может упасть обратно в борозду.

Из подобия прямоугольных треугольников DBA и $DA'D'$ следует:

$$\frac{BD}{DD'} = \frac{AB}{A'D'} \quad \text{или} \quad \frac{\sqrt{a^2+b^2}}{b} = \frac{b}{a}$$

После преобразования получим:

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

Решив биквадратное уравнение, получим $k \approx 1,27$. Таким образом, устойчивое положение пласта будет при $k < 1,27$.

Для плугов с предплужниками и углоснимами соотношение сторон почвенного пласта может быть уменьшено до 1,0, так как предплужник вырезает верхнюю часть пласта и сбрасывает ее на дно борозды, отчего угол наклона пласта уменьшается.

10.4. Принципы построения рабочих поверхностей отвалов

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

По форме рабочей поверхности отвалы плугов делятся на три основных типа: винтовые, цилиндрические и промежуточные. К промежуточным относятся культурные, полувинтовые и скоростные отвалы.

Цилиндрические отвалы редко используются в плугостроении и являются частным случаем цилиндрических поверхностей отвалов промежуточного типа, которые обладают как крошащей, так и оборачивающей способностями.

Целесообразно поэтому рассмотреть способы образования двух поверхностей — цилиндрической и винтовой, используемых для обработки резко отличающихся по своим свойствам почв.

10.5. Цилиндрический отвал

Цилиндрические отвалы — частный случай отвальных поверхностей. Характерной особенностью цилиндрического отвала является то, что образующая прямая п-п, 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 равным $45\text{...}50^\circ$.

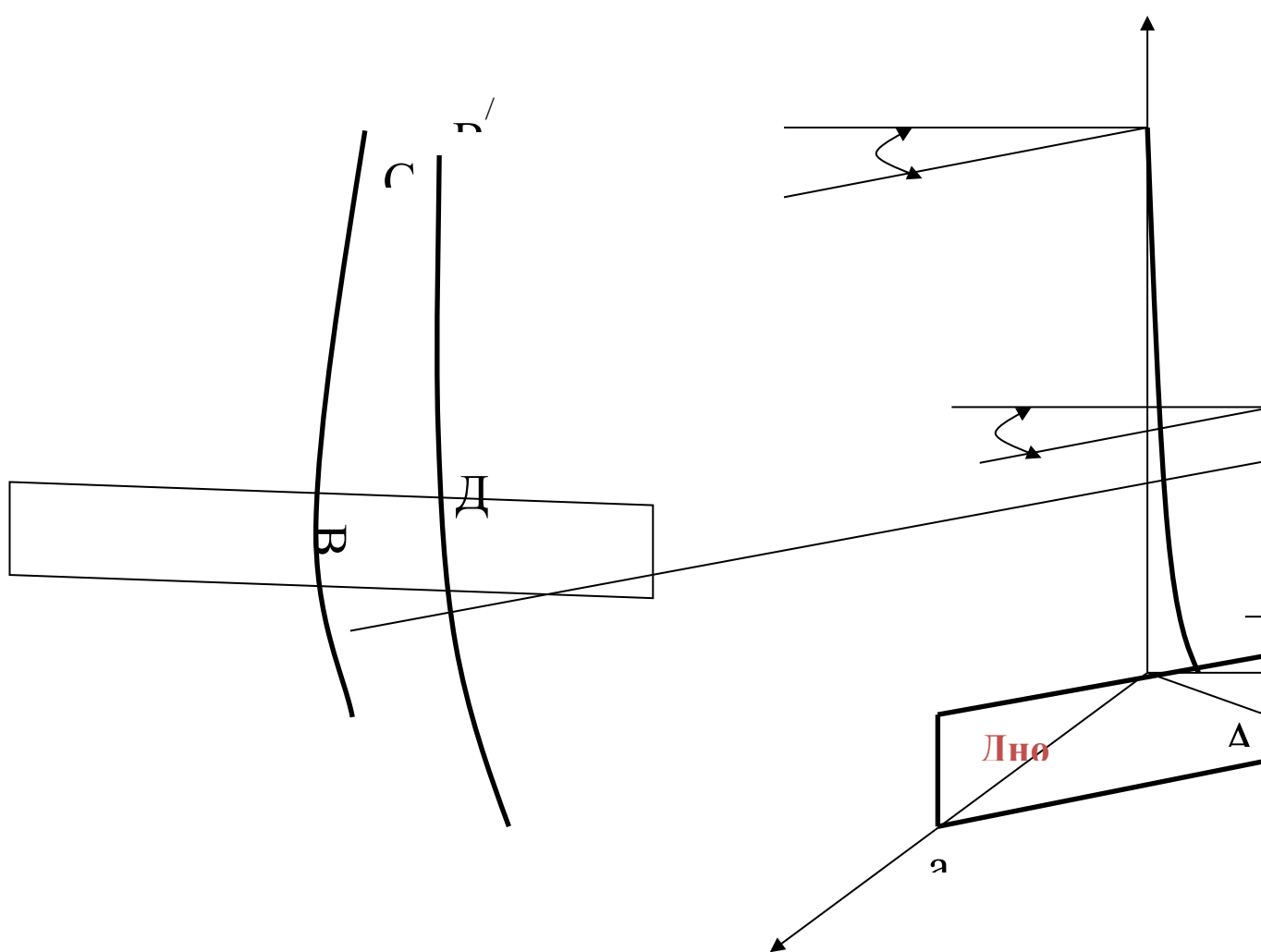


Рисунок 10.6 Цилиндрический отвал

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

Углы оборота пласта β увеличиваются незначительно, вследствие чего отвал не обеспечивает удовлетворительного оборота пласта и потому на плугах общего назначения не применяется.

10.6. Винтовой отвал

Поверхность винтового отвала можно представить как развитие трехгранного клина.

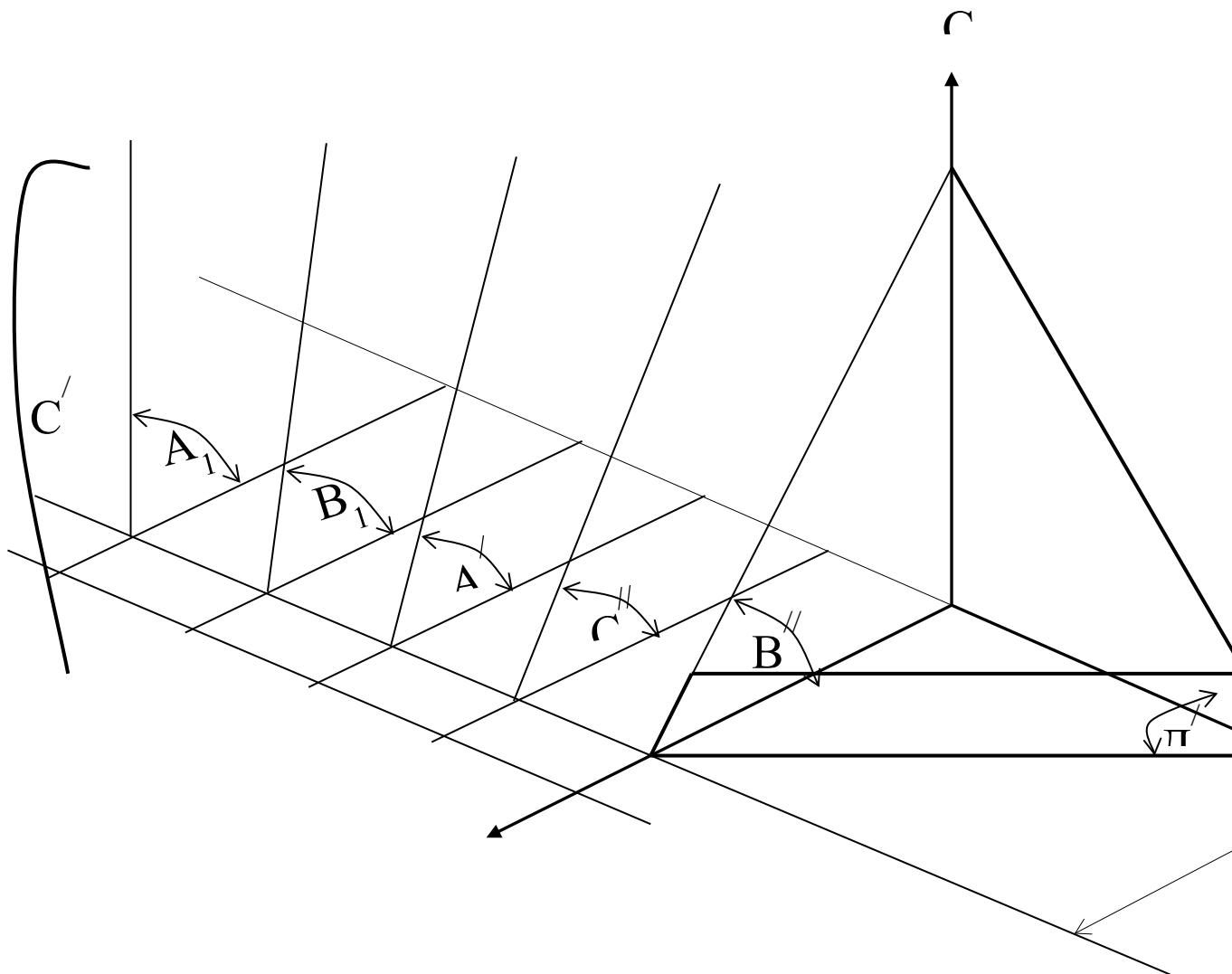


Рисунок 10.7 Образование поверхности винтового отвала

Трехгранный клин ABC поворачивает пласт на угол β . Если угол постепенно 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 (геликоид).

Тот же результат можно получить перемещением образующей прямой по закону винта.

Так как при обороте пласта его поперечное сечение вращается вокруг вершины B, а затем вокруг вершины C, то рабочая поверхность винтового отвала комбинированная: она состоит из двух плавно переходящих одна в другую поверхностей.

Винтовая поверхность комбинированного типа образуется последовательным вращением одной и той же образующей около двух направляющих линий в соответствии с характером поворота пласта. В качестве направляющей для образования винтового отвала выбирается прямая линия.

Вопросы для самоконтроля

1. Укажите виды деформаций почвенного пласта.
2. Поясните развитие углов плоского клина.
3. Поясните принцип построения профиля борозды.
4. Поясните принципы построения рабочих поверхностей отвалов.
5. Дайте характеристику цилиндрическим отвалам.
6. Дайте характеристику винтовым отвалам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. **Кленин, Н.И.** Сельскохозяйственные и мелиоративные машины [Текст]: учебник для ВУЗов / Н.И. Кленин. – М.: Колосс, 2008. – 293 с.
2. Машины и оборудование в растениеводстве. Основы теории и расчета рабочих процессов [Текст]: учеб. пособие / А.Г. Рыбалко, [и др.]. – ФГОУ ВПО Саратовский ГАУ, 2011. – 115 с.
3. **Кленин, Н.И.** Сельскохозяйственные машины. [Текст]: учебник для ВУЗов/ Н.И. Кленин, С.Н.Киселев, А.Г.Левшин. – М.: КолосС, 2008, 816 с.

Дополнительная

1. **Чарушников, В.А.** Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины «Теория и расчет сельскохозяйственных машин» [Текст]: Чарушников В.А., Давыдов С.В. – Саратовский мед.унив-т. – 1995. – 78с
2. **Протасов, А.А.** Теория и расчет сельскохозяйственных машин. Методические указания для студентов специальности «Агроинженерия» и др. [Текст]: / Протасов А.А., Давыдов С.В., Емелин Б.Н., Шардина Г.Е.; ФГОУ ВПО Саратовский ГАУ, 2008 – 56 с
3. **Рыбалко, А.Г.** Машины для обработки почв, посева и посадки растений. Учебное пособие. [Текст]: / Рыбалко А.Г., Волосевич Н.П., Федоров В.А., Чарушников В.А.; Саратовский СХИ, 1987. – 78 с.
4. **Халанский, В.М.** Сельскохозяйственные машины [Текст]: учебник / В.М. Халанский, И.В. Горбачев. – М.: Колосс. –2003. – 624 с.

Лекция 11 РАВНОВЕСИЕ ПЛУГА

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

11.1. Определение длины полевой доски

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

Полевую доску закрепляют на стойке корпуса параллельно стенке борозды, тогда при работе корпус плуга опирается о дно и стенку, борозды. Для обоснования оптимальных размеров полевой доски, т. е. ее длины и высоты, изобразим силы, действующие на корпус плуга в горизонтальной плоскости (рис.11.1). Так как пласт действует с большим усилием на лемех и грудь отвала, чем на крыло, то, по мнению акад. В. П. Горячкина, «можно считать достаточным, чтобы сила, действующая на середину лемеха, при своем продолжении встречала пятку полевой доски».

Тогда длина L полевой доски определится из условия, что линия действия вектора силы R сопротивления почвы, продолженная до пересечения со стенкой борозды, ограничивает в точке C полевую доску.

Рассмотрим треугольник ADC и по теореме синусов запишем:

$$\frac{AC}{\sin 90^\circ + \varphi} = \frac{AD}{\sin(90^\circ - \gamma_0 - \varphi)}$$

где φ — угол трения почвы о рабочую поверхность; γ_0 — угол наклона лезвия лемеха к стенке борозды.

