

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный аграрный университет»

На правах рукописи

Глушков Иван Николаевич

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ И РЕЖИМОВ РАБОТЫ ПОРЦИОННОЙ
ЖАТКИ С УСТРОЙСТВОМ ОБРАЗОВАНИЯ КУЛИС

Специальность 05.20.01 – Технологии и средства механизации
сельского хозяйства

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Научный руководитель –
доктор технических наук,
профессор Константинов М.М.

Оренбург – 2013

Содержание

Введение	5
1 Состояние вопроса. Цель и задачи исследования	9
1.1 Основные направления совершенствования технологии и средств механизации уборки зерновых культур	9
1.2 Загрузка комбайнов и требования к хлебным валкам при уборке зерновых культур	14
1.2.1 Образование стерневых кулис	29
1.3 Классификация способов формирования хлебных валков	32
1.3.1 Формирование валков аккумулярованием хлебной массы в направлении, перпендикулярном движению валковой жатки	33
1.3.2 Формирование валков комбинированным аккумулярованием хлебной массы.	35
1.3.3 Формирование валков аккумулярованием хлебной массы в направлении движения жатвенного агрегата	37
1.4 Цель и задачи исследования	40
2 Теоретическое обоснование конструкции и режимов работы порционной жатки	41
2.1 Разработка схемы порционной жатки	41
2.2 Методика расчета и обоснования параметров ленточного транспортера порционной жатки	46
2.3 Обоснование скорости движения ленточного транспортера с учетом минимизации потерь	57
2.4 Анализ совместной работы мотовила устройства образования стерневых кулис и основного мотовила	62
2.5 Обоснование режимных параметров работы узлов порционной жатки.....	68

2.6	Обоснование оптимальной доли площади поля, занимаемой стерневыми кулисами	69
2.7	Расчёт гидропривода порционной жатки.....	72
	Выводы по главе.....	79
3	Методика экспериментальных исследований порционной жатки....	81
3.1	Основные положения и условия проведения экспериментов.	81
3.2	Определение основных параметров валка.....	86
3.3	Методика исследования процесса сушки массы в экспериментальном и обычном валках.....	88
3.4	Методика определения потерь зерна за жаткой	91
3.4.1	Определение общих потерь за жаткой	91
3.4.2	Методика определения количества потерь зерна несрезанным колосом при формировании стерневой кулисы.....	93
3.4.3	Методика определения количества потерь зерна срезанным колосом при формировании стерневой кулисы	96
3.5	Методика исследования устойчивости снежного слоя на стерневых кулисах	98
3.6	Методика многофакторного эксперимента.....	98
3.6.1	Методика многофакторного эксперимента по выявлению общих потерь зерна за жаткой.....	100
	Выводы по главе.....	105
4	Результаты экспериментальных исследований	106
4.1	Результаты многофакторного эксперимента	106
4.2	Результаты исследования устойчивости снежного слоя на стерневых кулисах	116
	Выводы по главе.....	118
5	Экономическая эффективность применения порционной жатки.....	119
	Выводы по главе.....	123

Общие выводы	125
Литература	127
Приложения	142

Введение

Актуальность темы. Уборка урожая – завершающий и важный этап работ по возделыванию зерновых культур. Это сложный и энергоемкий процесс, на который приходится до 70% всех трудовых затрат, связанных с производством зерна. Часто сроки уборочных работ превышают сроки, установленные агротехническими требованиями. Это приводит к перезреванию зерна и, как следствие, к повышению потерь. Сведение потерь к минимуму позволяет получить прибавку урожая, от 20 до 30 %.

В соответствии с концепцией развития механизации сельского хозяйства на ближайшие 10-15 лет, целесообразно разрабатывать уборочные машины, позволяющие сократить потери зерна, уменьшить расход топлива и уплотнение почвы, повысить производительность. В связи с этим выпускаются и используются высокопроизводительные комбайны. Однако производительность этих машин при их производственной эксплуатации возрастает не пропорционально пропускной способности. В результате чего сроки уборки идут низкими темпами и себестоимость производства зерна фактически не снижается.

Данные проблемы могут быть решены за счет отдельной уборки – скашивания хлебной массы в валки (применение валковых жаток), дозревания и подбора с обмолотом. Существующие валковые жатки не обеспечивают полную загрузку молотилки комбайнов, формируют валки низкого качества, а потери зерна при работе данных жаток часто превышают допустимые. Поэтому вопрос создания жатки, формирующей валки оптимальной мощности независимо от урожайности и, при этом не допускающей превышения уровня потерь, установленных ГОСТом, является актуальным.

Цель работы. Обосновать конструктивно-технологические параметры и режимы работы порционной жатки с устройством образования кулис.

Объект исследования. Технологический процесс функционирования порционной жатки с устройством образования кулис.

Предмет исследования. Закономерности, характеризующие функционирование порционной жатки с устройством образования кулис во время уборочного процесса.

Методика исследований. Теоретические исследования выполнялись с использованием основных положений, законов и методов классической механики, математики и аналитической геометрии. Экспериментальные исследования проводились в полевых условиях в соответствии с общепринятыми методиками и действующими ГОСТами. При проведении экспериментальных исследований применялась теория планирования многофакторного эксперимента. Основные расчеты и обработка результатов экспериментов выполнялись с использованием методов математической статистики и компьютерных программ Microsoft Excel, Statistica 6.1.

Научная новизна. Обоснованы закономерности изменения потерь зерна за порционной жаткой в зависимости от основных режимно-конструктивных параметров, определены параметры транспортера и устройства для образования кулис. Установлена зависимость, позволяющая определять оптимальную долю площади поля под кулисы с учетом высоты и густоты стеблестоя.

Практическая значимость работы. Разработана конструкция порционной жатки (патент РФ на изобретение № 2493685). Обоснованы оптимальные режимы порционной жатки (скорость транспортера, рабочая скорость жатки, окружная скорость планки мотовила), исключающие превышение допустимых потерь зерна. Изготовлена порционная жатка с устройством образования кулис, позволяющая обеспечивать увеличение накопления снега, вследствие чего запасы влаги в почве увеличиваются в 1,4-2,3 раза.

Вклад автора в проведенное исследование. Обоснована закономерность изменения скорости транспортера в зависимости от скорости агрегата, плотности укладки массы, толщины слоя, параметров хлебостоя, определена оптимальная скорость транспортера. Установлена зависимость для определения оптимальной доли площади поля под формируемыми жаткой стерневыми кулисами. Разработана конструкция порционной жатки, обоснованы параметры и режимы её работы и разработан технологический процесс раздельной уборки зерновых культур с её применением. Проведены экспериментальные полевые исследования работы порционной жатки. Получена регрессионная модель процесса изменения уровня потерь зерна за жаткой в зависимости от основных воздействующих факторов.

Достоверность результатов работы подтверждается высоким уровнем сходимости теоретических и экспериментальных исследований работы порционной жатки.

Реализация результатов исследований. Экспериментальный образец порционной жатки прошел производственные испытания и внедрен в ООО «Степь» Акбулакского района Оренбургской области. Рекомендации по настройке и регулировке порционной жатки утверждены и приняты к внедрению Министерством сельского хозяйства Оренбургской области и Комитетом государственной инспекции в АПК Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан. Результаты теоретических и экспериментальных исследований применяются в учебном процессе кафедры «Механизация технологических процессов в АПК» ФГБОУ ВПО ОГАУ.

На защиту выносятся следующие положения:

– закономерности, характеризующие изменение уровня потерь зерна за жаткой в зависимости от рабочей скорости агрегата, скорости движения транспортера, числа оборотов кривошипа режущего аппарата и окружной скорости планки мотовила;

- аналитическая зависимость для определения оптимальной доли площади поля, занятой кулисами, оставленными порционной жаткой;
- результаты исследований зависимости уровня потерь зерна за порционной жаткой от рабочей скорости агрегата, числа оборотов кривошипа режущего аппарата, скорости транспортера и окружной скорости планки мотовила.

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы были доложены, обсуждены и одобрены на международных научно-практических конференциях Оренбургского ГАУ (2010-2013 гг.), международной научно-практической конференции «Агроинженерная наука – сельскохозяйственному производству», посвященной 50-летию со дня основания ЦелинНИИМЭСХ, Казахстан, г. Костанай (2012 г.), IV Всероссийском форуме «Молодежь в развитии села», Москва, ВВЦ (2012 г.), Всероссийском конкурсе Министерства сельского хозяйства РФ на лучшую научную работу среди аспирантов (3-е место). Макет порционной жатки демонстрировался на областных выставках НТТМ в 2011, 2012 и 2013 гг. (диплом победителя) и на Всероссийской выставке НТТМ-2013 в г. Москва, ВВЦ (диплом выставки).

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 11 работ, из них 4 в изданиях, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки РФ, 3 – в зарубежных изданиях. Получен патент РФ на изобретение (№ 2493685).

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, пяти разделов, общих выводов, списка литературы из 161 наименования и 22 приложений. Диссертация изложена на 141 страницах основного машинописного текста, содержит 7 таблиц и 46 рисунков. Общий объем диссертации составляет 184 страниц машинописного текста.

1. Современное состояние вопроса и задачи исследования

Уборка урожая – завершающий и важнейший этап работ по возделыванию зерновых. От своевременного и качественного ее проведения существенно зависят результаты труда за год. Это сложный и энергоемкий процесс, на который нередко приходится до 70% всех трудовых затрат, связанных с производством зерна [31, 49, 67, 160].

Сроки уборочных работ нередко затягиваются, что ведет к существенному недобору и снижению качества урожая. Величина потерь зерна от затягивания сроков настолько существенная, что является одним из наиболее значительных резервов хозяйствования, по заключению ученых и производителей прибавка в ресурсах потребления при условии сведения к минимуму потерь может составить 20, и по некоторым видам продукции до 30 процентов [130].

Многообразие факторов, определяющих качество проведения уборочного процесса, обуславливает необходимость комплексного подхода к его технологическому и техническому обеспечению с учетом природно-климатических и производственных условий, а также особенностей убираемых культур. Наиболее предпочтительно, чтобы темпы уборочных работ соответствовали интенсивности созревания хлебов [127].

1.1 Основные направления совершенствования технологии и средств механизации уборки зерновых культур

Уборка урожая зерновых культур относится к наиболее напряженному процессу сельскохозяйственного производства. Технологическую основу современной уборки составляет зерноуборочный комбайн. В зависимости от природно-производственных условий уборка в основном подразделяется на два способа: прямое комбайнирование или однофазная уборка и раздельное – двухфазная (рисунок 1.1).