На угол трения φ результирующая R сил сопротивления почвы отклоняется от нормали N . Следовательно,

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

По данным акад. В. П. Горячкина принимают, что сила R приложена в середине длины лезвия лемеха, тогда получим:

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

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

Подставив в последнее выражение значение l , получим:

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

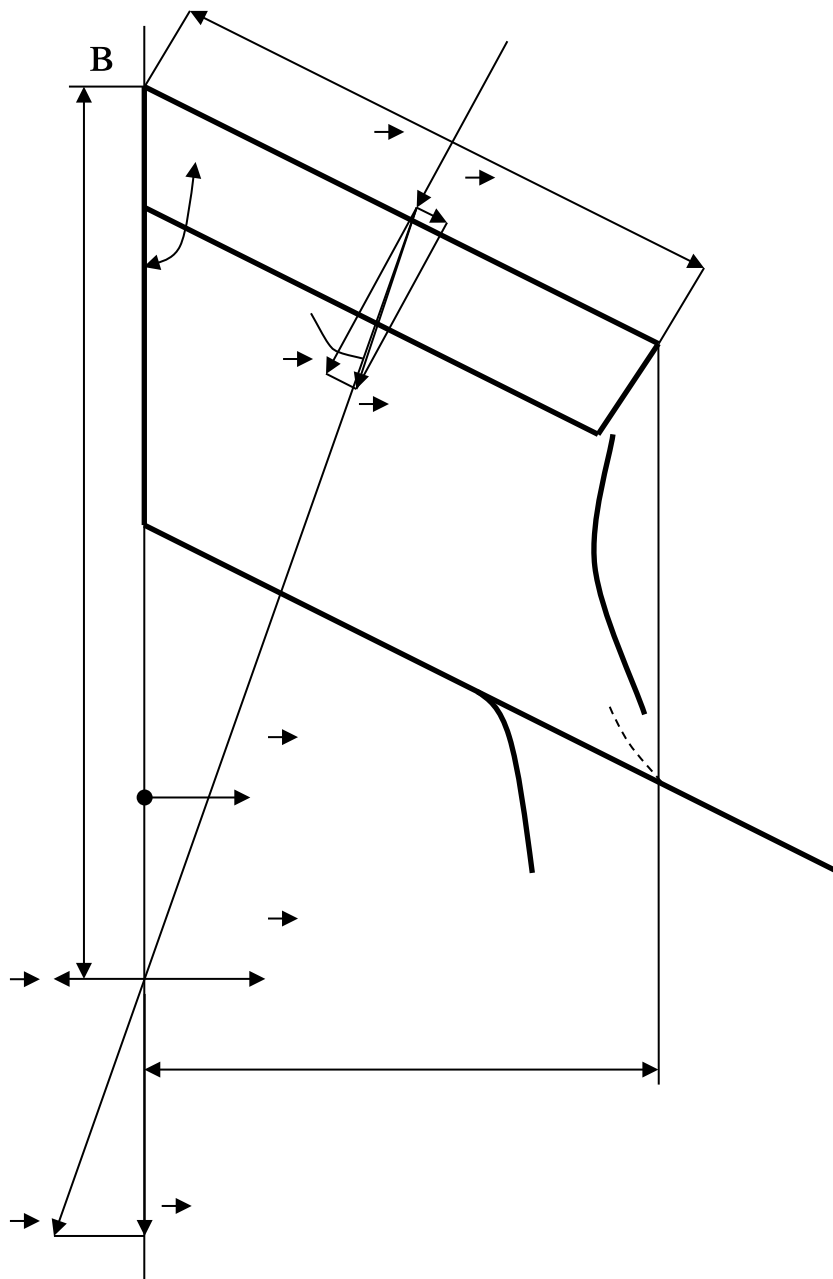


Рисунок 11.1. Схема к определению длины полевой доски

При расчете ширины полевой доски исходят из допустимого давления свободного конца полевой доски на стенку борозды.

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

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

Для определения силы сопротивления плугов акад. В. П. Горячкин предложил рациональную формулу:

$$P = P_1 + P_2 + P_3,$$

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

Сопротивление холостого хода плуга P_1 может быть подсчитано по формуле

$$P_1 = Gf,$$

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

Второй член формулы относится к полезным сопротивлениям и учитывает деформации и разрушение обрабатываемого пласта

$$P_2 = kavn,$$

где: k — коэффициент удельного сопротивления почвы, Н/см²; n — количество корпусов; a, b — соответственно глубина пахоты и ширина захвата корпуса плуга.

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

Третий член формулы учитывает то сопротивление, которое возникает при сообщении скорости почвенному пласту для его отбрасывания в сторону вспаханного поля:

$$P_3 = \varepsilon abnv^2,$$

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

Подставив значения составляющих в первое уравнение, получим окончательное выражение рациональной формулы силы сопротивления плуга:

$$P = Gf + kavn + \varepsilon abnv^2$$

Тяговое сопротивление плуга, подсчитанное по данной формуле, является средней величиной. В действительности оно постоянно колеблется в большей или меньшей степени около среднего значения. Средней величиной тягового сопротивления можно пользоваться для определения количества корпусов плуга, который можно агрегатировать с тем или иным трактором, и других расчетов пахотного агрегата.

Вопросы для самоконтроля

1. Линия действия какой силы ограничивает длину полевой доски корпуса плуга?
2. Как определяется сопротивление холостого хода плуга?

3. Как определяется сопротивление плуга, затрачиваемое на отбрасывание пласта в сторону?
4. Как определяется сопротивление плуга, затрачиваемое на деформацию почвенного пласта?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. **Кленин, Н.И.** Сельскохозяйственные и мелиоративные машины [Текст]: учебник для ВУЗов / Н.И. Кленин. – М.: Колосс, 2008. – 293 с.
2. Машины и оборудование в растениеводстве. Основы теории и расчета рабочих процессов [Текст]: учеб. пособие / А.Г. Рыбалко, [и др.]. – ФГОУ ВПО Саратовский ГАУ, 2011. – 115 с.
3. **Кленин, Н.И.** Сельскохозяйственные машины. [Текст]: учебник для ВУЗов/ Н.И. Кленин, С.Н.Киселев, А.Г.Левшин. – М.: КолосС, 2008, 816 с.

Дополнительная

5. **Чарушников, В.А.** Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины «Теория и расчет сельскохозяйственных машин» [Текст]: Чарушников В.А., Давыдов С.В. – Саратовский мед.унив-т. – 1995. – 78с
6. **Протасов, А.А.** Теория и расчет сельскохозяйственных машин. Методические указания для студентов специальности «Агроинженерия» и др. [Текст]: / Протасов А.А., Давыдов С.В., Емелин Б.Н., Шардина Г.Е.; ФГОУ ВПО Саратовский ГАУ, 2008 – 56 с
7. **Рыбалко, А.Г.** Машины для обработки почв, посева и посадки растений. Учебное пособие. [Текст]: / Рыбалко А.Г., Волосевич Н.П., Федоров В.А., Чарушников В.А.; Саратовский СХИ, 1987. – 78 с.
8. **Халанский, В.М.** Сельскохозяйственные машины [Текст]: учебник / В.М. Халанский, И.В. Горбачев. – М.: Колосс. –2003. – 624 с.

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

12.1. Теория мотовила. Траектория и скорость движения планки мотовила

Мотовило жатвенных машин выполняет несколько функций. Оно подводит стебли к режущему аппарату, удерживает их в момент среза, очищает режущий аппарат от срезанных стеблей и укладывает их на транспортер. По конструкции мотовила могут быть с жесткими планками и с граблинами, удерживаемыми в заданном положении эксцентриковым механизмом.

Если рассмотреть работу мотовила в неподвижной системе координат, связанной с полем, то концы планок мотовила будут совершать сложное движение - относительное вокруг центра и переносное вместе с машиной.

Обозначим:

v_m - переносная скорость — скорость движения жатвенной машины;

U - относительная скорость — окружная скорость по концам планок;

R - радиус мотовила по концам планок;

ω - угловая скорость вращения мотовила;

n - частота вращения мотовила;

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

В принятых обозначениях частоту вращения вала мотовила можно определить:

$$n = \frac{30U}{\pi R}$$

Тогда время одного оборота будет:

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

Путь, пройденный центром вала мотовила за время одного оборота:
 $L = v_M T$.

Траекторию движения конца планки мотовила (рис. 12.1) строят следующим образом. В выбранном масштабе откладывается путь L и с центром в точке O вычерчивается окружность радиусом R , которые разбиваются на одинаковое количество равных частей - $1, 2, \dots, 12$ и $1', 2', \dots, 12'$. Учитывая направления вращения мотовила и движения машины, за начальную точку траектории возьмем точку окружности $12,0$. За $1/12$ часть оборота мотовила центр его переместится в точку $1'$, а луч планки займет положение - $1''$, за $1/12$ оборота центр мотовила переместится в точку $2'$, а луч займет положение $2''$ - $2''$ и т. д. Соединив полученные точки $1'', 2'' \dots, 12''$ плавной кривой, получим траекторию движения планки мотовила, представляющую собой трохойду с петлей шириной $2\Delta x$. Петля трохойды будет получаться только в том случае, когда $\lambda > 1$. У жатвенных машин обычно $\lambda = 1,2 \dots 1,9$. Из всей траектории рабочим участком является только часть петли трохойды, определяемая назначением мотовила.

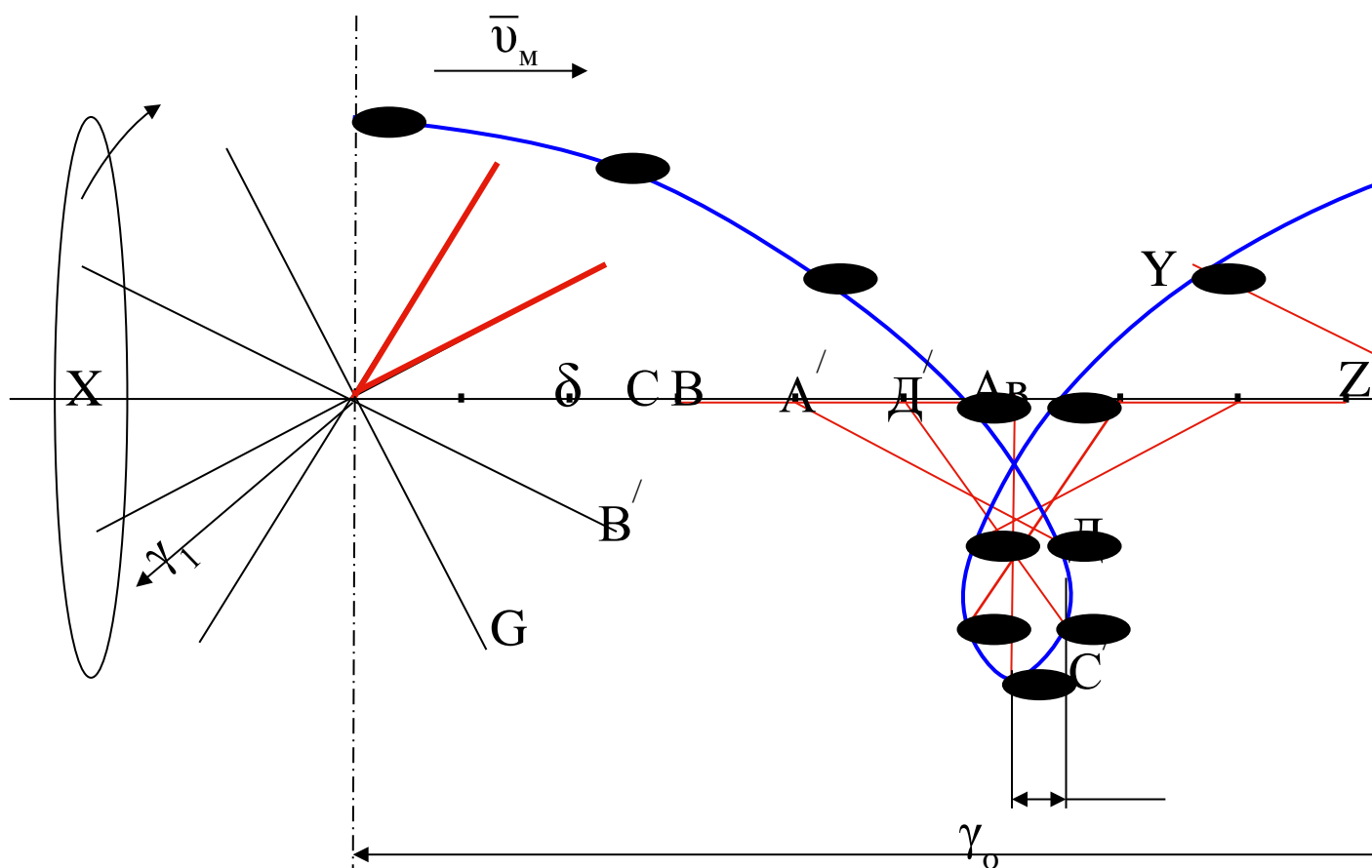


Рисунок 12.1 Построение траектории движения планки мотовила

Как известно, вектор абсолютной скорости v_a движения точки по криволинейной траектории направлен в каждой ее точке по касательной. Для выполнения своих функций — подведения стеблей к режущему аппарату — горизонтальная составляющая скорости конца планки v_x должна быть направлена к режущему аппарату. Как

видно из рис. 12.2, до точки 4" скорость v_x направлена от режущего аппарата, в точке 4" $v_x = 0$, а ниже — направлена к режущему аппарату. Следовательно, начальной точкой рабочего участка петли трохойды может быть только точка 4". Если из этой точки радиусом R сделать засечку на траектории центра мотовила $00'$, то получится угол φ_1 называемый углом вхождения планки в хлебную массу. При расположении

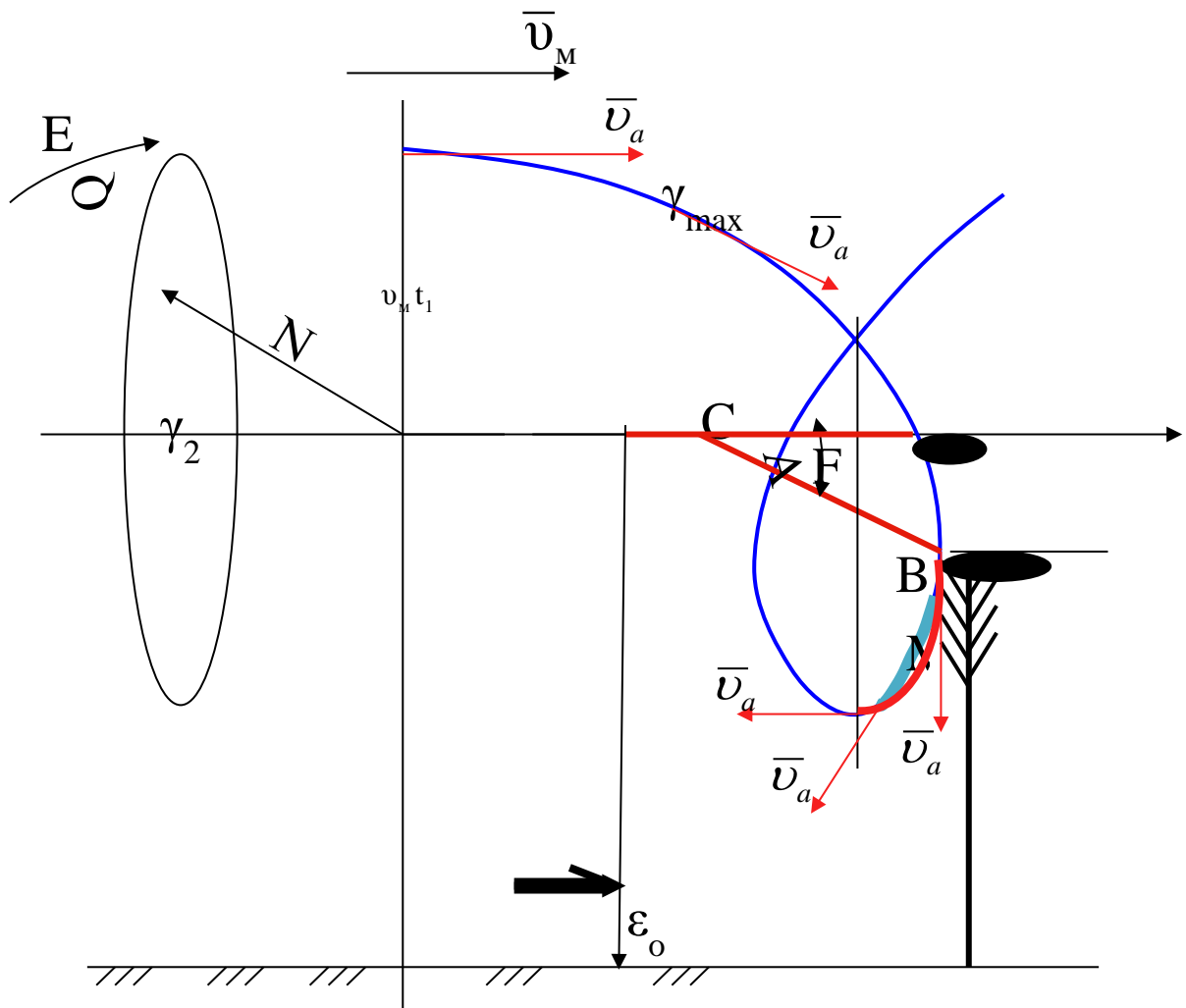


Рисунок 12.2 Активная часть трохойды

центра вала мотвила над режущим аппаратом каждая планка будет подводить к режущему аппарату пучок стеблей с участка шириной Δx .