Рисунок 1.1 – Способы уборки зерновых культур

При прямом комбайнировании хлебная масса скашивается и одновременно обмолачивается за один проход комбайна. Однофазная уборка способствует сокращению потребности в уборочной технике и механизаторах, уменьшению расхода топлива в сравнении с двухфазной. Однако прямое комбайнирование эффективно только при полной спелости зерна. Уборка засоренных и сильно полеглих хлебов увеличивает продолжительность уборки, что приводит к большим потерям урожая [125, 151, 152], поэтому предпочтение в таких условиях следует отдать раздельному комбайнированию. Исследованиями установлено, что раздельный способ уборки способствует более быстрому и равномерному созреванию зерна, позволяет раньше начать и закончить уборку, сокращает потери и увеличивает сбор зерна во время уборки, обеспечивает получение сухого и чистого зерна, улучшает качество зерна и соломы, дает возможность своевременно выполнять осенние полевые работы. Успех раздельной уборки во многом зависит от качества формирования хлебной массы в валки. Уборка массы в валки осуществляется благодаря применению валковых жаток,

различающихся как по конструкции, так и по принципу формирования валков (рисунок 1.2).



Рисунок 1.2 – Классификация жаток для отдельной уборки

Все рассмотренные в данном разделе валковые жатки [1-30, 132, 133] представлены в приложении Р в виде схем с указанием названия и авторов.

При уборке зерновых культур правильно сформированный валок должен удовлетворять следующим требованиям [36, 43, 50, 60, 75, 79, 83, 84, 85, 108, 158, 161]:

- мощность валков должна быть достаточной для загрузки молотилки комбайна в соответствии с ее пропускной способностью;
- стеблевая масса и колосья должны быть равномерно распределены по ширине и длине валков, причем колосья должны располагаться преимущественно на поверхности валков;
- стерня под валками не должна прогибаться, а хлебная масса валка должна устойчиво держаться на ней;
- отдельные стебли не должны выпадать из валка при его укладке и лежке;
- связность хлебной массы в валках должна обеспечивать качественный подбор при обмолоте.

Однако валки, формируемые существующими жатками, не отвечают данным требованиям, поэтому потери зерна во время уборки современным комбайном составляют по данным П. Файфера 10...15% урожая. В крайне

неблагоприятных условиях потери урожая доходят до 30 % и более [70, 140]. По данным А. Н. Пугачева, микроповреждения зерна яровой пшеницы составляют 35,9 %, что соответствует потерям урожая от недобора в процессе уборки 0,18 т/га [142] (рисунок 1.3).

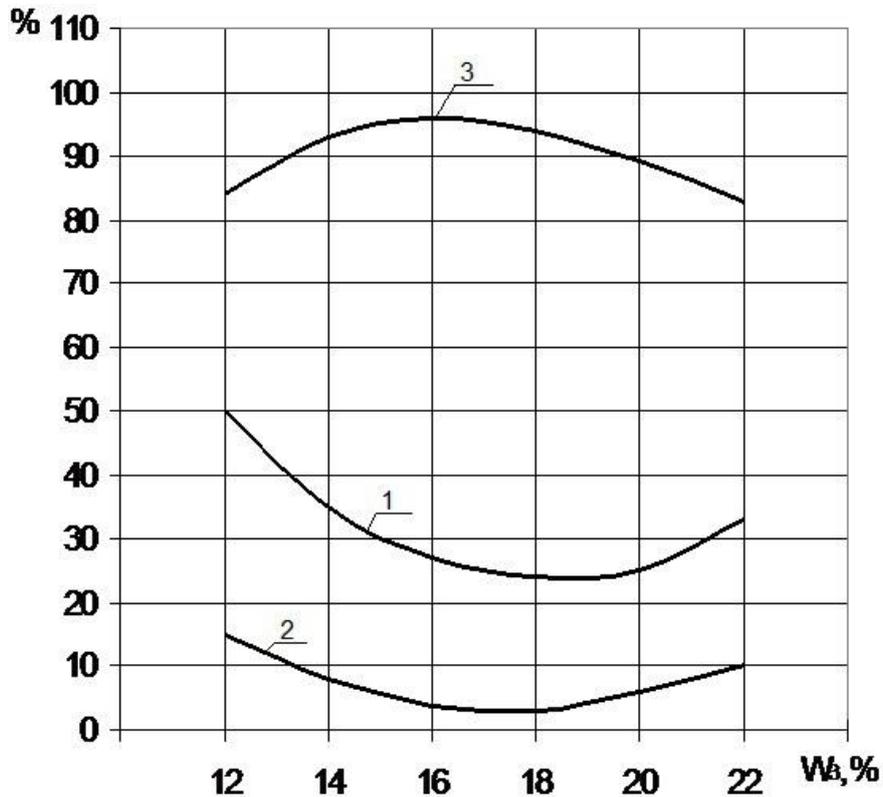


Рисунок 1.3 – Повреждение зерна мягкой яровой пшеницы различной влажности W_3 при обмолачивании [152]: 1 – повреждение зерна; 2 – повреждение зародыша; 3 – всхожесть лабораторная

Прогноз на ближайшую перспективу показывает, что комбайновый способ уборки урожая остается основным, поскольку других, более эффективных нет. Комбайновый парк формируется из энергонасыщенных технических средств типа «Дон – 1500», «ACROS», СК – 10 «Ротор», «Claas», «Western», «Kase» с высокой пропускной способностью [72, 117]. Они имеют существенные преимущества по производительности в сравнении с комбайнами «Нива» и «Енисей – 1200». Однако, в настоящее время эти преимущества комбайнов «Дон – 1500», «ACROS», СК – 10 «Ротор», «Claas», «Kase», «Western» проявляются при имеющихся жатках лишь на уборке

полей с урожайностью более 30 ц/га, площадь которых значительно меньше половины всех площадей возделывания зерновых культур в стране. Особенно это касается степных районов, где урожайность в среднем существенно меньше средней по стране и колеблется в больших пределах. Здесь в настоящее время комбайны загружаются на 15...60 % номинальной пропускной способности. Снижение загрузки комбайна существенно повышает приведенные затраты.

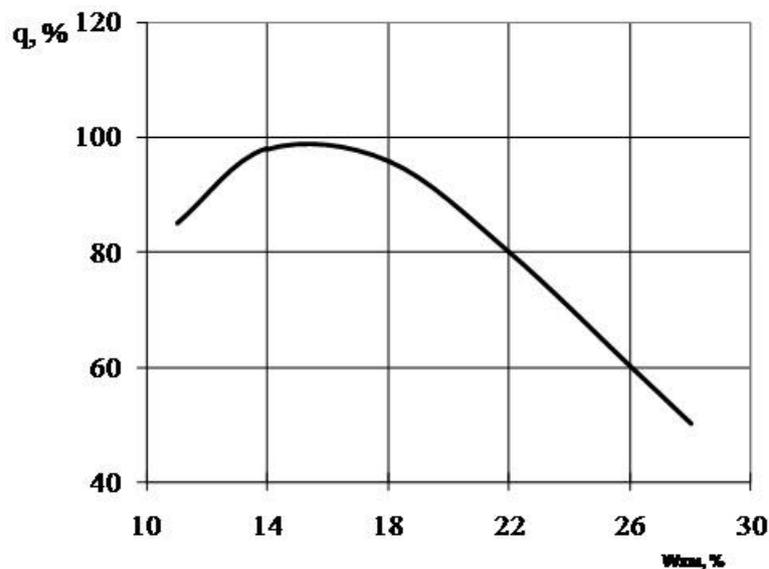


Рисунок 1.4 – Изменение пропускной способности комбайна q от влажности хлебной массы $W_{ХМ}$ [130].

Наиболее существенное влияние на производительность зерноуборочного комбайна и эффективность комбайновой уборки оказывают агрометеорологические условия во время уборки [31, 45, 49, 52, 70, 77, 94, 100, 101]. С увеличением влажности хлебной массы производительность и технологическая надежность комбайна резко снижается (рисунок 1.4). В результате сроки уборочных работ растягиваются, что приводит к увеличению потерь урожая и затрат на его уборку. Сокращение же сроков уборки возможно при значительном повышении дневной и сезонной производительности комбайнов, когда комбайн полностью использует пропускную способность молотилки [43, 53, 75, 83, 87, 106, 140, 141]. Поэтому если вопросы загрузки высокопроизводительных комбайнов «Дон –

1500», «ACROS», СК – 10 «Ротор», «Claas», «Western», «Kase» не будут решены, то их применение в степных районах не приведет к желаемому повышению производительности, а затраты на уборку увеличатся в 2 – 4 раза. А именно в этих районах из-за недостатка трудовых ресурсов, в первую очередь, требуется значительное повышение производительности машин.

Такое положение является следствием отсутствия жаток, которые обеспечили бы аккумуляцию хлебной массы в количестве, достаточном для полной загрузки комбайнов и работы их в оптимальных условиях, при которых обеспечиваются минимальные потери зерна и расход топлива.

Совокупность названных агробиологических и технологических недостатков современной комбайновой уборки зерновых культур и послужила основанием для изыскания новых, более эффективных способов уборки урожая.

1.2 Загрузка комбайнов и требования к хлебным валкам при уборке зерновых культур

Заложенные в зерноуборочные комбайны технические возможности по достижению высокого дневного и сезонного намолота могут быть реализованы в условиях производства лишь при полной их загрузке – реализации потенциальных возможностей.

Анализ работы зерноуборочных комбайнов показывает, что их фактическая загрузка во многих случаях значительно меньше паспортной пропускной способности. Скорость движения комбайна ограничена оптимизацией технологического процесса работы подборщика или жатки, комфортностью условий работы комбайнов, микрорельефом поля, расположением валка на стерне и др. Если, например, валки хлебной массы провалились через стерню на почву, то поступательная скорость комбайна ограничивается потерями за подборщиком. Так, применение противозерозионных сеялок с междурядьем 23 см привело к значительному

ухудшению несущей способности стерни и во избежание повышенных потерь при подборе валков снижена поступательная скорость комбайна.

По многолетним данным контрольных испытаний комбайнов в различных зонах страны средняя рабочая скорость движения комбайнов составляет 5-7 км/ч. Таким образом, поступательная скорость комбайна при уборке урожая имеет существенные ограничения и не может быть основополагающим фактором при решении задачи загрузки его молотилки в условиях низкой урожайности и колебании ее в больших пределах. Кроме того, увеличение скорости комбайна требует дополнительных затрат энергии на перекачивание комбайна по полю. Так, для комбайна «Нива» в зависимости от состояния почвы и степени заполнения бункера копнителя увеличение скорости на 1 км/ч требует дополнительно 3-6,5 кВт [31, 45, 70, 82, 88, 89, 90, 94, 136, 140, 141, 147, 159].