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

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

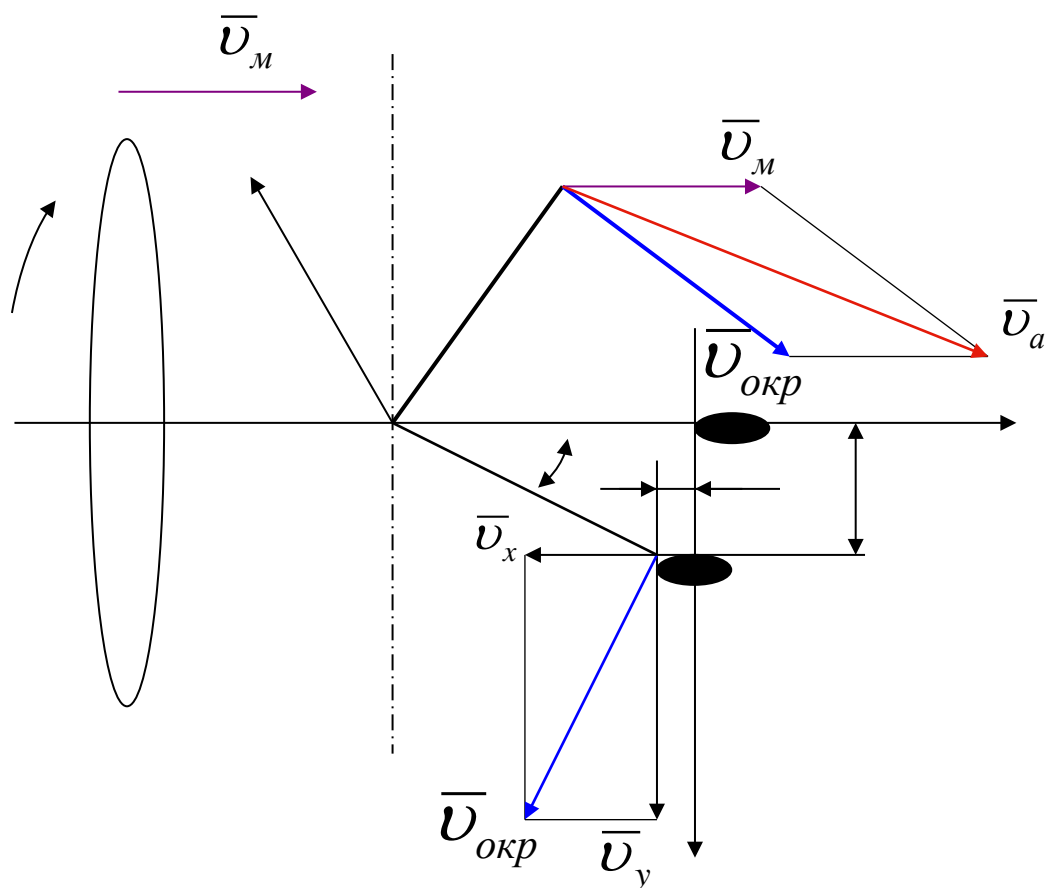


Рисунок 12.3 Определение скорости планки мотвила

Для любого положения планки по прошествии времени t при перемещении ее конца из точки 1 в точку 2 можно записать:

$$v_x = v_m - U \sin \omega t$$

$$v_y = U \cos \omega t$$

Выразив окружную скорость U через угловую скорость и радиус мотвила R , получим:

$$v_x = v_M - \omega R \sin \omega t$$

12.2. Установка мотовила по высоте и определение радиуса мотовила

Рассмотрим работу мотовила с момента захвата планкой стеблей убираемой культуры, т. е. с такого положения конца планки, когда горизонтальная составляющая ее абсолютной скорости равна нулю. Для этого воспользуемся неподвижной системой координат xOy (рис. 12.4).

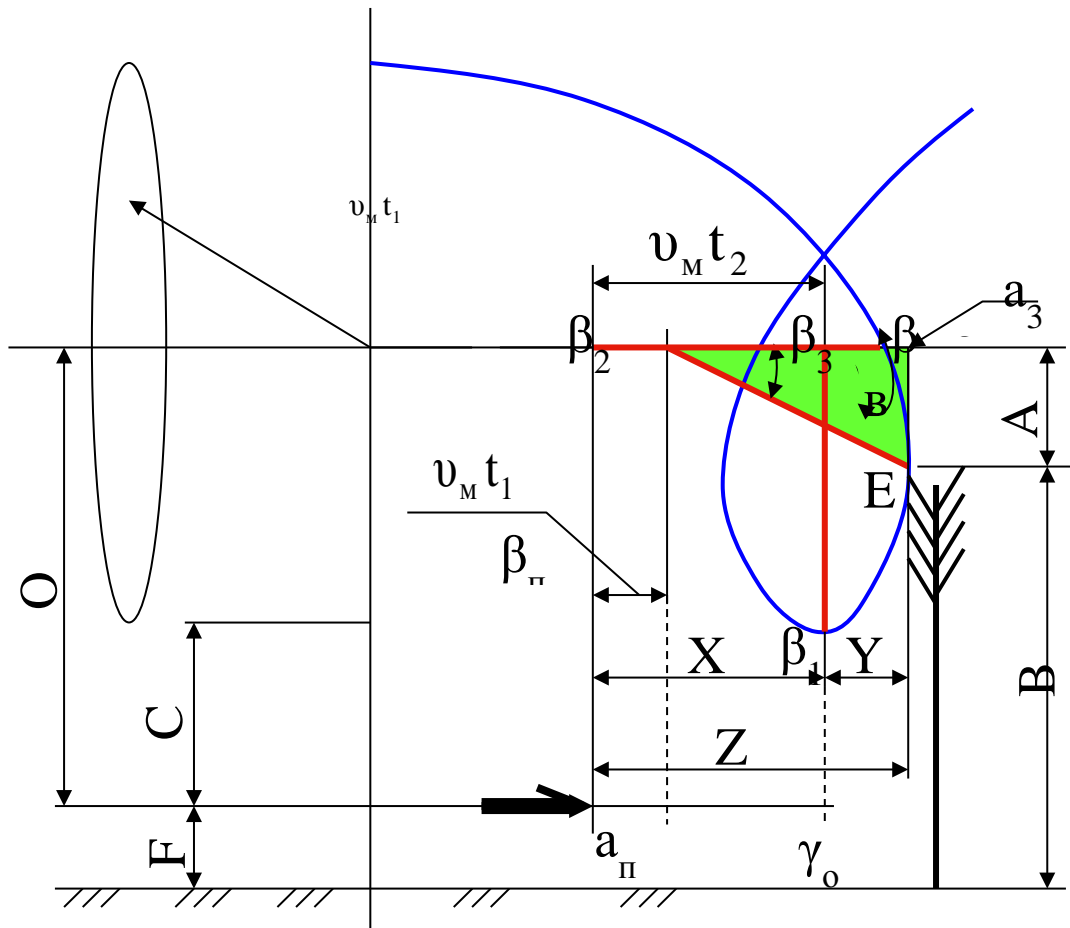


Рисунок 12.4 Схема к определению установки мотовила по высоте

Введем дополнительные обозначения:

h — высота среза;

ΔH — вертикальный зазор между режущим аппаратом и концом планок;

H — высота расположения центра вала мотовила над режущим аппаратом;

l — высота стеблестоя;

S_0 — предел регулирования положения центра вала мотовила по высоте.

В исходном положении луч рассматриваемой планки находится в горизонтальном положении OB , режущий аппарат находится в точке C . Через промежуток времени t_1 цент вала мотовила переместится в точку O_1 а луч OB повернется на угол $\omega t_1 = \varphi_1$. В этот момент горизонтальная составляющая абсолютной скорости точки B_1 равна нулю. Следовательно, для этого положения планки запишем:

$$v_M - \omega R \sin \omega t_1 = 0$$

или

$$v_M = \omega R \sin \omega t_1$$

Памятуя о том, что $U = \omega R$, можно записать:

$$\lambda = \frac{\omega R}{\omega R \sin \omega t_1}$$

откуда:

$$\sin \omega t_1 = \frac{1}{\lambda}$$

Как видно из рисунка 3.4, $y = R \sin \omega t_1$. Тогда получим: $y = \frac{R}{\lambda}$

Высота расположения центра вала мотвила над режущим аппаратом определится из соотношения:

$$H + h = \ell + y.$$

Решив его относительно H , получим:

$$H = \ell + \frac{R}{\lambda} - h$$

12.3. Определение степени воздействия мотвила на убираемую культуру

Как было установлено ранее, рабочим участком траектории движения конца планки мотвила является только часть петли трохоиды и стебли подводятся к режущему аппарату только с участка шириной Δx . Если на мотвиле установлено z планок, то за один его оборот под непосредственным воздействием мотвила стебли будут подведены к режущему аппарату с участков, суммарная ширина которых составит величину $2\Delta x$, что значительно меньше пути, проходимого жатвенной машиной за это же время. Поэтому было введено понятие степени воздействия мотвила на убираемую культуру η .

Под степенью воздействия мотвила на убираемую культуру понимают отношение суммарной ширины пучков, подводимых планками мотвила за один его оборот, к длине пути, проходимого машиной за это же время.

$$\eta = \frac{z\Delta x}{L}$$

Величина η показывает, на какой части пути, проходимого машиной, стебли подводятся к режущему аппарату мотвилем. Как правило, величина довольно мала.

Вопросы для самоконтроля

1. Назначение и типы мотвил.
2. Как называется траектория движения планки мотвила?
3. Какая часть траектории движения мотвила является активной?

4. Куда направлен вектор окружной и абсолютной скорости движения планки мотвила в любой точке траектории?
5. Что такое степень воздействия мотвила на хлебную массу.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. **Кленин, Н.И.** Сельскохозяйственные и мелиоративные машины: учебник для ВУЗов / Н.И. Кленин. – М.: Колосс, 2008. – 293 с.
2. Машины и оборудование в растениеводстве. Основы теории и расчета рабочих процессов : учеб. пособие / А.Г. Рыбалко, [и др.]. – ФГОУ ВПО Саратовский ГАУ, 2011. – 115 с.
3. . **Кленин, Н.И.** Сельскохозяйственные машины. [Текст]: учебник для ВУЗов/ Н.И. Кленин, С.Н.Киселев, А.Г.Левшин. – М.: КолосС, 2008, 816 с.

Дополнительная

1. **Чарушников, В.А.** Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины «Теория и расчет сельскохозяйственных машин»/ В.А Чарушников., С.В Давыдов. – Саратовский мед.унив-т. – 1995. – 78с
2. **Протасов, А.А.** Теория и расчет сельскохозяйственных машин. Методические указания для студентов специальности «Агроинженерия» и др./ А.А. Протасов, С.В.Давыдов., Б.Н Емелин., Г.Е Шардина.; ФГОУ ВПО Саратовский ГАУ, 2008 – 56 с
3. **Рыбалко, А.Г.** Машины для обработки почв, посева и посадки растений. Учебное пособие. / А.Г. Рыбалко, Н.П. Волосевич, В.А. Федоров, В.А. Чарушников; Саратовский СХИ, 1987. – 78 с.
4. **Халанский, В.М.** Сельскохозяйственные машины: учебник / В.М. Халанский, И.В. Горбачев. – М.: Колосс. –2003. – 624 с.

Лекция 13 ОСНОВЫ ТЕОРИИ РЕЖУЩЕГО АППАРАТА

13.1. Типы режущих аппаратов

Начальным этапом технологического процесса машин для уборки зерновых и бобовых культур является срезание стеблей. Для этого применяются различные типы сегментно-пальцевых режущих аппаратов, характеризующиеся следующими величинами:

t_0 — расстояние между осевыми линиями вкладышей (противорежущих пластин) соседних пальцев, или шаг противорежущей части;

S — ход ножа.