Достижение полной загрузки комбайнов путем повышения их поступательной скорости приводит также к увеличению количества проходов машины по полю и, как следствие, увеличивается расход топлива и площадь поля, прикатанная ходовой системой. А на единицу пропускной способности комбайнов «Дон – 1500», СК – 10 «Ротор» приходится свыше 1,5 т металла и 16,2 кВт мощности двигателя, эксплуатационная масса комбайнов достигает критического состояния (рисунок 1.5), что отрицательно сказывается на микроструктуре почвы и ее плодородии. При этом также повышается удельное сопротивление почвообрабатывающих орудий в 1,5–2 раза и требует дополнительных затрат топлива при вспашке. В степных районах по проходам ходовых колес комбайна снижается ветроустойчивость в 1,5–2 раза, из-за разрушения комочков почвы в поверхностном слое. [119]

В условиях ограничения поступательной скорости загрузка молотилки комбайна может быть решена путем подбора жатки с соответствующей шириной захвата, обеспечивающей аккумуляцию хлебной массы с достаточной полосы.

Основной жаткой для формирования хлебных валков при раздельной уборке в настоящее время является жатка ЖВН-6А, аккумулирующая хлебную массу в валок с полосы 6 м. При такой ширине захвата жатки обеспечивается формирование хлебных валков с погонной массой (мощностью), обеспечивающей загрузку комбайна «Нива», «Сибиряк» при урожайности 25 и более ц/га, что соответствует примерно 20-25% всех зерновых площадей в стране. Комбайны «Дон-1500», СК-10 «Ротор», «ACROS», «Claas», «Western», «Kase» с пропускной способностью соответственно 8 – 9кг/с и 10 – 12кг/с при 6–10 метровых жатках могут быть полностью загружены при движении на повышенных скоростях лишь при урожайности 35-60 ц/га. Поэтому на уборке зерновых в степных районах Урала, Поволжья, Сибири, и Казахстана, где средняя урожайность меньше средней по стране, загрузка комбайнов является проблематичной.

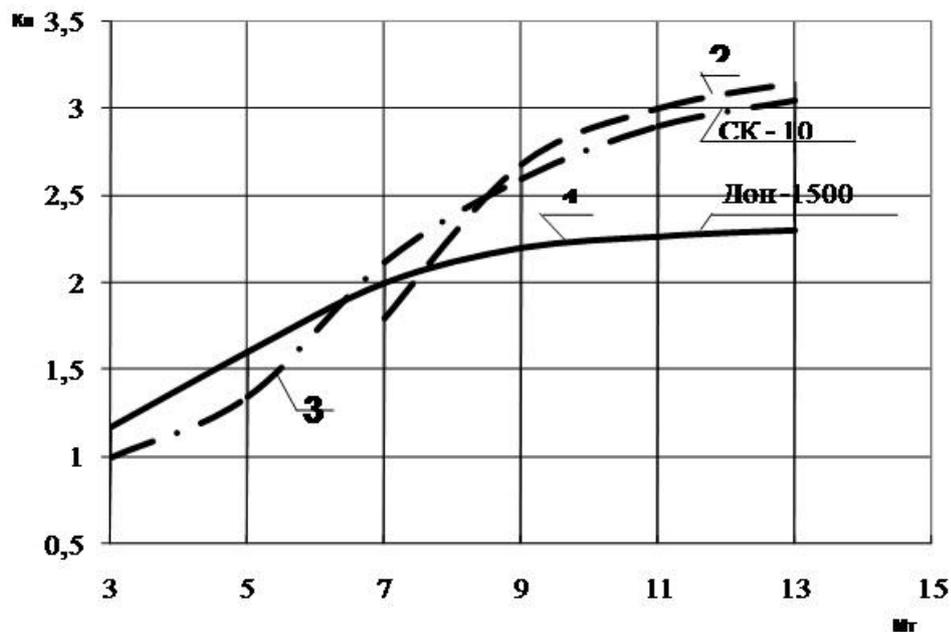


Рисунок 1.5 – Зависимость повышения пропускной способности K'_n зерноуборочных комбайнов от их массы [141]: 1 – комбайны классической схемы; 2 – комбайны роторного типа; 3 – общая интегральная кривая.

Для полной загрузки комбайнов «Дон-1500», «ACROS», «Claas», «Western», «Kase» в этих районах при ограничении поступательной скорости необходимы жатки с шириной захвата 50-100 м. Однако, опыт разработки

широкозахватных жаток показывает, что при низком качестве обработки полей, полеглости и низкорослости хлебостоя жатки с такой шириной захвата использовать невозможно. Это связано с трудностями получения низкого среза и удовлетворительного копирования жаткой поверхности поля, сложностью управления жатвенным агрегатом. Кроме того, увеличение ширины захвата жатки вызывает усложнение жатки и увеличение металлоемкости.

Урожайность колеблется по годам в больших пределах. Так, коэффициент вариации изменения урожайности относительно ее средней величины в степных районах составляет: на Урале –24%, в Поволжье –36%, Западной Сибири –34%, Казахстане –42%. Это требует наличия в хозяйствах жаток с разной шириной захвата для использования их в различных по урожайности условиях [52, 54, 82, 84, 85, 88, 100, 101, 115, 154].

Все двухпоточные жатки образуют валки с горизонтальной укладкой стеблей в них [81], т.к. угол наклона к плоскости среза $\Psi \leq 0$. А угол направления стеблей в валки относительно его оси φ изменяется в очень широких пределах – от 0 до 90° [84, 88, 114, 154, 155]. Коэффициент вариации последнего изменяется в пределах 36,5...45,2% [53].

Несколько лучшая структура валка получается у трехпоточных жаток с центральным выгрузным окном, формирующим полушатровый валок. В них угол $\psi = 15...30^{\circ}$ (комли расположены внизу и по краям валка), а угол φ изменяется также в больших пределах – от 20 до 60° [34, 79, 154].

На поверхности обычных валков располагается только до 50...55% колосьев [155].

Исследования Мещерякова В.А. и др. [112] показали, что комлевая часть стебля обладает большей устойчивостью на стерне по сравнению с колосовой частью, т.к. коэффициент трения комлевой части стеблей о стерню равен 0,53, а колоса –0,34, то есть в 1,6 раза меньше.

В работах [42, 115, 135,] отмечается, что на всех двухпоточных жатках отсутствует эффективное приспособление для формирования валков с

колосьями на поверхности, что приводит к выпадению стеблей низкорослого и изреженного хлебостоя из обычных валков.

Валки, формируемые существующими жатками, имеют большую неравномерность распределения хлебной массы по ширине и длине. Это обусловлено изменяющимися параметрами (толщиной, шириной), характером распределения зерна и соломы по ширине и формой поперечного сечения валка, а также изменениями физико-механических и биологических свойств убираемой культуры: урожайностью, соломистостью, влажностью. Влияет и динамика процесса формирования валка [62, 137, 152].

У валка двух- и трехпоточных жаток коэффициент неравномерности толщины по их ширине составляет 40...56%, колосьев – 47%, стеблей – 33% [63, 102, 105, 129].

Поперечное сечение валков обычно имеет вид сегмента окружности.

При этом в двух средних зонах содержится примерно в 2 раза больше растительной массы, чем в двух крайних [149].

Неравномерность валков по длине отмечается в работах [32, 103, 156].

Неравномерность хлебной массы в валке по его длине увеличивается в два и более раз, по сравнению с хлебостоем на корню [156].

Коэффициент вариации изменения массы погонного метра обычного валка изменяется от 20 до 30% [120].

Влияние связности валка на его качество приведено в работах [47, 62, 64, 84, 85, 92, 139].

Связный и устойчивый на стерне валок получается только при урожайности зерновых не менее 17...20 ц/га. При меньшей урожайности увеличиваются потери от провалившихся на землю стеблей [37]. Анализ устойчивости валков на стерне приведен в работах [39, 46, 76, 105, 113, 125, 129, 138].

Так при подборе средний просвет под валками двухпоточных и трехпоточных жаток составил 0,2...3,6 см. [53].

У обычных валков (кроме валков жатки ЖШН–6) свыше 40% хлебной массы уже в день скашивания имеет непосредственный контакт с почвой [99]. Это объясняется тем, что с увеличением угла расположения стеблей к продольной оси валка ф колосья концентрируются у одного края валка и проваливаются на почву, просыхание их замедляется.

Отмечается лучшая устойчивость на стерне более мощных валков (сдвоенных, строенных). Менее мощные валки при длительной лежке прокалываются стерней и оседают до земли [113].

Это приводит к следующим потерям зерна: выпадение коротких стеблей и зерен, раздуванию стеблей ветром и прорастанию зерна [80, 108, 112, 114, 115, 116, 67].

Николаев П.А. основной причиной обособления коротких стеблей из валка и проваливания их на стерню считает формирование неплотного, рыхлого, несвязного валка.

При сушке валков от двухпоточных жаток выпадение зерен составляет 1,1...3,4 кг/га, трехпоточных – 0,4...1,8 кг/га. От раздувания стеблей ветром и от прорастания зерна у этих валков потери достигали 36,8 кг/га [116].

Влияние срока лежания валков в поле на потери колосьев из них исследовано в работах [50, 95, 123] и показано в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Влияние времени лежки валка на потери колосьев

Срок лежания валка, сутки	Скорость увеличения потерь
до 5	Дополнительные потери отсутствуют
до 6	Дополнительные потери отсутствуют
до 9	в 1,14 раза
до 13	в 1,43 раза

Николаев П.А. считает оптимальным сроком лежания валков в поле 5-6 дней, при этом валок должен сохранить в себе не менее 99...99,5% колосьев, что можно достигнуть увеличением плотности валка.

В России более 20 млн. га посевных площадей расположены в зонах повышенного увлажнения, потери урожая в которых в 3...4 раза больше, чем в среднем по стране. В неблагоприятные годы в обычных валках (жатки ЖВН-6) прорастало до 40...74% зерна [64, 149]. Однако, в условиях ненастной погоды качественно сформированный валок лучше сохраняет урожай, чем хлеба, оставленные на корню. Не прорастают колосья в валке, находящиеся на его поверхности и не соприкасающиеся с почвой.

В работе [51] отмечается, что валки меньшей мощности при выпадении осадков и без них просыхали интенсивнее, но в то же время они значительно больше увлажняются от дождей и росы. В итоге влажность этих валков снижалась за сутки почти на столько же, что и валков более мощных.

По агротребованиям потери зерна за подборщиком не должны превышать 0,5% от урожая в обычных условиях и 1% на полеглых хлебах (для риса –1,5%) [67, 142].

Однако при уборке эти потери в отдельных случаях колеблются от 5 до 15% [36, 52, 76, 83, 123, 124, 130, 142] и составляют от 20 до 70% потерь за комбайном. По данным Кутепова Б.П. [100], эти потери достигают 20% и более.