В зависимости от соотношения перечисленных величин режущие аппараты делятся на аппараты нормального резания (рис. 13.1), низкого резания (рис. 13.2) и среднего резания. У аппаратов нормального резания шаг режущей части равен шагу противорежущей. Аппараты этого типа могут быть выполнены в двух вариантах — с одинарным и двойным пробегом ножа. Аппарат нормального резания с одинарным пробегом ножа характеризуется соотношением:

$$t = t_0 = S$$

с двойным пробегом ножа:

$$2t = 2t_0 = S$$

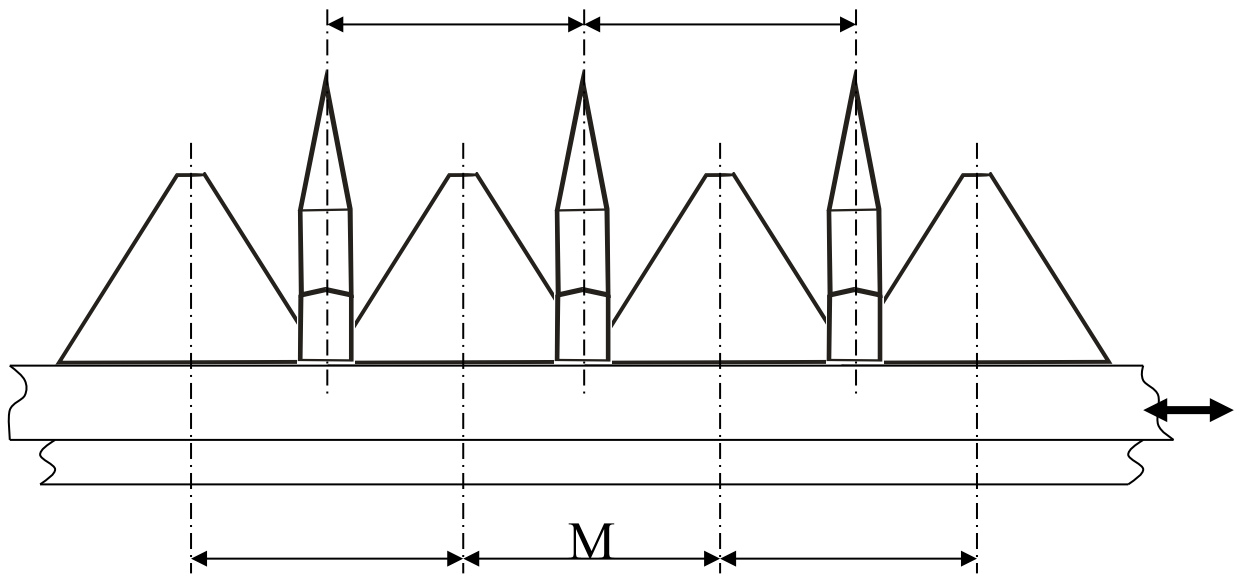


Рисунок 13.1. Аппарат нормального резания

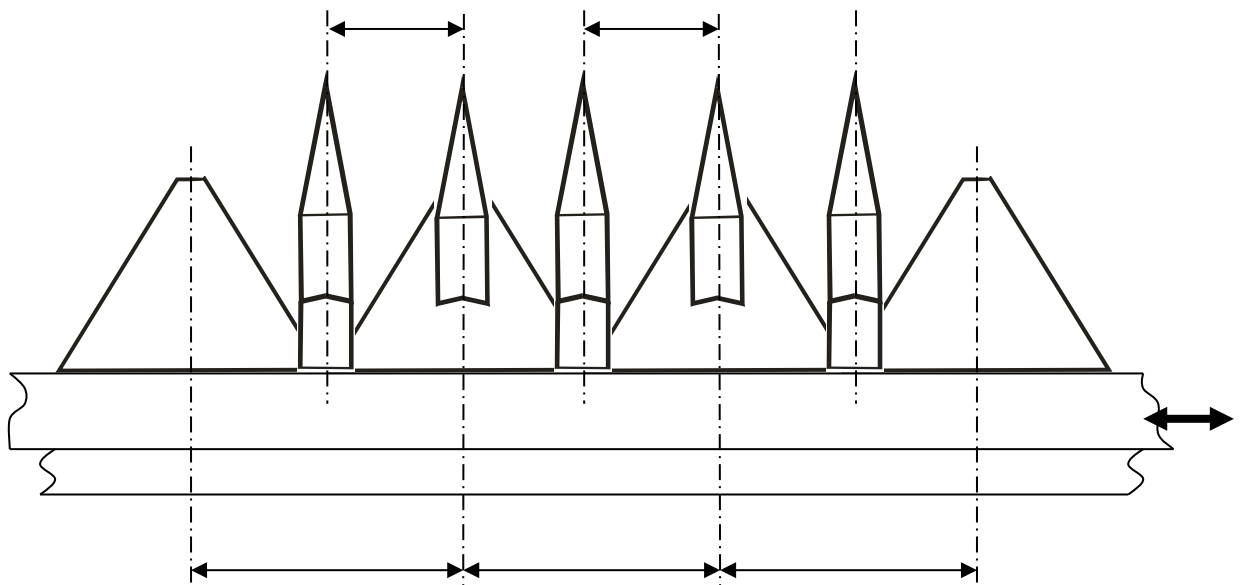


Рисунок 13.2. Аппарат низкого резания

Режущие аппараты нормального резания с двойным пробегом ножа позволяют при сохранении скорости резания уменьшить угловую скорость приводного вала, что снижает инерционные силы, пропорциональные квадрату угловой скорости, или увеличить скорость резания, сохраняя инерционные силы на прежнем уровне, что очень важно при создании скоростных уборочных машин.

Аппараты низкого резания характеризуются соотношением:

$$t = 2t_0 = S,$$

т. е. пальцы на бруске у такого аппарата поставлены вдвое чаще, чем сегменты на ноже.

Для режущих аппаратов среднего резания соотношение основных параметров имеет вид:

$$t = \alpha t_0 = S,$$

где $1 < \alpha < 2$ — безразмерный коэффициент.

Однако аппараты этого типа широкого распространения не получили.

13.2. Диаграммы пробега активной части лезвия сегмента и изменения высоты стерни

При движении жатвенной машины по полю пальцы режущего аппарата разделяют стебли на отдельные пучки, а движущийся сегмент ножа сначала подводит стебли к противорежущей пластине, а затем перерезает их. Рассмотрим работу одного сегмента ножа однопробежного аппарата нормального резания ($t = t_0 = S$) с аксиальным приводным кривошипно-ползунным механизмом. Так как нож в направляющих пальцевого бруса совершает колебательное движение и одновременно перемещается поступательно вместе с машиной, то любая точка, принадлежащая ножу, совершает движение по синусоиде. За исходное положение сегмента (рис. 13.3) примем такое,

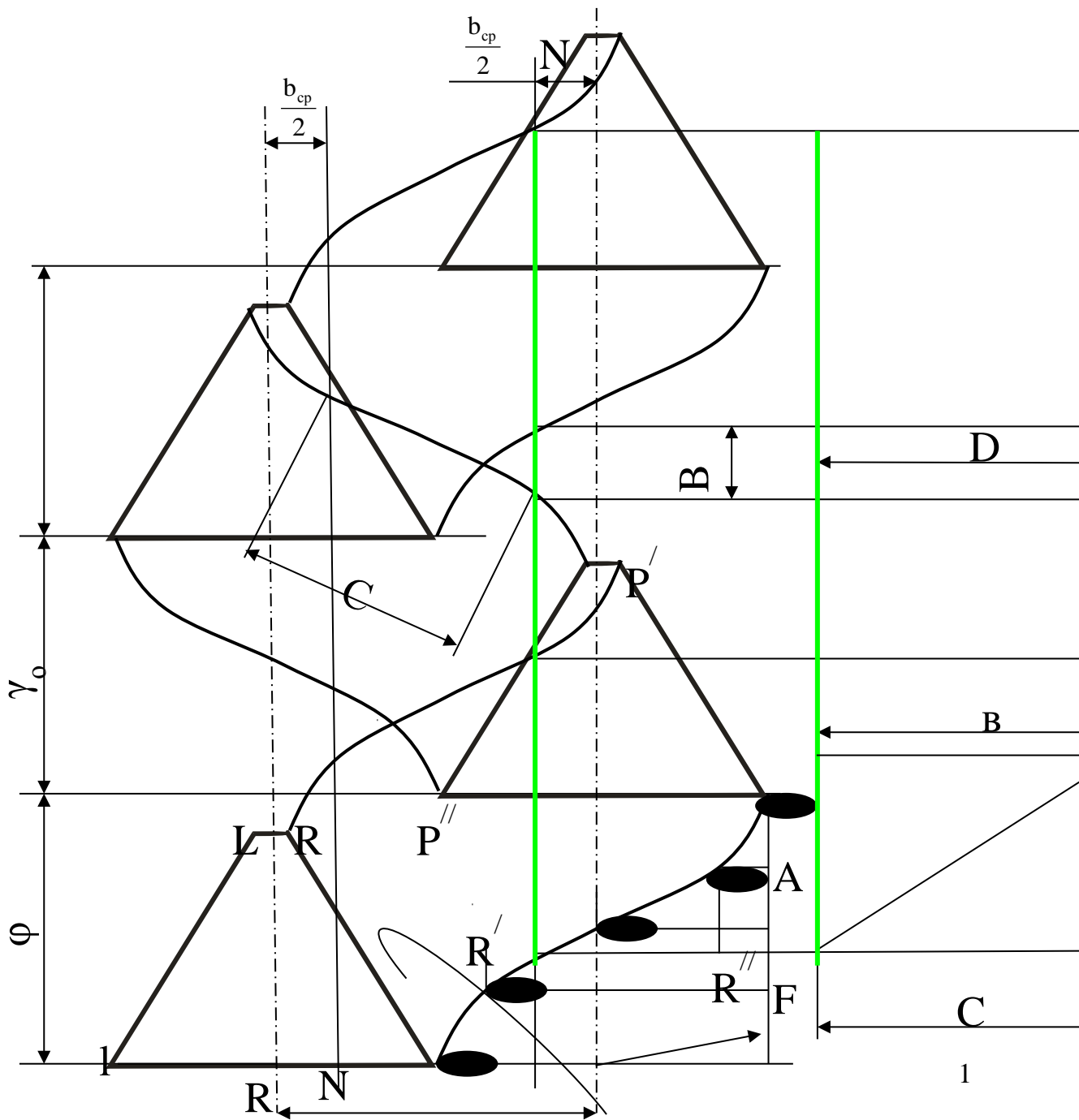


Рисунок 13.3. Диаграмма пробега активной части лезвия сегмента и график стерни

когда нож находится в крайнем левом положении ($ABCD$). При перемещении сегмента из крайнего левого положения в крайнее правое машина, двигаясь поступательно, переместится на величину h , называемую подачей. При движении ножа вправо активным (производящим срез) будет лезвие CD , а при ходе влево — лезвие AB . Для построения траектории движения сегмента за один ход ножа из точки O_1 как из центра проведем полуокружность радиусом r , равным радиусу кривошипа приводного механизма ножа. Для построения траектории движения точек лезвия

сегмента разделим полуокружность на несколько (например 4) равных частей и на такое же количество равных между собой частей поделим подачу h . В конце первого хода ножа (от крайнего левого до крайнего правого положения) сегмент займет положение $A B' C'D'$. От точек на полуокружности (1,2,3,4) строим вертикальные линии, которые показывают, на какое расстояние переместилась точка сегмента при повороте кривошипа. А от точек на линии подачи (1',2',3',4') строим горизонтальные линии до пересечения с линиями одноименных точек. Полученные пересечения, после соединения, дают траекторию движения каждой точки сегмента.

При движении лезвия CD срез стеблей происходит на площадке $CDFE$. При этом стебли отклоняются в сторону движения лезвия и в продольном и в поперечном направлении. Срез стеблей со всей площадки происходит на линии EF . Причем стебли, расположенные на этой линии будут срезаться на высоту H установки режущего аппарата над почвой, все остальные будут иметь большую высоту.

Для построения графика стерни выберем линию расположения стеблей на средней линии противорежущей пластины $n-n$ и отложим ее в стороне от диаграммы пробега. От точки E до точки F высота стерни будет равна H . Откладываем ее вправо. При дальнейшем движении жатвенной машины от точки F до точки K стебли будут направляться к противорежущей пластине $m-m$, имея при этом продольно-поперечное отклонение, которое мы назовем максимальным поперечным отклонением q'_{max} . Для определения высоты срезанных здесь стеблей строим треугольник (рис. 4.4). Откладываем величину q'_{max} в любом месте. Второй катет треугольника – высота установки режущего аппарата H . Гипотенуза треугольника даст нам высоту среза H_{max} стеблей, находящихся на линии $n-n$.

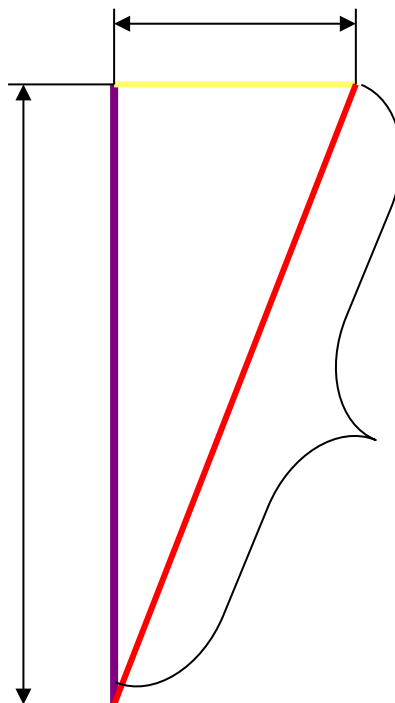


Рисунок 13.4. Определение высоты среза стебля

Стебли от точки K до точки T будут иметь только продольное отклонение, так как сдвигаются вперед брусом режущего аппарата. Наибольшую высоту отклонения q_{max} и среза будет иметь стебель, находящийся в точке K . Стебель же в точке T будет иметь нулевое отклонение и срезаться на высоте H .

13.3. Геометрические размеры режущей пары

Геометрические размеры, вкладыша в основном определяются формой и размерами пальца, а его высота берется несколько большей, чем высота сегмента.

Угол наклона лезвия сегмента α подбирается таким образом, чтобы предотвратить выскальзывание стеблей из раствора режущей пары (рис. 13.5). Для выполнения этого условия необходимо соблюдение неравенства:

$$\alpha + \beta < \varphi_1 + \varphi_2$$

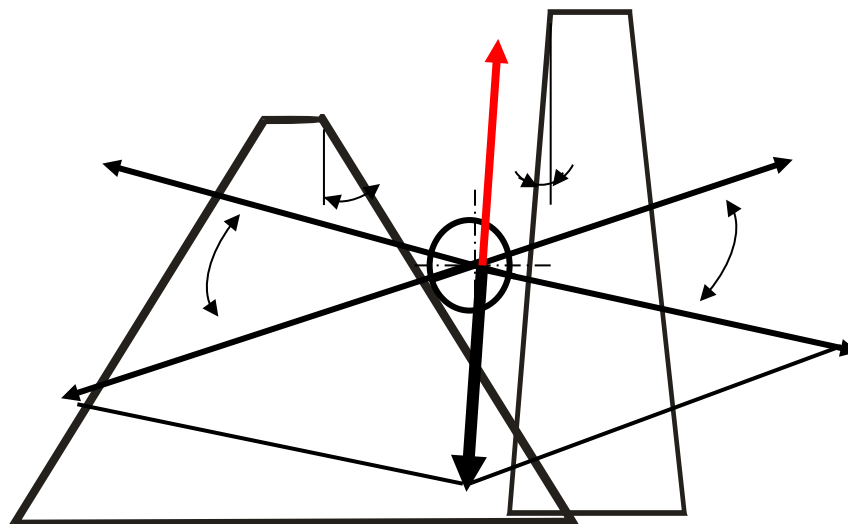


Рисунок 13.5. Определение угла наклона лезвия сегмента

где α — угол наклона лезвия сегмента к его продольной оси; β — аналогичный угол наклона лезвия противорежущей пластинки; φ_2 — угол трения стеблей о лезвие сегмента; φ_1 — угол трения стеблей о лезвие пластинки.

Определим оптимальную высоту сегмента h_1 , необходимую для среза всех стеблей при проходе активной части лезвия.

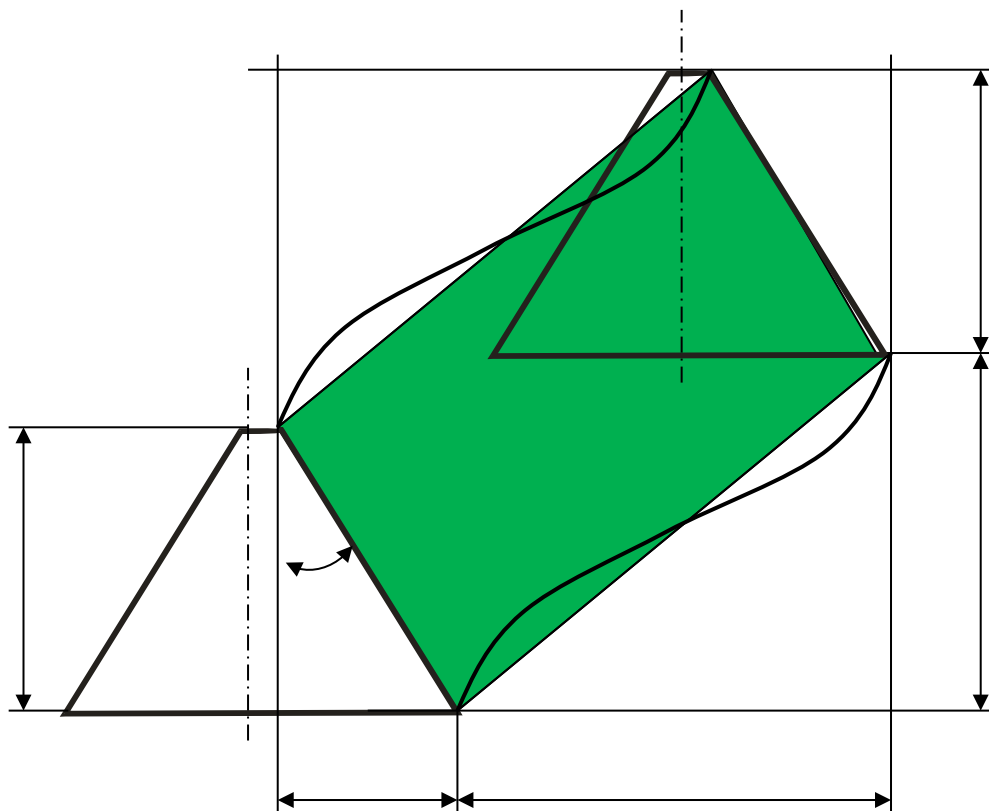


Рисунок 13.6. Схема к определению высоты сегмента

Для однопробежного аппарата нормального резания площадь поля F_0 (рис. 13.6), приходящаяся на активное лезвие сегмента за один ход ножа, будет:

$$F_0 = 2 rh,$$

где r — радиус кривошипа; h — подача режущему аппарату.

Для выполнения поставленного условия площадь F_0 должна равняться площади, пробегаемой лезвием:

$$S_{abcd} = F_0.$$

Как видно из рисунка 13.6:

$$S_{abcd} = (2r + h_1 \operatorname{tg} \alpha) (h + h_1);$$

Для упрощения расчетов, без ущерба для точности определения, участки синусоид bc и ad можно заменить прямыми линиями. Тогда после преобразований получим:

$$h_1 = \frac{2rh}{2r + h \operatorname{tg} \alpha}$$

13.4. Удельная нагрузка на лезвие сегмента

Удельной нагрузкой f на лезвие сегмента принято называть отношение площади F , пробегаемой одним лезвием сегмента за один ход ножа около одного пальца, к длине ℓ лезвия:

$$f = \frac{F}{\ell}$$

Построим ранее изложенным способом траектории движения точек сегмента (рис. 13.7) однопробежного аппарата нормального резания.

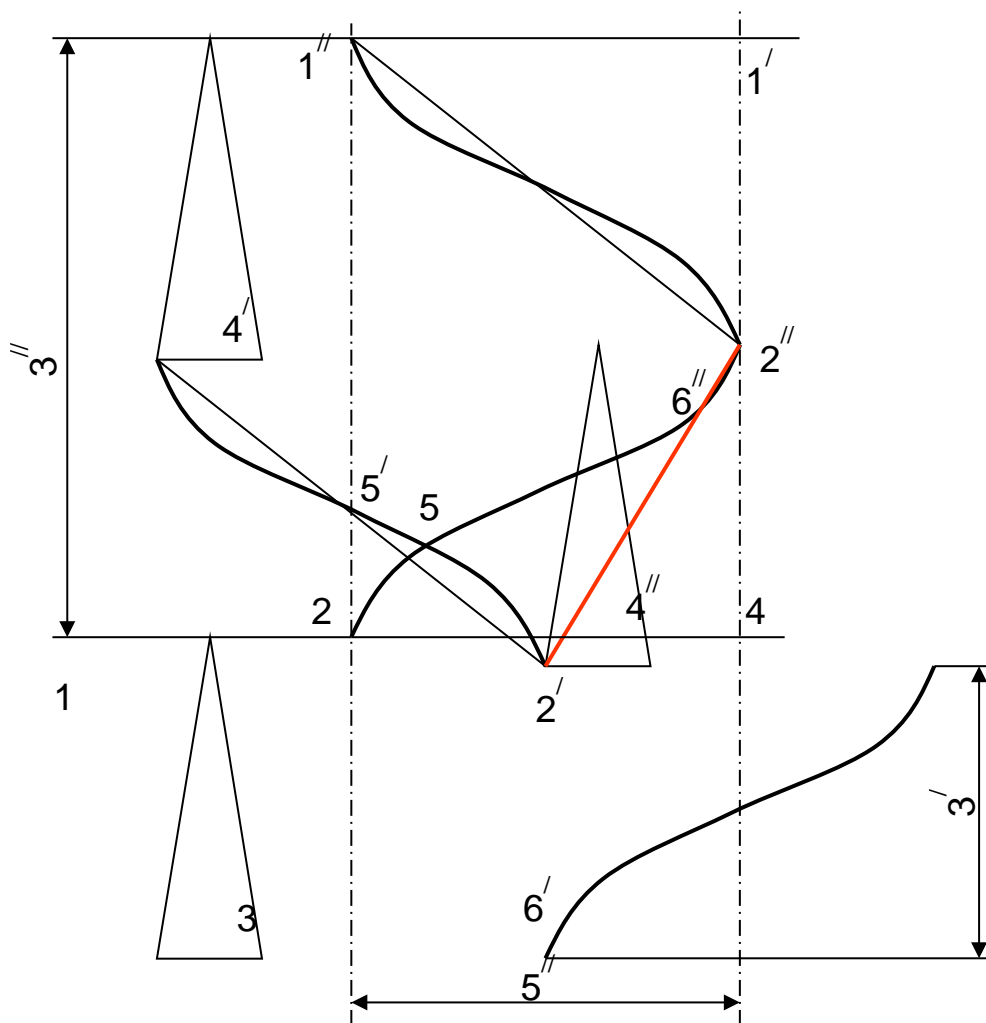


Рисунок 13.7. Схема к определению удельной нагрузки

При ходе ножа вправо площадка AKG остается несрезанной и стебли, растущие на ней, будут подведены пальцевым брусом в зону действия лезвия NM при обратном ходе ножа. Стебли с площадки PNG будут срезаны при ходе ножа вправо лезвием $A'A$. Таким образом, за один ход ножа лезвие NM около пальца, расположенного на линии AB , срежет стебли с площадки $AGPMBK$. Для определения этой площадки участки синусоид AM и MB заменим прямыми линиями. Тогда искомая нами площадь F определится как разность площадей прямоугольника $ABCD$ и двух треугольников AMD :

$$F = ht_0$$

Подставив значение F из последнего выражения в формулу удельной нагрузки, получим:

$$f = \frac{ht_0}{\ell}$$

Из последнего выражения видно, что с увеличением подачи режущему аппарату удельная нагрузка на лезвие сегмента возрастает.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие типы режущих аппаратов существуют?
2. Как строится диаграмма пробега лезвия сегмента?
3. Как определить высоту срезанного стебля?
4. Определение высоты сегмента.
5. Что такое удельная нагрузка на лезвие сегмента?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. **Кленин, Н.И.** Сельскохозяйственные и мелиоративные машины: учебник для ВУЗов / Н.И. Кленин. – М.: Колосс, 2008. – 293 с.
2. Машины и оборудование в растениеводстве. Основы теории и расчета рабочих процессов : учеб. пособие / А.Г. Рыбалко, [и др.]. – ФГОУ ВПО Саратовский ГАУ, 2011. – 115 с.
3. . **Кленин, Н.И.** Сельскохозяйственные машины. [Текст]: учебник для ВУЗов/ Н.И. Кленин, С.Н.Киселев, А.Г.Левшин. – М.: КолосС, 2008, 816 с.

Дополнительная

4. **Чарушников, В.А.** Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины «Теория и расчет сельскохозяйственных машин»/ В.А Чарушников., С.В Давыдов. – Саратовский мед.унив-т. – 1995. – 78с
5. **Протасов, А.А.** Теория и расчет сельскохозяйственных машин. Методические указания для студентов специальности «Агроинженерия» и др./ А.А. Протасов, С.В.Давыдов., Б.Н Емелин., Г.Е Шардина.; ФГОУ ВПО Саратовский ГАУ, 2008 – 56 с
6. **Рыбалко, А.Г.** Машины для обработки почв, посева и посадки растений. Учебное пособие. / А.Г. Рыбалко, Н.П. Волосевич, В.А. Федоров, В.А. Чарушников; Саратовский СХИ, 1987. – 78 с.
4. **Халанский, В.М.** Сельскохозяйственные машины: учебник / В.М. Халанский, И.В. Горбачев. – М.: Колосс. –2003. – 624 с.

Лекция 14 ОСНОВЫ ТЕОРИИ МОЛОТИЛЬНЫХ АППАРАТОВ

14. 1. Уравнение молотильного аппарата

Для обмолота зерновых, бобовых и других культур применяются различные способы обмолота и типы молотильных аппаратов. Наибольшее распространение в уборочных машинах получили молотильные аппараты двух типов — бильные и штифтовые.

Технологический процесс работы бильного аппарата заключается в том, что вращающийся барабан, на поверхности которого закреплены рифленые била, встречая подаваемые к нему колосья, наносит по ним удар, захватывает растительную массу и протаскивает по неподвижному решетчатому подбарабанью. В связи с тем, что зазор между барабаном и декой сужается, в молотильном зазоре происходит перетирание и сжатие колосьев. Таким образом, в результате удара, сжатия и перетирания колосьев происходит выделение зерна. До 70% вымолоченного зерна просеивается через решетчатую деку на сепарирующие рабочие органы, а оставшаяся часть зерна вместе с соломой выбрасывается на соломотряс.

При работе штифтового аппарата планки барабана, на которых установлены штифты, наносят удар по подаваемым колосьям, захватывают хлебную массу и протаскивают между штифтами подбарабанья, перетирая ее. При работе штифтового аппарата происходит более интенсивное перетирание колосьев, приводящее к образованию большого количества мелких частиц, что затрудняет дальнейшую сепарацию вороха.

Энергетическая оценка работы обоих типов молотильных устройств аналогична и характеризуется уравнением, предложенным академиком В. П. Горячкиным, который писал: «...Энергия барабана расходуется на удары вследствие ударного изменения скорости соломы, масса которой непрерывно присоединяется к массе барабана, а затем покидает его...». Введем обозначения: P_1 — сила удара; Δt — время удара; v — скорость барабана; Δm — масса, воспринимающая удар. Используя теорему теоретической механики об импульсивных силах — о равенстве импульса силы приращению количества движения, можно записать уравнение удара:

$$P_1 \Delta t = \Delta mv,$$

откуда сила удара будет:

$$P_1 = \frac{\Delta m}{\Delta t} v$$

или

$$P_1 = qv$$

где q — подача массы в молотилку в единицу времени.

Однако, кроме ударного воздействия, барабан производит перетирание хлебной массы. Академик В. П. Горячкин в своих рассуждениях исходил из того, что сопротивление подбарабанья пропорционально полному окружному усилию работающего барабана. Тогда, если обозначить полное окружное усилие через P и коэффициент пропорциональности (или, как назвал его В.П. Горячкин, коэффициент перетирания) через f , получим:

$$P = P_1 + Pf.$$

Подставим в последнее выражение значение P_1 и решим его относительно P :

$$P = \frac{qv}{1-f}$$

Для определения мощности N_1 необходимой на процесс обмолота, умножим обе части уравнения на окружную скорость молотильного барабана:

$$N_1 = \frac{qv^2}{1-f}$$

Полная мощность N , необходимая для привода работающего молотильного барабана, определится:

$$N = N_1 + N_2$$

где N_2 — мощность, потребная на преодоление вредных сопротивлений, т. е. мощность холостого хода барабана.

Мощность, необходимая для преодоления вредных сопротивлений, определяется по эмпирической формуле:

$$N_2 = Aw + Bw,$$

где Aw — потери на трение в подшипниках; Bw — потери на преодоление сопротивления воздушной среды; w — угловая скорость молотильного барабана.

Поскольку работа производится за счет ускорения, а барабан совершает вращательное движение, то, обозначив момент инерции барабана I , угловое ускорение $d\omega/dt$, приведем уравнение полной мощности к виду:

$$N - N_2 = \frac{qv^2}{1-f} = Iw \frac{d\omega}{dt}$$

Это выражение является основным уравнением молотильного барабана.

14.2. Анализ уравнения барабана. Критическая скорость вращения молотильного барабана

При равномерной загрузке молотильного аппарата обмолачиваемыми колосьями ход барабана также будет равномерным и мощность привода его за вычетом потерь на вредные сопротивления будет:

$$N - N_2 = \frac{qv^2}{1-f}$$

Если прекратить подачу хлебной массы в молотилку, то образовавшийся избыток мощности сообщит барабану дополнительное ускорение, названное В. П. Горячкиным приходом углового ускорения. Принимая во внимание, что мощность холостого хода N_2 слишком мала и при отсутствии подачи $N_1 = 0$, основное уравнение барабана примет вид:

$$N = Iw \frac{d\omega}{dt}$$

Как видно из этого уравнения, приход углового ускорения от двигателя мощностью N тем больше, чем меньше момент инерции I барабана и угловая скорость w . Графически зависимость прихода углового ускорения от угловой скорости представлена кривой I на рисунке 5.1.