На рисунке 1.6 представлены результаты изучения влияния угла φ (отношение стеблей от осевой линии валка), их длины ℓ_c , толщины валка h и отношения окружной скорости пальцев подборщика к поступательной скорости комбайна λ_n на потери зерна за подборщиком [50, 67, 123].

Для устранения данных потерь необходимо образовать валки с прочной силой сцепления стеблей (колосьев) и уменьшить ускорение массы при отрыве ее от стерни.

Влияние ориентации стеблей в валке на работу подборщика исследовано также в работах [52, 47, 49, 53, 63, 64, 80, 81, 99, 107, 108, 114, 116, 123].

Поперечная и близкая к ней укладка стеблей в валке способствует лучшей подборке, т.к. пальцы подборщика способны подобрать стебли

даже из глубины стерни [47, 112, 125].

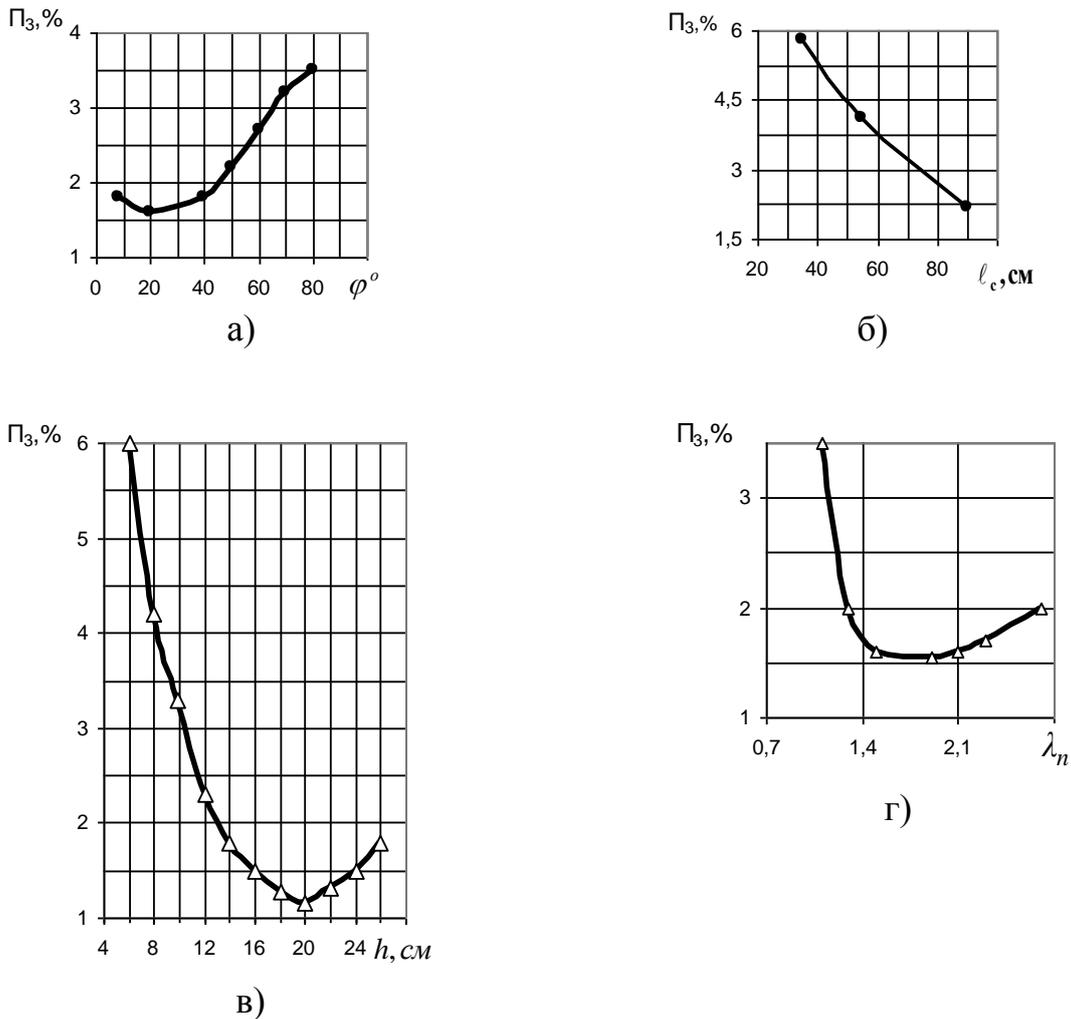


Рисунок 1.6 – Потери зерна неподбранным колосом: а) влияние отклонения стеблей от осевой линии валка на потери зерна за подборщиком; б) влияние длины стеблей на потери зерна; в) влияние толщины валка на потери зерна; г) влияние отношения окружной скорости пальцев подборщика к поступательной скорости комбайна на потери зерна.

Однако при существующих способах валкообразования поперечная укладка стеблей способствует проваливанию колосьев до земли, их потерям при лежке. Но если стебли уложены вдоль оси валка, то они могут проскользнуть между пальцами подборщика и остаться в стерне [43].

На короткостебельных хлебах потери за подборщиком достигали до 12,6% [43, 45]. Для степных зон при уборке мало мощных валков

(низкорослых и изреженных хлебов) потери при подборе были от 5 до 15% [159]. При подборе более мощного «четверенного» валка с полосы 20 м. потери неподбранным колосом за подборщиком были в четыре раза меньше, чем при подборе одиночных валков [40].

Проскальзывание пальцев подборщика при подборе валков обуславливает большой предел оптимального отношения окружной скорости пальцев подборщика к поступательной скорости комбайна $\lambda_n=1,4...2,0$ (рисунок 1.6, 2), что приводит к увеличению повреждения зерна и потерям в виде обломленных колосьев и свободного зерна.

В связи с этим в работах [53, 81] отмечается, что нельзя располагать колосья в нижней части валка, а нужно формировать их на его поверхности. При этом пальцы подборщика значительно меньше соприкасаются при подборе с колосьями, что существенно снижает потери.

В работе [45] указывается, что увеличение скорости движения комбайна на подборе с 3 до 8 км/ч приводит к увеличению потерь за подборщиком в 3 раза, т.к. увеличиваются вертикальные колебания подборщика до 10 см и более вместе с жаткой, приводящие к потерям неподбранным колосом и частому зарыванию пальцев подборщика в землю.

При подборе проросших на 28% валков (жатки ЖВН-6) потери зерна за подборщиком составляли 9%, а при подборе валка с колосом на поверхности (жатки ЖШН-6) – в 1,5-2 раза меньше [126].

На основании изучения качества сформированных валков можно сделать выводы:

1. Валки, формируемые существующими жатками, не удовлетворяют требованиям к ним по параметрам, структуре, связности, устойчивости на стерне, увлажнению и сушке, прорастанию, потерям зерна и т.д.

2. Валки предпочтительнее формировать более мощные, т.к. они более устойчивы на стерне и меньше выпадает из них колосьев. Менее мощные валки при длительной лежке прокалываются стерней и оседают до земли.

3. Нельзя допускать соприкосновения колосьев в валке с почвой, а располагать их равномерно на поверхности валка, что не могут обеспечить существующие жатки.

4. Поперечная укладка стеблей в валке способствует лучшей подборке его, т.к. пальцы подборщика способны подбирать стебли из глубины стерни.

Важную роль в решении вопросов совершенствования конструктивно-технологических параметров валковых жаток и способов формирования валков имеют работы Баранова А.Л., Бледных В.В., Будко А.И., Важенина А.Н., Воцкого З.И., Джамбуршина А.Ш., Ерохина М.Н., Жалнина Э.А., Жука Я.М., Завражнова А.И., Константинова М.М., Косилова Н.И., Липковича Э.И., Ловчикова А.П., Лукиных Г.Ф., Морозова Е.Ю., Недовесова В.И., Окунева Г.А., Пенкина М.Г., Пермякова А.Ф., Селихова В.Т., Чепурина Г.Е. и др.

В их работах обосновано формирование и разворот стеблей на платформе, и их влияние на количество валков и потери за жатками (рисунок 1.7).

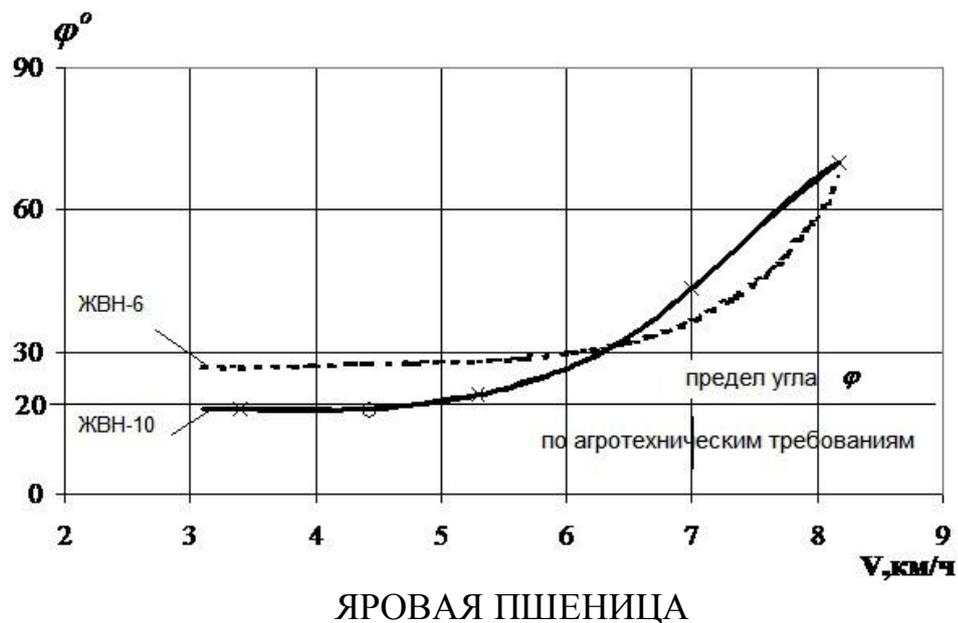


Рисунок 1.7 – Изменение угла разворота при различной скорости скашивания, где φ – угол разворота стеблей относительно продольной оси валка; v – скорость движения жатки.

$$A_{cl} = \frac{L_p \cdot n_m}{V_{tr} \cdot 60} \cdot z_m - 1, \quad (1.1)$$

Барановым Л.А. [38] установлена закономерность образования количества слоев хлебной массы на выходе транспортера жатки

где L_p - рабочая длина транспортера, м;

V_{tr} - скорость транспортера, м/с;

n_m - число оборотов мотoviла, об/мин;

z_m - число лопастей мотoviла;

1 - нижний слой, сошедший с транспортера за время движения.