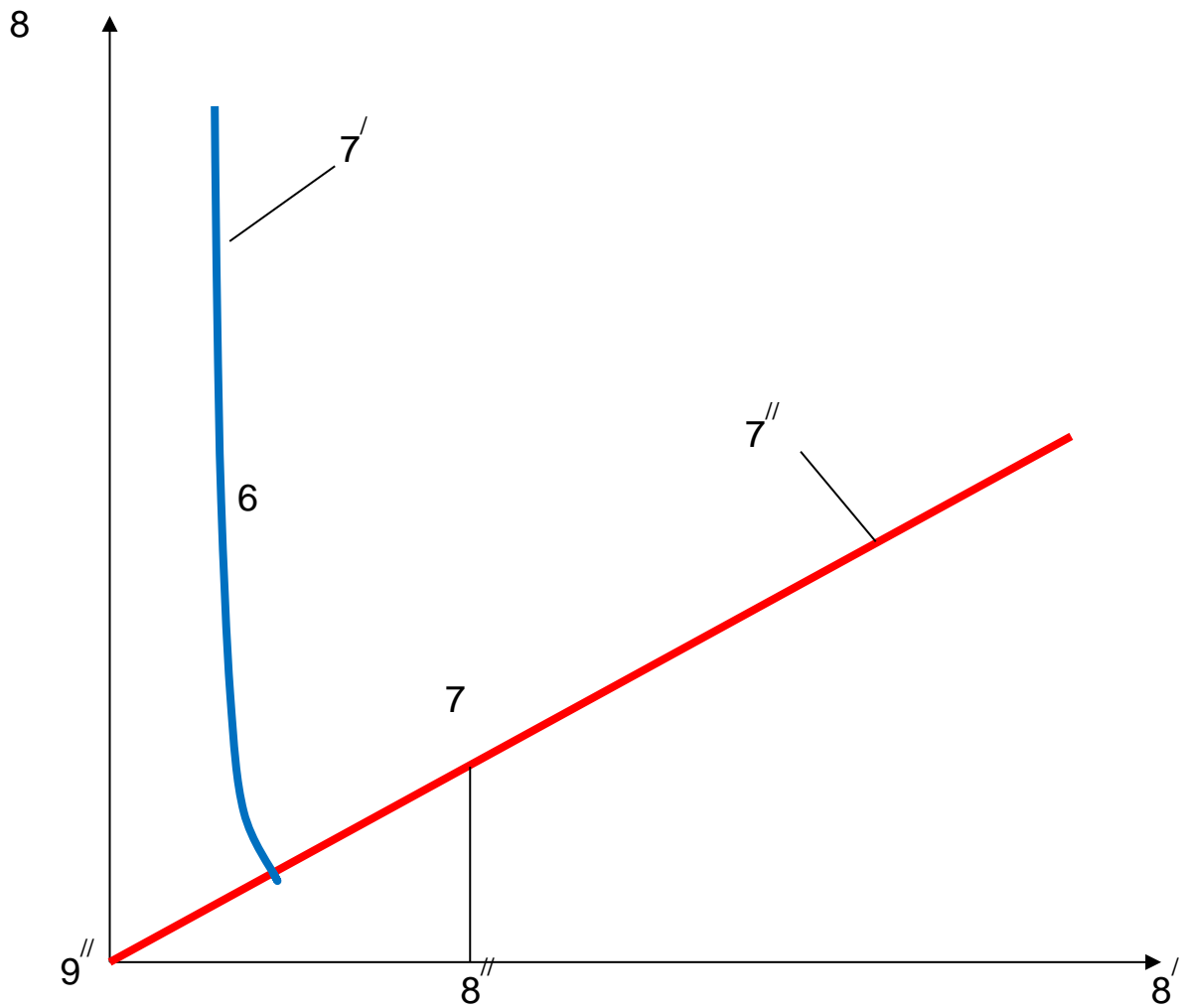


Рисунок 14.1 Приход – расход углового ускорения

При возобновлении подачи хлебной массы в молотильный аппарат избыток мощности, сообщавший барабану дополнительное ускорение, будет поглощаться процессом обмолота, уменьшая это ускорение. Это явление В. П. Горячкин назвал расходом углового ускорения обмолочиваемой массой, который из основного уравнения молотильного аппарата определится:

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{dv^2}{(1-f)I\omega}$$

Заменяв в последнем выражении $v^2 = \omega^2 r$, получим:

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{qr^2\omega}{(1-f)I}$$

Графически зависимость расхода углового ускорения на рис. 14.1 представлена прямой 2. Как видно из последнего уравнения, расход углового ускорения будет тем больше, чем меньше момент инерции барабана.

В точке пересечения E гиперболы 1 и прямой 2 наступает равенство прихода и расхода угловых ускорений, а скорость барабана в этом случае называется критической. Следовательно, приравняв правые части уравнений прихода и расхода и решив полученное равенство относительно ω , получим:

$$\omega_{кр} = \sqrt{\frac{N(1-f)}{qr^2}}$$

В связи с тем, что подача хлебной массы в молотильный аппарат происходит неравномерно, для обеспечения качественного обмолота и надежной работы молотилки рабочая скорость барабана должна быть меньше критической.

14.3. Определение основных параметров и режима работы бильного молотильного барабана

Основными параметрами бильного молотильного барабана являются его линейные размеры и количество бил. К режиму работы относятся окружная скорость, частота вращения и подача хлебной массы.

Практикой установлено, что для обмолота различных культур окружная скорость барабана имеет предел, превышение которого приводит к дроблению зерна. Так, например, для большинства культивируемых сортов пшеницы предельно допустимая скорость составляет 25...30 м/с. Работа на пониженной скорости, кроме снижения пропускной способности молотильного аппарата, приводит к значительному недомолоту. Кроме скорости, большое влияние на качество обмолота оказывает частота ударов бичей по хлебной массе, т. е. промежуток времени между ударами двух соседних бичей. Если обозначить этот промежуток времени Δt , частоту вращения барабана n и число бичей M , то можно записать:

$$\Delta t = \frac{60}{nM}$$

Как показали многочисленные исследования работы молотильных аппаратов, в среднем время Δt должно находиться в пределах 0,004...0,008 с.

Для обоснования диаметра молотильного барабана вновь обратимся к основному уравнению барабана, откуда определим количество массы, обмолачиваемой каждой полезной единицей мощности приводного двигателя:

$$\frac{q}{N} = \frac{1-f}{\omega^2 r^2}$$

Из этого уравнения видно, что количество растительной массы, перерабатываемой каждой полезной единицей мощности, возрастает с уменьшением радиуса барабана. Однако при слишком малом диаметре увеличивается возможность наматывания солоистой массы на барабан. Многолетней практикой проектирования и эксплуатации молотильных барабанов определен наивыгоднейший диаметр — 450...610 мм.

Выбрав, таким образом, скорость v и диаметр барабана D , можно определить частоту его вращения:

$$n = \frac{60v}{\pi D}$$

Число бил на барабане определяется из соотношения:

$$M = \frac{\pi D}{v \Delta t}$$

Длину бильного молотильного барабана определяют, исходя из заданной пропускной способности молотилки q , кг/с, и допустимой удельной подачи хлебной массы q' на единицу суммарной длины всех бил. В принятых обозначениях длина барабана L будет:

$$L = \frac{q}{q' M}$$

По экспериментальным данным, q' находится в пределах 0,23...0,27 кг/с·м.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие типы молотильных аппаратов вам известны?
2. Физический смысл уравнения удара.
3. Что означают эмпирические коэффициенты A и B при определении мощности холостого хода?
4. Основное уравнение молотильного аппарата.
5. Приход углового ускорения.
6. Расход углового ускорения.
7. Критическая угловая скорость барабана.
8. Что произойдет при превышении критической угловой скорости?
9. Определить частоту вращения барабана, если известен его радиус.
10. Определить длину барабана, если задана пропускная способность и число бил.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. **Кленин, Н.И.** Сельскохозяйственные и мелиоративные машины: учебник для ВУЗов / Н.И. Кленин. – М.: Колосс, 2008. – 293 с.
2. Машины и оборудование в растениеводстве. Основы теории и расчета рабочих процессов : учеб. пособие / А.Г. Рыбалко, [и др.]. – ФГОУ ВПО Саратовский ГАУ, 2011. – 115 с.
3. **Кленин, Н.И.** Сельскохозяйственные машины. [Текст]: учебник для ВУЗов/ Н.И. Кленин, С.Н.Киселев, А.Г.Левшин. – М.: КолосС, 2008, 816 с.

Дополнительная

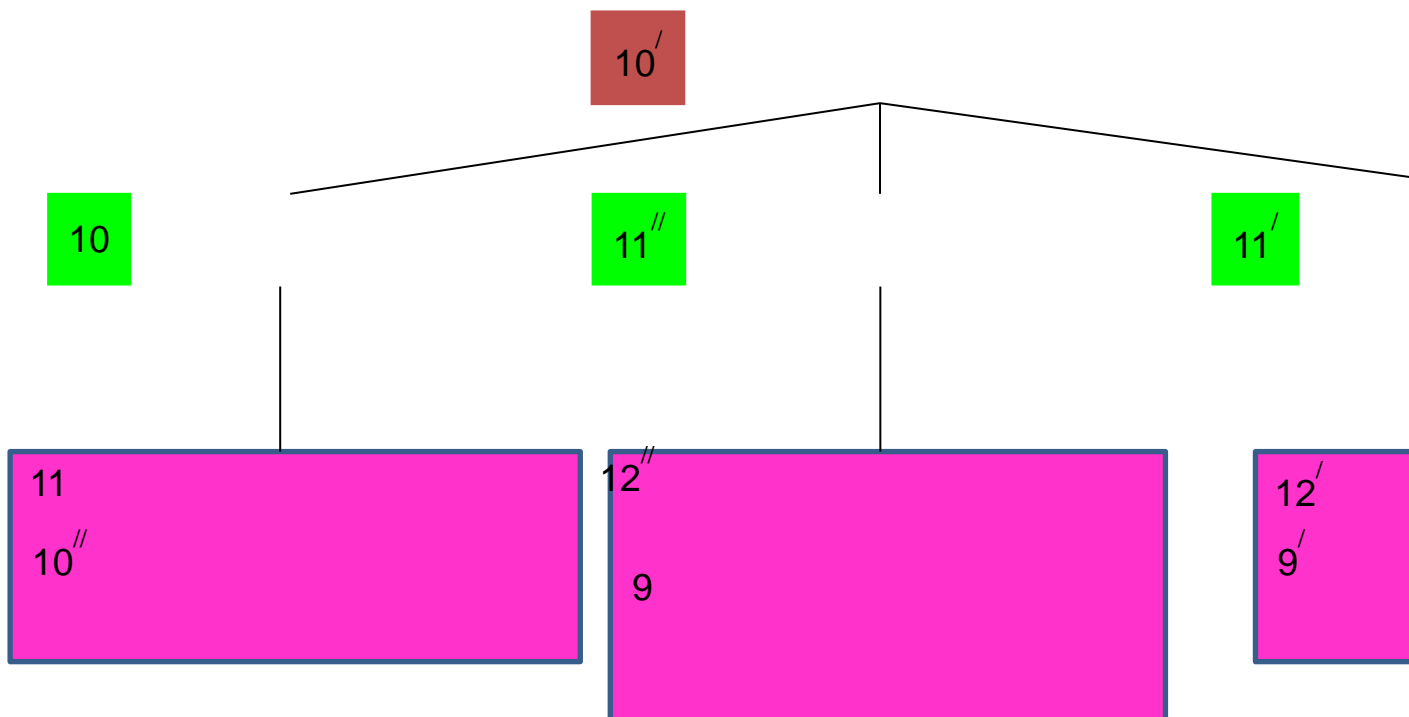
1. **Чарушников, В.А.** Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины «Теория и расчет сельскохозяйственных машин»/ В.А Чарушников., С.В Давыдов. – Саратовский мед.унив-т. – 1995. – 78с
2. **Протасов, А.А.** Теория и расчет сельскохозяйственных машин. Методические указания для студентов специальности «Агроинженерия» и др./ А.А. Протасов, С.В,Давыдов., Б.Н Емелин., Г.Е Шардина.; ФГОУ ВПО Саратовский ГАУ, 2008 – 56 с

3. **Рыбалко, А.Г.** Машины для обработки почв, посева и посадки растений. Учебное пособие. / А.Г. Рыбалко, Н.П. Волосевич, В.А. Федоров, В.А. Чарушников; Саратовский СХИ, 1987. – 78 с.
4. **Халанский, В.М.** Сельскохозяйственные машины: учебник / В.М. Халанский, И.В. Горбачев. – М.: Колосс. –2003. – 624 с.

Лекция 15 ОСНОВЫ ТЕОРИИ И РАСЧЕТА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ВЕНТИЛЯТОРОВ

15.1. Типы вентиляторов и формы лопастей

В качестве источника воздушного потока в сельскохозяйственных машинах применяют центробежные (осевые и радиальные) и диаметральные вентиляторы. Осевые вентиляторы используют в основном для вентиляции помещений, так как они создают неравномерный по скорости воздушный поток. В очистках зерноуборочных комбайнов и семяочистительных машинах применяются центробежные радиальные и диаметральные вентиляторы. Классификация вентиляторов представлена на рисунке 15.1.



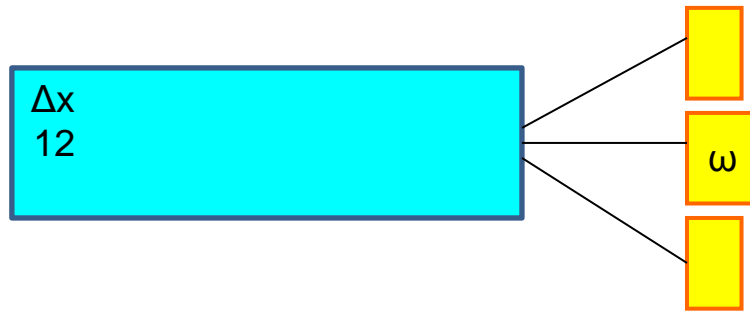


Рисунок 15.1 Классификация вентиляторов сельскохозяйственного назначения

Далее будем рассматривать наиболее широко используемые в машинах центробежные радиальные вентиляторы. Лопасти этих вентиляторов изготавливаются плоскими или криволинейными. На лопастном колесе их устанавливают радиально или с наклоном вперед или назад (рис. 15.2)

Абсолютная скорость C частиц воздуха, сходящих с лопасти, складывается из относительной скорости W и переносной U . Как видно из рисунка 15.2, при прочих равных условиях, форма лопастей оказывает большое влияние на величину скорости C , от которой зависят скорость воздушного потока и напор, создаваемый вентилятором. Кроме того, форма лопастей оказывает значительное влияние на равномерность воздушного потока. Так, лопасти, отогнутые назад, создавая небольшой по величине напор, дают самый равномерный поток, а лопасти, отогнутые вперед, создают большой по величине напор, но поток получается неравномерным, пульсирующим. Для успешной работы воздушного потока более важным является его равномерность,

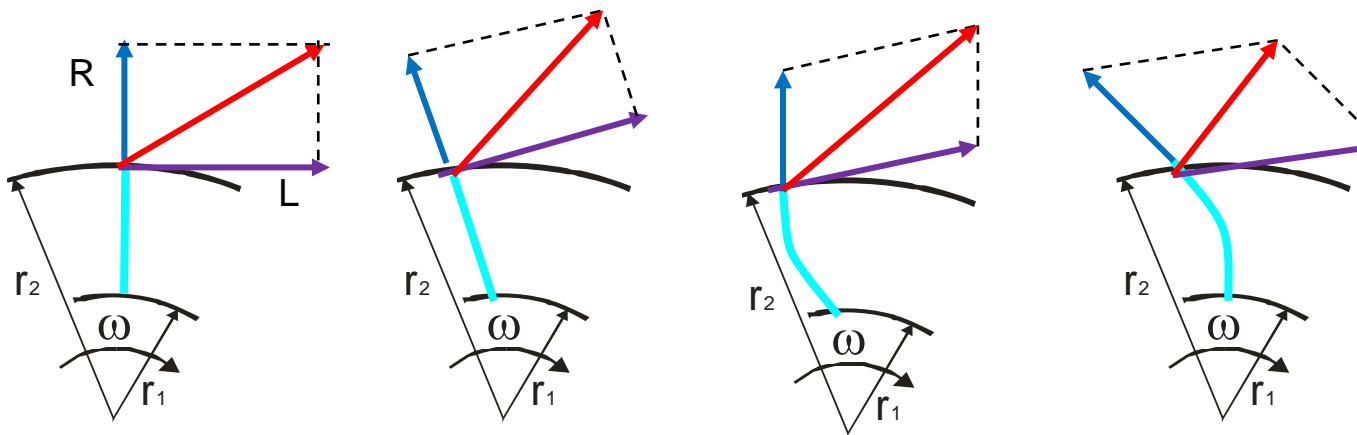


Рисунок 15.2 Лопасти вентиляторов

поэтому в сепарирующих устройствах сельскохозяйственных машин предпочтение отдают лопаткам, отогнутым назад.