Составлены уравнения движения потока хлебной массы в процессе полета с кромки транспортера жатки на стерню.

$$X = \frac{V_0}{\kappa_n} \cdot (1 - e^{-\kappa_n t}) \quad (1.2)$$

$$Y = H - \frac{q \cdot t}{\kappa_n} + \frac{q}{\kappa_n^2} \cdot (1 - e^{-\kappa_n t}) \quad (1.3)$$

где H – расстояние от потока хлебной массы, сходящей с кромки транспортера до стерни, м;

κ_n - коэффициент сопротивления воздуха;

t - время полета, с;

V_0 - скорость транспортера, м/с.

На основании этих уравнений определена траектория движения хлебной массы в момент укладки ее на стерню.

В продолжении работы по исследованию факторов, влияющих на форму и структуру валка, Л.А. Барановым экспериментально установлена зависимость угла разворота в валке от скорости движения агрегата (рисунок 1.7).

Как видно из рисунка 1.7, с увеличением скорости движения жатки, отклонение стеблей от оси валка возрастает, достигая 60° при скорости 8 км/ч.

Отклонение стеблей от продольной оси изучал Е.Д. Милованов [115]. Им установлено, что в процессе образования валка серийными жатками типа

ЖВН-6 происходит две стадии разворота: разворот стеблей на транспортере и при укладке их в валок. Углы разворота стеблей на транспортере достигают $32-37^{\circ}$. При укладке валка на стерню разворот стеблей в нем увеличивается до $57-81^{\circ}$.

В результате такого отклонения стеблей колосья располагаются к одному краю валка. Такие валки, особенно после увлажнения их осадками, оседают наиболее тяжелой частью на землю.

Исследования Недовесова В.И. [121] показали, что с увеличением скорости движения жатки увеличивается угол разворота стеблей на транспортере.

Величина данного угла зависит от характеристик хлебостоя [84]:

1. При скашивании низкоурожайных хлебов (низкорослых и средне рослых) срезанные растения тормозятся о пальцевый брус, разворачиваются на определенный угол и выгружаются на стерню колосом вперед.

2. При скашивании высокоурожайных хлебов (длинностебельных) вследствие недостаточной ширины платформы срезанные стебли тормозятся о ветровой щит и выгружаются на стерню комлями вперед.

В первом случае скашивание хлебостоя ограничено в основном действием пальцевого бруса – отмечается также в работах [53, 104]. (При этом допустимая скорость жатки ЖВН-6 составляет 5,6 км/ч). В связи с этим в работе [151] указывает, что для бесперебойной работы режущего аппарата, транспортера и мотовила жаток нужно, чтобы пальцевый брус очищался от срезанных стеблей за два хода ножа.

Во втором случае хлебная масса сгружается на платформе транспортера [31, 32, 81]. Стебли при этом выгружаются на стерню вертикально, а затем разваливаются колосьями в разные стороны. При этом часто забиваются транспортеры и режущий аппарат, случаются поломки мотовила. Причиной всего этого является несоответствие длины срезанных стеблей конструктивным параметрам жаток (ширине транспортера, глубине платформы и выноса ножа).

Для нормальной работы жаток рекомендуется соблюдать следующее условие [104]:

$$b_n \geq b_n + \ell_c; \quad (1.4)$$

где b_n – ширина полотна транспортера между направляющими, м;

b_n – расстояние от спинки ножа до комлевой части стеблей на транспортере, м;

ℓ_c – общая длина срезанного стебля, м.

Наиболее полно сущность поворота стеблей на транспортере отражается в работах [32, 120]. Авторы считают, что развороту стеблей способствует также торможение комлей о несрезанные стебли хлебостоя или о стебли, срезанные, но не успевшие приобрести скорость транспортера. Так как, чем больше толщина слоя стеблей, уложенных на платформу жаток, тем большая длина их выступает перед режущим аппаратом.

Известны попытки управлять поворотом стеблей во время их движения на транспортере путем сообщения различных скоростей перемещения комлевой и колосовой частей стеблей [22, 54, 91, 94, 128]. Но во всех случаях стебли все равно разворачивались колосом вперед по ходу движения транспортера.

При формировании слоя стеблей на транспортере жаток наблюдаются потери в виде срезанных колосьев и свободного зерна при воздействии рабочих органов жатки на стебли и колосья [102, 124].

Аппазов А.А. [32] отмечает, что с увеличением скорости жаток увеличиваются потери зерна в виде срезанных, но упавших на землю колосьев. Это обуславливается увеличением толщины слоя хлебной массы на платформе жатки. При этом вновь срезанные стебли не опрокидываются на этот слой, а, заняв наклонное положение, сползают при транспортировке на землю. Эти потери достигают 0,5 ... 0,7 % от урожая.

Разгрузка хлебной массы с транспортера на стерню значительно влияет на качество сформированного валка.

Исследование процесса разворота стеблей относительно продольной оси валка (угол φ) при разгрузке приведено в работах [37, 39, 114, 116, 155].

Жук Я.М. [71] в лабораторных условиях определил, что наибольшее влияние на ширину стеблей формируемого валка и на ориентацию стеблей оказывают скорость транспортера жатки и угол наклона платформы к горизонту.

Возможный диапазон изменения скорости транспортера очень мал (1,8...3 м/с), а угол жаток платформы в значительной мере зависит от рельефа поля, и эти факторы не обеспечивают качественно сформированного валка.

Влияние формы, ширины и т.д. выгрузного окна жаток на качество формируемого валка исследовано во многих работах [38, 40, 119, 121, 122, 144]. У каждой жатки ширина выгрузного окна постоянна, а состояние хлебостоя и мощность хлебной массы, укладываемой на транспортере, всегда различны. В результате траектория сбрасывания хлебной массы и угол отражения ее о щиток меняются. В связи с этим и происходит разворот стеблей [38].

С целью управления процессом валкообразования авторы [119, 121, 122] рекомендуют различные формы выгрузного окна – ромбовидные, трапецевидные и т.д. Это несколько влияет на ориентацию стеблей в валке и не позволяет существенно изменять толщину и ширину валка.

Романов Г.И. [144] указывает, что ширина выгрузного окна жаток должна выбираться с учетом закона движения стеблей при сходе с транспортера и падении на стерню.

Королев К.Н. [91] предлагает регулировать ширину выгрузного окна жаток в зависимости от урожайности, так как существующие жатки не могут обеспечить уборку хлебов с урожаем растительной массы более 90 ц/га и менее 20 ц/га [34].

Для повышения качества валков уменьшают ширину выгрузного окна установкой пассивных удлинителей транспортера: отклоняющимся щитком,

скатной доской или с помощью треугольного удлинителя транспортера с подвижным сектором [22], иногда образуют сдвоенный, строенный валок [61, 71]. Но эти способы не всегда обеспечивают достаточно мощный, связанный и качественный валок, особенно на короткостебельном и изреженном хлебостое.

Для более качественного формирования валков в выгрузном окне двух- и трехпоточных жаток в ВИСХОМе устанавливали дополнительные органы – валкообразователи вибрационного, транспортерного и шнекового типов.

Однако применение данных валкообразователей нежелательно, так как они увеличивают металлоемкость жатки и энергетические затраты, усложняют ее конструкцию и способствуют увеличению потерь зерна.

Исследование устойчивости валков на стерне при разгрузке хлебной массы провели авторы работ [38, 44, 60, 61, 148].

У всех типов жаток хлебная масса, сходя с транспортера, обладает значительной кинетической энергией, поэтому стебли глубоко проникают в стерню [37, 39]. При работе двух- и трехпоточных жаток вследствие динамического удара от 46,3 до 86,3 % стерни наклоняется в сторону движения потока до угла $7...26^{\circ}$. Величина просвета под этими валками составляет 55,7...79,6% от высоты стерни.

При существующих способах валкообразования 20...25% стерни проникает через слой валка и не создает опоры стеблям [92].

Кутепов Б.П. [98] отмечает, что при выгрузке хлебной массы жаткой ЖВН-6 вследствие динамического удара величина проникновения валка в стерню составляет 25-30% от высоты стерни.

С увеличением скорости движения стеблей при разгрузке валка на стерню возрастает момент аэродинамических сил [148], способствует большому развороту стеблей. При этом короткостебельная масса (колосья) просеиваются сквозь стерню на землю.

Исходя из анализа движения хлебной массы можно сказать, что:

1. Жатки формируют валки с ориентацией стеблей в них, удовлетворяющей агротехническим требованиям, только при скорости не более 5 км/ч.

2. Ни одна жатка не обеспечивает управляемого процесса валкообразования, т.е. регулирования толщины и ширины валков (концентрации и мощности) в широких пределах.

3. У жаток есть существенное противоречие между всегда меняющимся состоянием хлебостоя, мощностью хлебной массы, укладываемой на транспортер, и постоянными конструктивными параметрами выгрузного окна, что способствует неравномерному и некачественному формированию валка.

4. Скорость хлебной массы, сходящей в выгрузное окно, непостоянна, что приводит к неравномерному и некачественному формированию валка.

5. Хлебная масса при разгрузке с транспортера обладает значительной кинетической энергией, поэтому вследствие динамического удара стерня наклоняется, а стебли глубоко проникают в нее.

1.2.1 Образование стерневых кулис

Оставление стерневых кулис чаще всего наиболее эффективно в районах, где применяется раздельная уборка хлебов. В связи с этим кулисные жатки должны быть приспособлены к скашиванию хлебостоя с последующей укладкой хлебной массы в валок. В 1961 году во Всесоюзном научно-исследовательском институте зернового хозяйства была предложена модернизация жаток ЖВН-6 и ЖРБ-4,9. В центре жатки снимали сегменты ножа, а в мотовиле жатки делался треугольный вырез на ширину приспособления и в этом месте устанавливался несколько приподнятый режущий аппарат. Площадь под кулисами составляла 5...8% убранной площади, и короткие стебли, срезанные с кулис приспособлением, укладывались на основной валок.

В ОКБ Сибирского научно-исследовательского института сельского хозяйства [95] была спроектирована и изготовлена жатка, которая в отличие от ЖВН-6 имела измененное мотовило и дополнительную приставку к режущему аппарату (рисунок 1.6).

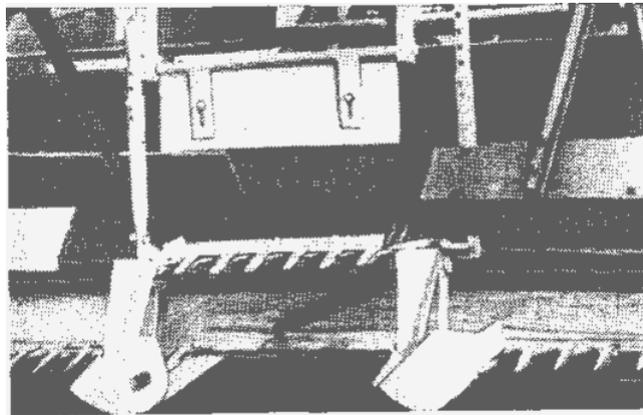


Рисунок 1.8 – Жатка для стерневых кулис конструкции СибНИИСХОЗ

Одним из направлений, уменьшающих необходимость наличия большего типажа жаток по ширине захвата, является применение реверсивных жаток, позволяющих формировать одинарные валки за один проход с полосы, равной ширине захвата жатки, и сдвоенные с двух проходов, шириной, равной ширине захвата жатки. Однако, опыт использования реверсивных жаток ЖНС-6-12 и ЖВР-10 показывает, что принцип реверсирования значительно усложняет конструкцию жатки и технологический процесс ее работы в поле. В результате жатки имеют низкую надежность и меньшую производительность. Кроме того, при формировании сдвоенных валков с двух проходов каждый валок укладывается самостоятельно со смещением во времени, хлебная масса в валках двух проходов не связана между собой, что ухудшает качество валка. [32, 60, 72, 87, 95, 108, 118]

Таким образом, низкая производительность комбайнов связана с нерешенностью проблемы загрузки молотилок комбайнов до паспортной пропускной способности из-за отсутствия жатки, обеспечивающей аккумуляцию потока хлебной массы необходимой мощности.

Многие исследователи указывают на недостаточное качество валков, сформированных существующими жатками, что приводит к потерям зерна.

Оптимальной толщиной валка для различных зон страны считается 7...25 см. Имеющиеся жатки при определенной урожайности не обеспечивают данной толщины валка.

Ширина валка зависит от многих факторов (урожайности, состояния хлебостоя, технологии валкообразования, скорости агрегата) и является случайной величиной, изменяемой в широких пределах (от 0,5 до 2,0м).

В связи с этим Николаев П.А. рекомендовал иметь на жатках механизмы регулирования ширины валка (значит, и толщины), что трудноразрешимо для существующих жаток – параметры валков, формируемых ими, определяются шириной захвата и параметрами урожая.

Для различных зон страны с точки зрения оптимальной загрузки молотилки комбайна, сушки, устойчивости на стерне и т.д. рекомендуются валки мощностью от 4 до 9 кг./п. м. При определенной урожайности мощность валков может изменяться на разных участках поля.

Существующие жатки формируют валки со средней концентрацией 6 – 20 кг/м². Несущая способность стерни позволяет выдержать валки большей концентрации (рисунок 1.9), но технологический процесс существующих жаток не обеспечивает формирование валков таких параметров. [36, 60, 118]

КазНИИМЭСХ совместно с ВНИИЗХ и СибНИИСХОЗ была разработана специальная валковая жатка для образования стерневых кулис [19] (приложение Р). Срез колосьев жаткой и технологический процесс происходит так же как в жатке «Хорвуд-Бегшоу». Однако, существенным отличием является то, что режущий аппарат под выравнивающим винтом вынесен вперед и вверх, причём рабочий ход его уменьшается до 50мм.

Вынос вперед и немного вверх обусловлен необходимостью создания условий для беспрепятственного прохода хлебной массы, срезанной правой частью валковой жатки (иначе выравнивающий винт будет её разбрасывать), и укладки на неё колосьев. Затем эти колосья покрываются

длинностебельной хлебной массой, срезанной верхней частью валковой жатки. Таким образом колосья окажутся в середине валка и при подъёме не будут потеряны.

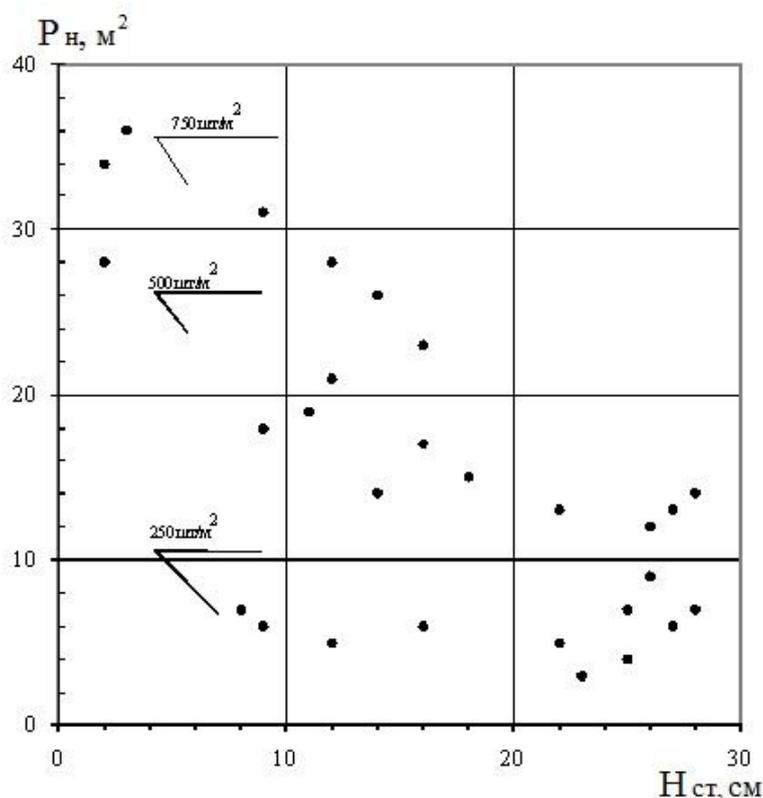


Рисунок 1.9 – Изменение несущей способности стерни P_H от высоты и густоты стерни.

В настоящее время значительные трудности представляет собой выбор оптимального устройства для создания стерневых кулис из множества идентичных механизмов, одинаково удовлетворительно выполняющих технологический процесс. Поэтому выбор должен проводиться по общему для них критерию – экономическому [60].

1.3 Классификация способов формирования хлебных валков

Процесс образования валков при уборке в самом общем плане рассматривается как увеличение плотности хлебной массы на единицу площади поля по сравнению с ее естественным распределением на корню с

целью улучшения связности, устойчивости срезанных стеблей на стерне и уменьшения потерь колоса при подборе.

По истечению операции аккумуляирования хлебной массы способы формирования хлебных валков можно разделить на следующие[50]:

1. Формирование валков аккумуляированием хлебной массы в направлении, перпендикулярном движению валковой жатки.
2. Формирование валков комбинированным аккумуляированием хлебной массы.
3. Формирование валков аккумуляированием хлебной массы в направлении движения жатвенного агрегата.

1.3.1 Формирование валков аккумуляированием хлебной массы в направлении, перпендикулярном движению валковой жатки

При этом способе формирования валка технологический транспортер (рисунок 1.10) движется с постоянной скоростью перпендикулярно движению жатки. Стебли скашиваются, укладываются на транспортере и непрерывным потоком сгружаются на стерню[3, 9, 26]. При этом хлебную массу собирают с полосы, равной ширине захвату жатки, и укладывают на стерню в виде непрерывной ленты с шириной, меньшей ширины захвата.

Этот способ не обеспечивает формирование валков необходимой мощности и концентрации в условиях переменной урожайности, т.к. жатки имеют ограниченную ширину захвата. Валки, формируемые жатками при этом способе, некачественные. Под качеством валков подразумевается: равномерность распределения колоса и стеблей по ширине и длине валков, устойчивость их на стерне, прорастание зерна и т.д. Таким способом формируют валки практически все жатки, выпускаемые промышленностью (ЖВН-6А, ЖВН-10 и др.).

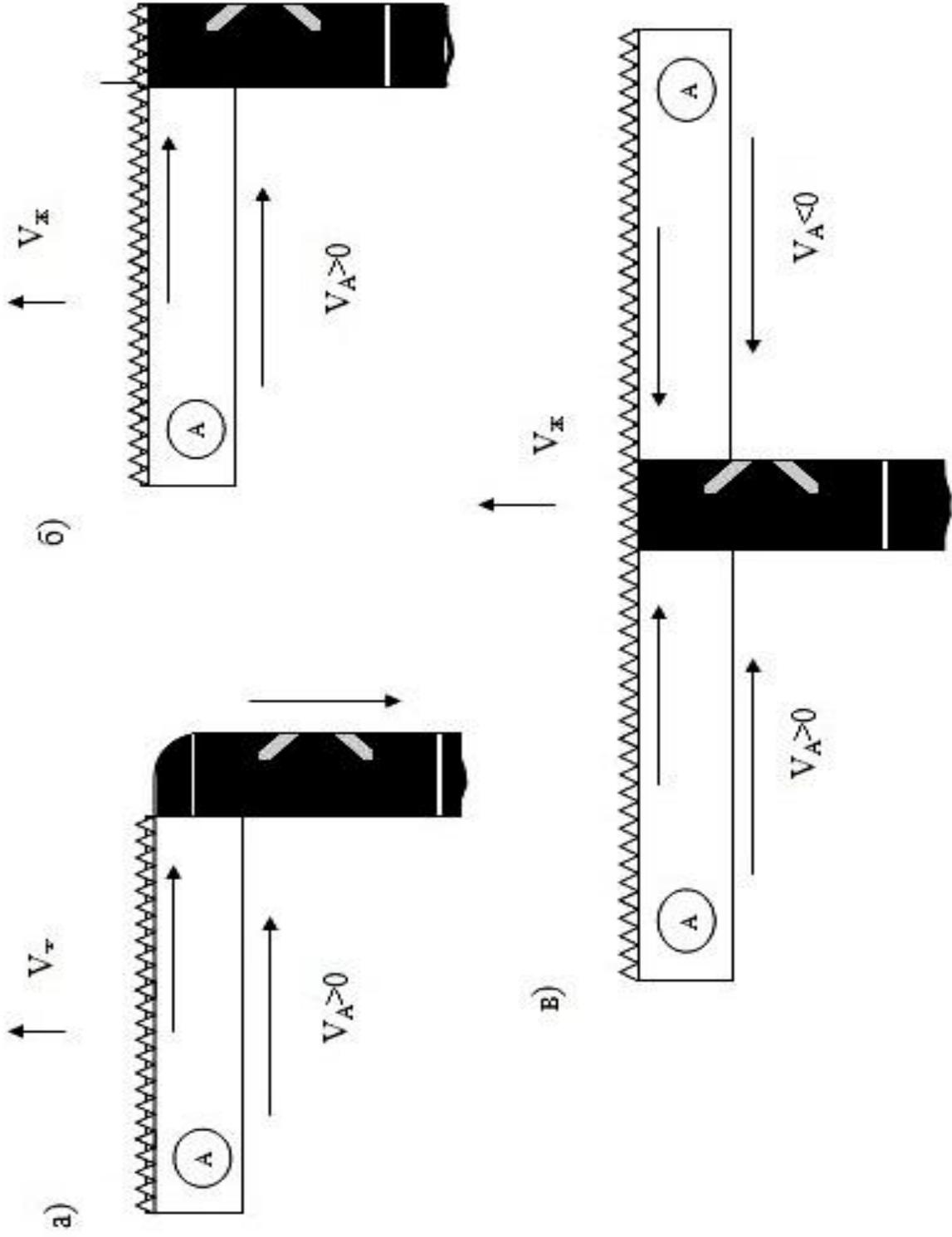


Рисунок 1.10 – Аккумуляция хлебной массы перпендикулярно рабочему ходу жатвенного агрегата