15.2. Взаимодействие воздушного потока с компонентами вороха

Для выяснения взаимодействия воздушного потока с компонентами вороха рассмотрим поведение частицы массой m в восходящем воздушном потоке (рис. 15.3).

Сила, с которой воздушный поток действует на частицу, определится из выражения:

$$P = cF\gamma_B(u_B - u_T)^2,$$

где c — коэффициент, учитывающий форму тела и состояние его поверхности; F — площадь тела, нормальная воздушному потоку; u_B — скорость воздушного потока; u_T — скорость тела.

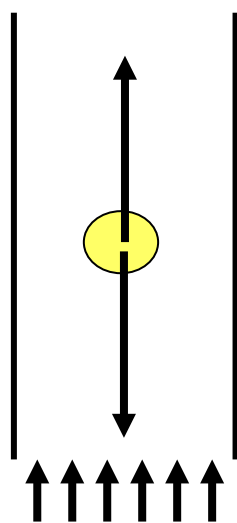


Рисунок 15.3 Частица вороха в воздушном потоке

Как видно из этой формулы, давление воздушного потока на частицу зависит от ее формы, состояния поверхности и площади частицы, перпендикулярной воздушному потоку. Поскольку перечисленные свойства различных компонентов вороха различны, то и давление однородного воздушного потока на различные частицы вороха будет различным, на чем и основана сепарирующая способность воздушного потока.

Препятствовать подъему частицы под давлением воздуха будет только сила веса:

$$G = mg.$$

Следовательно, результирующая сила, действующая на частицу в воздушном потоке, зависит еще и от ее массы.

Можно подобрать такую скорость воздуха, при которой силы P и G действующие на частицу, станут равными. При равенстве сил P и G скорость частицы v станет равной нулю, а скорость воздушного потока для данной частицы в этом случае называется критической, или скоростью витания. Последнее понятие «скорость витания» более точное, поскольку частицы обычно не неподвижно зависают в потоке, а витают около некоторого среднего положения, так как, имея форму,

отличную от шара, и поворачиваясь разными сторонами к потоку, меняют значение F , что приводит к некоторым колебаниям величины P и заставляет частицы витать.

Из сказанного следует, что теоретически скорость витания можно определить, приравняв правые части выражений предыдущих формул. Памятуя о том, что $v_T = 0$, $v_B = v_{кр}$, можно записать:

$$cF\gamma_B v_{кр}^2 = mg,$$

откуда

$$v_{кр} = \sqrt{\frac{mg}{cF\gamma_B}}$$

Поскольку c и F для различных частиц вороха различны, то и $v_{кр}$ для них будет различной, на чем и основана сепарация вороха.

15.3. Свойства воздушного потока

Воздушный поток, независимо от источника, обладает определенными свойствами. Для того, чтобы заставить воздух перемещаться по каналам или в воздушной среде, необходимо создать напор. В технике принято различать несколько видов напоров. Так, для перемещения воздуха необходимо создать полный напор h :

$$h = h_0 + h_s' + h_s'',$$

который складывается из динамического или скоростного напора h_0 , необходимого для придания воздушному потоку требуемой скорости, статического напора h_s' , необходимого для преодоления сопротивления о стенки воздуховода, и h_s'' - статического напора, необходимого для преодоления местных сопротивлений (изгибов, решет, разветвлений и т. д.).

Под динамическим напором понимают кинетическую энергию единицы объема воздуха:

$$h_0 = \frac{\gamma_B v^2}{2}$$

где γ_B — плотность воздуха; v — скорость воздушного потока.

Статические напоры h_s' и h_s'' в количественном отношении определяются через динамический напор:

$$h_s' = \rho \frac{u}{F} \ell \frac{\gamma_B v^2}{2}$$

где ρ — коэффициент, характеризующий состояние стенок воздуховода; u , F и ℓ — соответственно периметр, площадь поперечного сечения и длина воздуховода.

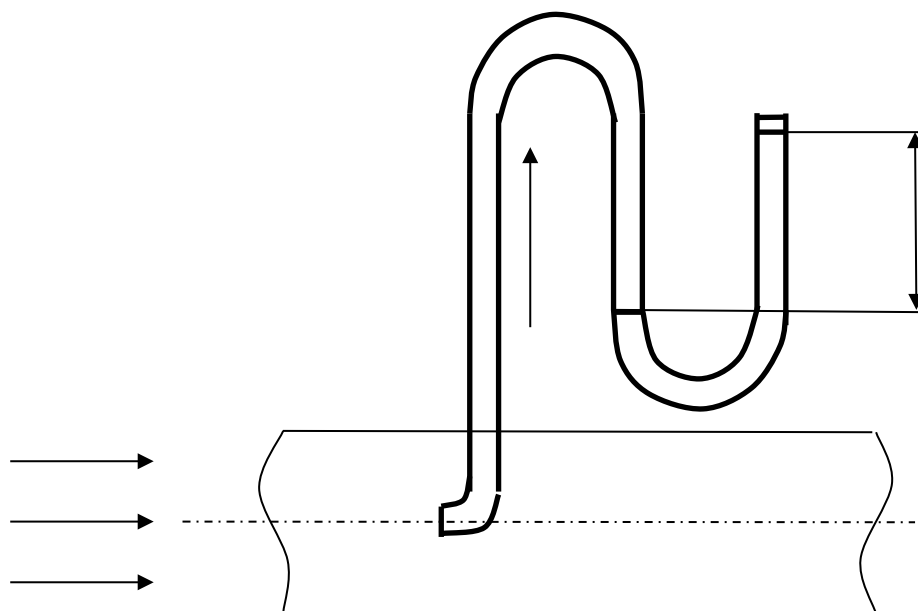
$$h_s'' = \sum \psi \frac{\gamma_B v^2}{2}$$

где $\sum \psi$ — сумма коэффициентов местных сопротивлений.

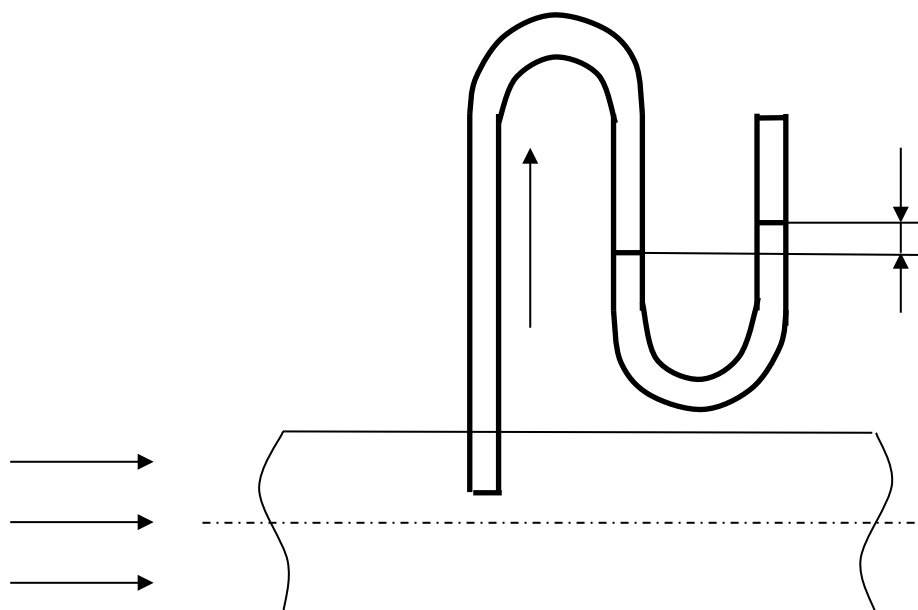
С использованием формулы динамического напора в технике определяется скорость воздушных потоков. Для этого необходимо его замерить. После чего можно определить скорость:

$$v = \sqrt{\frac{2h_d}{\gamma_B}}$$

Для замера динамического напора используют трубку Пито и жидкостный манометр или тягонапоромер. Принцип замера динамического напора заключается в следующем (рис. 15.4).



a.



б.

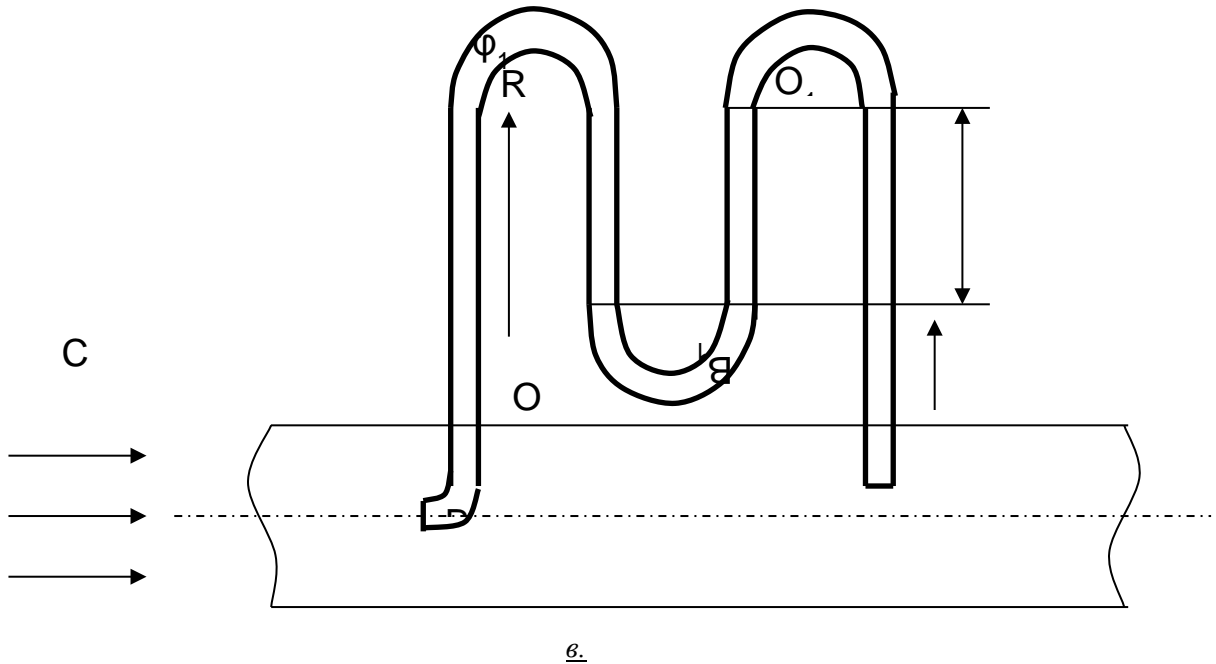


Рисунок 15.4 Работа трубки Пито

Если в воздуховод поместить трубку так, чтобы открытое ее сечение было нормально воздушному потоку (рис. 15.4 а), и соединить эту трубку с жидкостным манометром, то он покажет полный напор. Если поместить трубку так, чтобы открытый ее конец располагался параллельно воздушному потоку (рис. 15.4 б), то манометр покажет статический напор. Если же объединить оба сечения трубки и поместить ее в воздушный поток (рис. 15.4 в), то разность этих напоров даст динамический напор.

15.4. Понятие об эквивалентном диаметре

Воздушные системы зерноуборочного комбайна и целого ряда других сельскохозяйственных машин настолько сложны и разнообразны, что оценка их сопротивления весьма затруднительна. Подобные случаи встречаются не только в сельскохозяйственных машинах, но и в других областях техники, в связи с чем было введено понятие об эквивалентном отверстии.

Под эквивалентным отверстием понимают такое круглое отверстие, площадью $F_{эк}$ через которое проходит в единицу времени такое же количество воздуха $V_{эк}$ со скоростью $v_{эк}$, как и через трубопровод с сопротивлением $h_{ст}$.

Для сопоставления воздушных каналов различной формы и использования справочных данных, которые, как правило, даются для труб круглого сечения, в технике введено понятие «эквивалентный диаметр».

Под эквивалентным диаметром понимают диаметр трубы круглого сечения, сопротивление которой равно сопротивлению трубы иного сечения. Определим эквивалентный диаметр для трубы прямоугольной формы со сторонами a и b .

Используя формулу статического напора для трубы круглого сечения можно записать:

$$h'_{so} = \rho \frac{4}{d_{эк}} \frac{\gamma_B v^2}{2}$$

Для трубы прямоугольного сечения со сторонами a и b статический напор определится:

$$h_{\text{ст}}'' = \rho \frac{2(a+b)}{ab} \ell \frac{\gamma_B v^2}{2}$$

Приравняв правые части выражений статического сопротивления для труб круглого и прямоугольного сечения и решая полученное равенство относительно $d_{\text{эк}}$ получим:

$$d_{\text{эк}} = \frac{2ab}{a+b}.$$

15.5. Основное уравнение вентилятора

Рассмотрим частицу массой m , находящуюся на расстоянии r от центра лопастного колеса (рис. 15.5) с криволинейными отогнутыми назад лопатками с внутренним радиусом r_1 и внешним — r_2 , вращающегося с угловой скоростью ω .