1.3.2 Формирование валков комбинированным аккумулярованием хлебной массы

Формирование валков комбинированным способом осуществляется жатками, дополнительно снабженными транспортерами (рисунок 1.11 б, в, г), рулонными (рисунок 1.11 д, е) или ленточными (рисунок 1.11 ж, з) аккумуляторами В. Скашиваемые стебли укладываются мотовилом на транспортер А, движущийся перпендикулярно движению жатки (стебли аккумулируются по ширине захвата жатки в направлении движения жатки и сбрасываются на аккумулятор В). Накопившаяся хлебная масса сгружается отдельной порцией на стерню (рисунок 1.11 а) за счет увеличения скорости движения транспортера – аккумулятора или реверсивным движением транспортера или ленты, при этом сгружаемая хлебная масса соединяется с вновь скашиваемой хлебной массой [50, 120].

В рассмотренных жатках транспортеры используются для преобразования поперечного потока в продольный и укладки хлебной массы на стерню. Хлебная масса при этом направляется в сторону, обратную движению жатки, что уменьшает скорость хлебной массы относительно поля и динамическую нагрузку на стерню.

Недостатком этого способа является то, что валки в момент разгрузки с накопителя подвергаются ворошению, а сам накопитель, установленный в выгрузном окне жаток, приминает стерню. Этому способствует и скорость хлебной массы (относительно поля), которая не равна нулю. Это нарушает связность и устойчивость валков. При подборе таких валков возрастают потери за подборщиком. На формирование таких валков затрачиваются дополнительные мощности на протаскивание накопителя по полю.

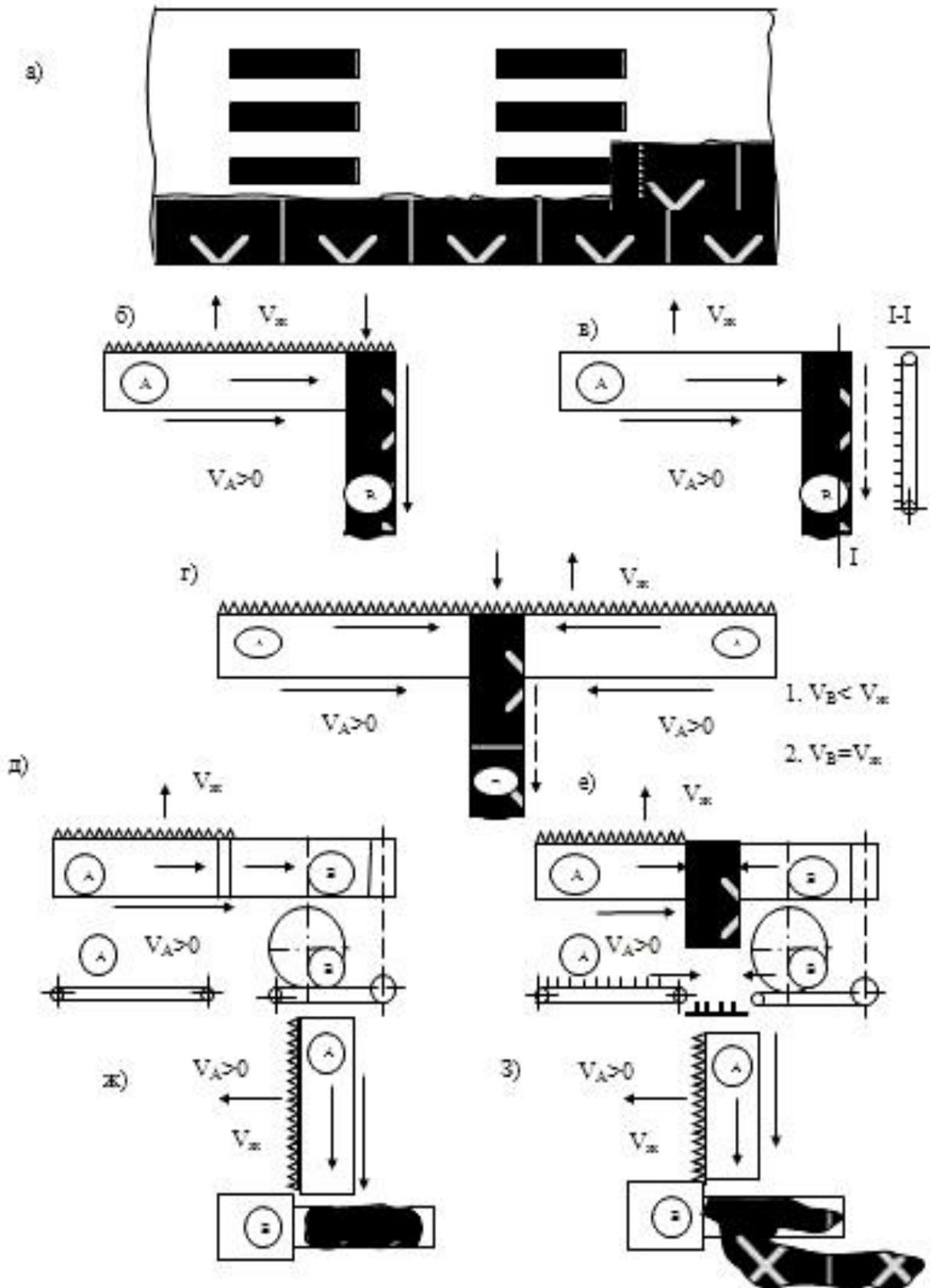


Рисунок 1.11 – Образование валков комбинированным аккумулярованием хлебной массы

1.3.3. Формирование валков аккумулярованием хлебной массы в направлении движения жатвенного агрегата.

По этому способу растительную массу после срезания предварительно собирают на транспортере жатки, движущемуся в направлении, противоположном движению жатки, со скоростью, меньшей скорости агрегата. При достижении полосы формирования валка растительная масса укладывается отдельной порцией путем увеличения скорости движения транспортера [7, 8, 50]. Таким образом, процесс формирования валка складывается из предварительного накопления скошенной массы на платформе жатки и последующей укладке (или разгрузки) полученных порций валок.

При скашивании стебли укладываются мотовилом 1 на платформу жатки и по мере накопления отводятся от режущего аппарата 2 к концу платформы грузонесущим участком транспортера 4 (тип транспортера может быть различным – планчатый, ленточный, сплошной ленточный и др.). Шнековые делители 3 непрерывно сдвигают хлебную массу на слой хлебной массы, находящейся на транспортере 4, обеспечивая проход для ходовых колес энергосредства (рисунок 1.12). Вследствие движения транспортера 5 со скоростью, меньшей скорости агрегата, растительная масса накапливается на рабочем участке данного транспортера.

В момент окончания накопления растительной массы и достижения полосы формируемого валка увеличением скорости транспортера порция укладывается с платформы на стерню встык к порции предыдущего прохода. При разгрузке вновь скашиваемые стебли укладываются мотовилом на переднюю часть хлебной платформы и остаются неподвижными, т.к. под настилом в этот момент проходит холостой участок транспортера – тяговый орган (без планок). В конце разгрузки скорость транспортера уменьшается.

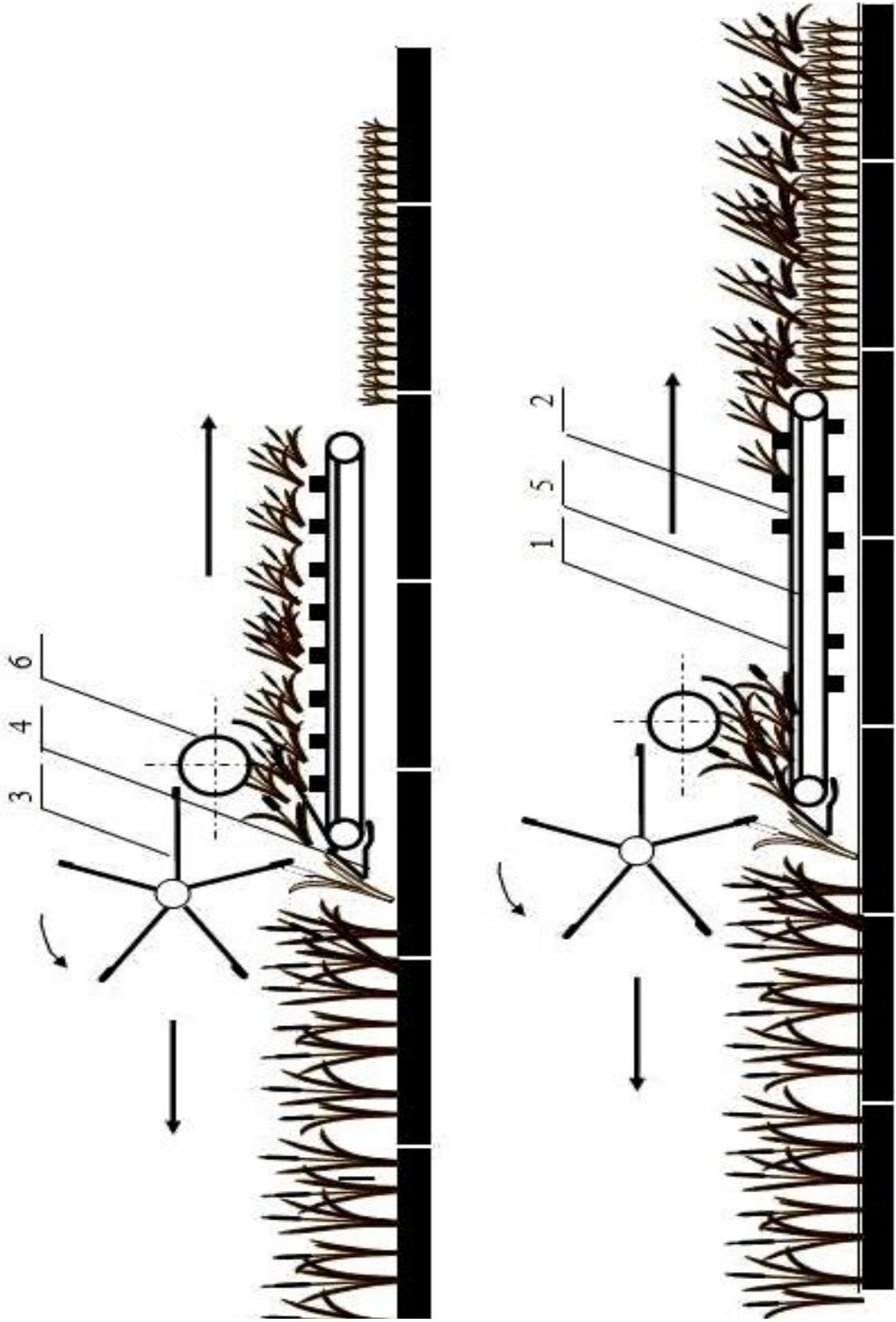


Рисунок 1.12 – Рабочий процесс порционной жатки: а) при укладке хлебной массы на транспортер; б) при укладке массы в валок; 1-транспортер; 2-планка; 3-мотовило; 4-режущий аппарат; 5-платформа