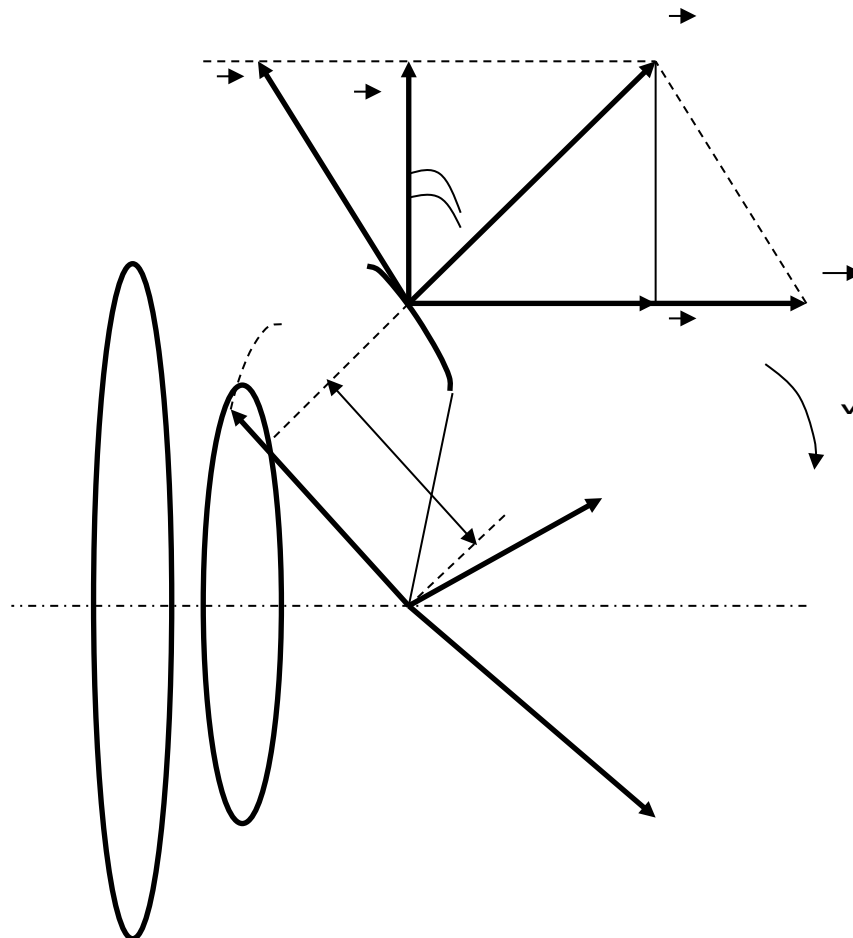


Рисунок 15.5 Схема к определению основного уравнения вентилятора

Обозначим абсолютную скорость рассматриваемой точки через c и разложим ее на радиальную c_r и тангенциальную c_t составляющие. Угол между векторами абсолютной и радиальной скоростей обозначим β . Тогда количество движения q_m , частицы m в рассматриваемый момент времени будет:

$$q_m = mc$$

Момент количества движения частицы m относительно центра лопастного колеса определится:

$$M = q_m r \sin \beta$$

или

$$M = mc r \sin \beta$$

Так как $c \sin \beta = c_t$, то момент количества движения частицы при входе на лопатку M_1 и при выходе с нее M_2 соответственно определится:

$$M_1 = m r_1 c_{t_1} \text{ и } M_2 = m r_2 c_{t_2}$$

Поскольку $r_2 > r_1$ и $c_{t_2} > c_{t_1}$, то частица воздуха, проходя по лопатке вентилятора, получает приращение момента количества движения, которое выразится:

$$\Delta M = M_2 - M_1$$

а для объема воздуха V , проходящего через вентилятор в единицу времени, данная формула примет вид:

$$\Delta M = V \gamma_B (r_2 c_{t_2} - r_1 c_{t_1})$$

Зная скорость вращения лопастного колеса, определим энергию, получаемую воздушным потоком при прохождении по лопаткам вентилятора:

$$L = \Delta M \omega$$

Подставив в последнее выражение значение ΔM из предыдущей формулы, получим:

$$L = V \gamma_B \omega (r_2 c_{t_2} - r_1 c_{t_1})$$

Теоретический напор H_m , создаваемый вентилятором, представляет собой энергию, которую получает воздушный поток, проходя по лопаткам вентилятора, отнесенную к единице объема:

$$H_m = \gamma_B \omega (r_2 c_{t_2} - r_1 c_{t_1})$$

Раскрыв скобки и заменив произведение ωr на U получим:

$$H_m = \gamma_B (U_2 c_{t_2} - U_1 c_{t_1})$$

Это выражение называется **основным уравнением вентилятора**. Это уравнение не учитывает внутренних потерь, поэтому действительный напор H_δ , создаваемый вентилятором, будет меньше теоретического и определится из выражения:

$$H_\delta = H_m \eta$$

где η – манометрический КПД вентилятора.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие типы вентиляторов вам известны?
2. Какие формы лопастей вентиляторов применяют в семяочистительных машинах?
3. Какие силы действуют на частицу в воздушном потоке?
4. Определить критическую скорость витания частицы.
5. Определение полного напора, создаваемого вентилятором.
6. Определение статических напоров, создаваемых вентилятором.
7. Что такое эквивалентный диаметр?
8. Основное уравнение вентилятора.
9. Изобразить лопасть вентилятора (различной формы) и определить вектор абсолютной скорости для частицы, находящейся при входе на лопасть.
10. Изобразить лопасть вентилятора (различной формы) и определить вектор абсолютной скорости для частицы, находящейся при сходе с лопасти.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. **Кленин, Н.И.** Сельскохозяйственные и мелиоративные машины: учебник для ВУЗов / Н.И. Кленин. – М.: Колосс, 2008. – 293 с.
2. Машины и оборудование в растениеводстве. Основы теории и расчета рабочих процессов : учеб. пособие / А.Г. Рыбалко, [и др.]. – ФГОУ ВПО Саратовский ГАУ, 2011. – 115 с.
3. **Кленин, Н.И.** Сельскохозяйственные машины. [Текст]: учебник для ВУЗов/ Н.И. Кленин, С.Н.Киселев, А.Г.Левшин. – М.: КолосС, 2008, 816 с.

Дополнительная

1. **Чарушников, В.А.** Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины «Теория и расчет сельскохозяйственных машин»/ В.А Чарушников., С.В Давыдов. – Саратовский мед.унив-т. – 1995. – 78с
2. **Протасов, А.А.** Теория и расчет сельскохозяйственных машин. Методические указания для студентов специальности «Агроинженерия» и др./ А.А. Протасов, С.В.Давыдов., Б.Н Емелин., Г.Е Шардина.; ФГОУ ВПО Саратовский ГАУ, 2008 – 56 с
3. **Рыбалко, А.Г.** Машины для обработки почв, посева и посадки растений. Учебное пособие. / А.Г. Рыбалко, Н.П. Волосевич, В.А. Федоров, В.А. Чарушников; Саратовский СХИ, 1987. – 78 с.
4. **Халанский, В.М.** Сельскохозяйственные машины: учебник / В.М. Халанский, И.В. Горбачев. – М.: Колосс. –2003. – 624 с.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1. Бердышев, В.Е.** Сельскохозяйственные машины. [Текст]: учеб. пособие. /Бердышев В.Е., Цепляев А.Н., Шапров М.Н. и др. ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ» Саратов, 2010,220с.:ил. ISBN 5-7011-0490-7.
- 2. Рыбалко, А.Г.** Машины и оборудование в растениеводстве. Основы теории и расчета рабочих процессов. [Текст]: Учеб. пособие /Рыбалко А.Г., Емелин Б.Н., Давыдов С.В. и др. ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ» Саратов, 2011, 116с. ISBN 978-5-7011-0561-2.
- 3. Рыбалко, А.Г.** Машины для уборки и послеуборочной обработки продукции растениеводства. [Текст]: учеб. пособие / А.Г. Рыбалко. Б.Н. Емелин, Г.Е. Шардина и др. – Саратов : ФГОУ ВПО "Саратовский ГАУ", 2005. - 96 с. ISBN 5-7011-0459-1.
- 4. Кленин, Н.И.** Сельскохозяйственные машины. [Текст]: Учебники и учеб.пособия для студ.высш.учеб.заведений. / Н.И.Кленин, С.Н.Киселев, А.Г.Левшин. М.: КолосС, 2008 – 816.: ил ISBN 978-5-9532-0455-2.
- 5. Рыбалко, А.Г.** зерноуборочный комбайн «Енисей-950» и его модификации : учебное пособие / А. Г. Рыбалко, В. И. Дмитриенко, А. А. Протасов и др. - Саратов : ФГОУ ВПО "Саратовский ГАУ", 2005. - 230 с. - ISBN 5-7011-0482-6
- 6. Тарасенко А. П.** Роторные зерноуборочные комбайны. [Текст]: Учебное пособие. / А. П. Тарасенко.- СПб.: Издательство «Лань», 2013. – 192 с.: ISBN 978-5-8114-1465-9.
- 7. Федоренко В.Ф.** Научно -информационное обеспечение инновационного развития в сфере сельского хозяйства. [Текст]: Электрон. текстовые данные. / Федоренко В.Ф. — М.: Росинформагротех, 2011.— 368 с.: ISBN 978-5-7367-0878-9.
- 8. Федоренко В.Ф.** Технические и технологические требования к перспективной сельскохозяйственной технике. [Текст]: Электрон. текстовые данные. / Федоренко В.Ф., Буклагин Д.С., Ерохин М.Н. — М.: Росинформагротех, 2011.— 248 с.: ISBN 978-5-7367-0826-0.

Содержание

Введение	3
Лекция 1. Современное состояние технологий и средств механизации в сельскохозяйственном производстве	4
1.1. Приоритетные направления развития сельскохозяйственного производства	4
1.2. История отечественного комбайностроения	5
1.3. Показатели качества работы комбайна.....	6
1.4. Развитие отечественного и зарубежного комбайностроения.....	8
Вопросы для самоконтроля.....	11
Список литературы.....	11
Лекция 2. Мобильные процессы растениеводства	12
2.1. Виды мобильных процессов	12
2.2. Проектирование мобильных процессов	14
2.3. Пути совершенствования мобильных процессов.	15
Вопросы для самоконтроля.....	16
Список литературы.....	16
Лекция 3. Операционные технологии мобильных процессов	18
3.1. Разработка операционной технологии мобильных процессов.....	18
3.2. Основы проектирования рациональной технологии возделывания сельскохозяйственных культур	19
3.3. Реализация внедрения рациональной технологии	21
Вопросы для самоконтроля.....	21
Список литературы.....	21
Лекция 4. Машины для уборки сельскохозяйственных культур	22
4.1. Прямое комбайнирование	22
4.2. Типы мотовил отечественных и зарубежных зерноуборочных и кормоуборочных комбайнов.....	22
4.3. Типы режущих аппаратов. Разновидности привода режущих аппаратов отечественных и зарубежных уборочных машин.....	23
4.4. Принцип работы режущих аппаратов.....	23
Вопросы для самоконтроля.....	23
Список литературы.....	24
Лекция 5. Зерноуборочные комбайны. Молотильный аппарат и транспортирующие рабочие	

органы	25
5.1. Разновидности молотильных аппаратов	25
5.2. Настройки молотильных аппаратов на уборку различных культур	27
5.3. Транспортирующие органы уборочных машин	27
Вопросы для самоконтроля	28
Список литературы	28
Лекция 6. Машины для заготовки кормов	29
6.1. Виды кормов, их технологические свойства	29
6.2. Комплекс машин для заготовки кормов	29
6.3. Рабочие органы машин (устройство, рабочий процесс, характеристика)	30
Вопросы для самоконтроля	33
Список литературы	33
Лекция 7. Машины для послеуборочной обработки зерна	34
7.1. Технологические свойства зерновых смесей	34
7.2. Рабочий процесс плоского решета	34
7.3. Рабочий процесс воздушной очистки	35
7.4. Цилиндрические триеры	36
7.5. Тенденции в развитии технологических процессов и конструкций зерноочистительных машин	36
Вопросы для самоконтроля	37
Список литературы	37
Лекция 8. Машины для уборки картофеля	38
8.1. Технологии уборки картофеля	38
8.2. Комплекс картофелеуборочных машин	38
8.3. Технологические свойства картофеля	38
8.4. Рабочие органы уборочных машин	40
Вопросы для самоконтроля	41
Список литературы	41
Лекция 9. Машины для уборки свеклы	42
9.1. Способы уборки. Комплекс машин	42
9.2. Технологические свойства корней и ботвы свеклы	42
9.3. Рабочие органы уборочных машин	42
Вопросы для самоконтроля	43
Список литературы	43
Лекция 10. Основы теории рабочих процессов почвообрабатывающих машин.	45
10.1. Виды деформации почвенного пласта	45
10.2. Развитие трехгранного клина в криволинейную поверхность	46
10.3. Оборот пласта и построение профиля борозды	47
10.4. Принципы построения рабочих поверхностей отвалов	48
10.5. Цилиндрический отвал	49
10.6. Винтовой отвал	49
Вопросы для самоконтроля	50
Список литературы	50
Лекция 11. Равновесие плуга	51
11.1. Определение длины полевой доски	51
11.2. Тяговое сопротивление плуга. Рациональная формула академика В. П. Горячкина	52
Вопросы для самоконтроля	53
Список литературы	53
Лекция 12. Основы теории и расчета машин для уборки зерновых и бобовых культур	55

12.1. Теория мотвила. Траектория и скорость движения планки мотвила.....	55
12.2. Установка мотвила по высоте и определение радиуса мотвила.....	57
12.3. Определение степени воздействия мотвила на убираемую культуру.....	59
Вопросы для самоконтроля.....	59
Список литературы.....	59
Лекция 13. Основы теории режущего аппарата.....	61
13.1. Типы режущих аппаратов.....	61
13.2. Диаграммы пробега активной части лезвия сегмента и изменения высоты стерни.....	62
13.3. Геометрические размеры режущей пары.....	64
13.4. Удельная нагрузка на лезвие сегмента.....	66
Вопросы для самоконтроля.....	67
Список литературы.....	67
Лекция 14. Основы теории молотильных аппаратов.....	68
14.1. Уравнение молотильного аппарата.....	68
14.2. Анализ уравнения барабана. Критическая скорость вращения молотильного барабана.....	69
14.3. Определение основных параметров и режима работы бильного молотильного барабана.....	71
Вопросы для самоконтроля.....	72
Список литературы.....	72
Лекция 15. Основы теории и расчета сельскохозяйственных вентиляторов.....	73
15.1. Типы вентиляторов и формы лопастей.....	73
15.2. Взаимодействие воздушного потока с компонентами вороха.....	74
15.3. Свойства воздушного потока.....	75
15.4. Понятие об эквивалентном диаметре.....	76
15.5. Основное уравнение вентилятора.....	78
Вопросы для самоконтроля.....	79
Список литературы.....	80
Библиографический список.....	81
Содержание.....	82