Одновременно с окончанием разгрузки порции в валок рабочий участок транспортера подходит к началу платформы и планками захватывает стебли, уложенные на начало платформы при разгрузке предыдущей порции. Процесс накопления и формирования порции продолжается до заполнения растительной массой всего рабочего участка транспортера. Синхронность формирования порций хлебной массы на платформе и укладки ее в валок достигается подбором соответствующих скоростей движения транспортера. Необходимую мощность вала получают соответствующей длиной гона или скоростью транспортера при режиме накопления.

Ширина валков изменяется снятием или установкой планок 2 (рисунок 1.10). Принцип аккумуляирования хлебной массы в направлении, противоположном движению жатвенного агрегата, позволяет регулировать толщину и ширину хлебных валков, т.е. мощность и концентрацию валков. Валки получаются с заданными параметрами независимо от урожайности. В конструкции данных жаток минимизируются недостатки предыдущих, однако, наряду с достоинствами, такие жатки имеют и ряд минусов. В частности, неравномерность структуры транспортера по его длине вызывает дополнительные потери свободным зерном, накопление массы подвержено зависимости от агротехнических показателей конкретного поля (показателей урожайности по всей площади поля, высоты и густоты стеблестоя), что ведет к неравномерности получаемых валков по толщине.

Проанализировав работы по изучению и исследованию процесса уборки зерновых культур двухфазным способом, а так же конструкции и принцип работы существующих валковых жаток, нами были обозначены пути и перспективы совершенствования раздельной уборки зерновых и применяемых при этом жаток, что позволило сформулировать цель наших исследований и сформулировать задачи.

1.4 Цель и задачи исследования

Анализ работ, направленных на изучение и исследование процесса уборки зерновых культур отдельным способом, и принципа работы существующих валковых жаток, проведенный нами в рамках первой главы, позволил сформулировать цель и задачи исследования.

Цель исследования: Обосновать конструктивно-технологические параметры и режимы работы порционной жатки с устройством образования кулис.

Задачи исследования:

1. Выполнить теоретические и экспериментальные исследования порционной жатки и определить ее оптимальные конструктивно-режимные параметры, обеспечивающие снижение потерь зерна во время уборочного процесса.
2. Разработать конструкцию порционной жатки с устройством образования кулис, обеспечивающую уменьшение потерь зерна и позволяющую формировать стерневые кулисы для снегозадержания. Установить закономерности для определения доли площади поля под стерневыми кулисами с учетом параметров стеблестоя.
3. Провести исследования процесса снегозадержания, осуществляемого стерневыми кулисами, сформированными порционной жаткой, исследовать и оценить его результаты.
4. Дать экономическую оценку применения порционной жатки.

2. Теоретическое обоснование конструкции и режимов работы порционной жатки

2.1 Разработка схемы порционной жатки

Анализ существующих конструкций жаток, функционально пригодных для формирования порционного валка (приложение Р) позволил наметить пути совершенствования режимов работы, а также реализовать их в разрабатываемой конструкции порционной жатки с устройством для образования стерневых кулис.

Данная машина выполнена в навесном варианте, так как это исполнение имеет ряд преимуществ перед прицепным, в частности обладает большей производительностью и маневренностью.

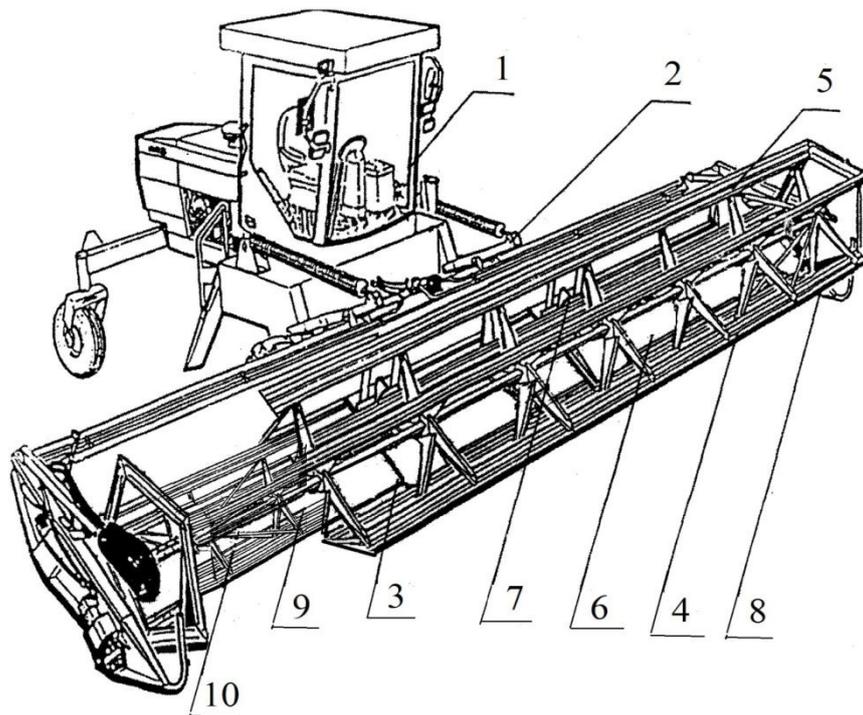


Рисунок 2.1 – Схема порционной жатки с устройством образования стерневых кулис: 1-мобильное средство; 2-навесное устройство; 3-рама-платформа; 4-основной режущий аппарат; 5-основное мотовило; 6-транспортер; 7- устройства для отвода хлебной массы от колес; 8-башмаки; 9-режущий аппарат устройства для образования стерневых кулис; 10-мотовило устройства для образования стерневых кулис

Предлагаемая жатка (рисунок 2.1) состоит из мобильного средства 1, навесного устройства 2, рамы-платформы 3, предназначенной для монтажа рабочих узлов, основного режущего аппарата 4, основного мотовила 5, транспортера 6, ленточного делителя 7, башмаков 8, режущего аппарата устройства для образования стерневых кулис 9 и мотовила устройства для образования стерневых кулис 10.

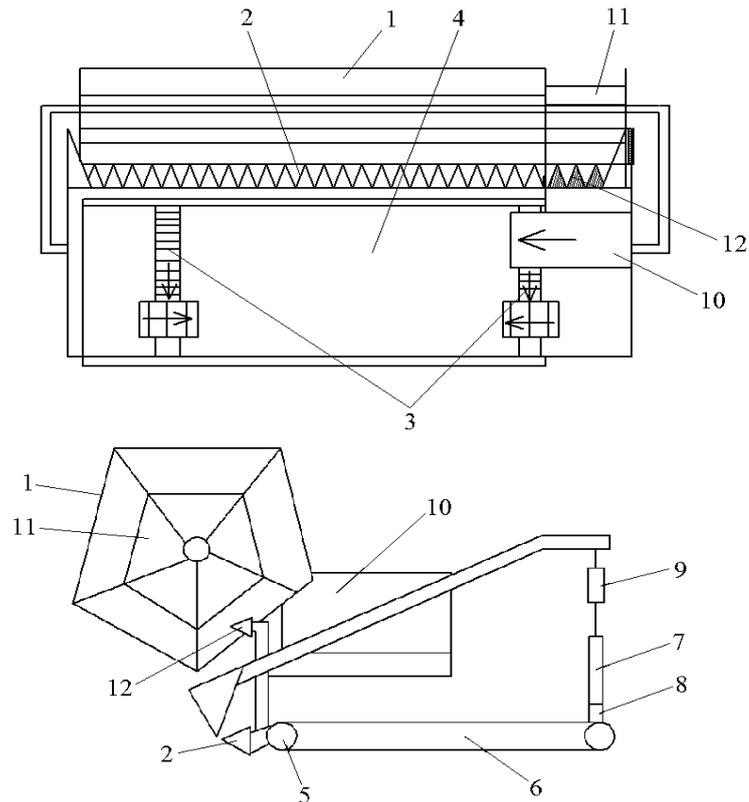


Рисунок 2.2 – Порционная жатка с устройством образования стерневых кулис: 1-основное мотовило; 2-основной режущий аппарат; 3-устройства для отвода хлебной массы от колес; 4- транспортер; 5- приводной ролик; 6-лента транспортера; 7-заслонка; 8-щетки; 9-механизм подъема заслонки; 10-наклонный лоток; 11-мотовило устройства для образования стерневых кулис; 12-режущий аппарат устройства для образования стерневых кулис

Основными узлами жатки являются основное мотовило 1 (рисунок 2.2), расположенный под ним режущий аппарат 2, устройства для отвода хлебной массы от колес мобильного средства 3, установленные за режущим аппаратом транспортер 4, содержащий приводной ролик 5 и ленту 6. В конце

транспортера расположена заслонка 7 со щетками 8, соединенная с механизмом подъема 9. По наклонному лотку 10 перемещаются на транспортер колосья, срезанные при помощи устройства для образования стерневых кулис, состоящего из мотовила с укороченными регулируемым по высоте лучами 11 и режущего аппарата с изменяемой высотой установки. Помимо перечисленных узлов важную роль играют так же механизмы привода и гидравлическая система привода рабочих органов, причем устройства для отвода хлебной массы от колес и сплошной транспортер имеют общий привод.

Мотовило предназначено для разделения стеблей убираемой культуры, их подъема перед срезом, подвода к режущему аппарату, а затем подачи хлебной массы на транспортер. Частота вращения мотовила увеличивается и уменьшается бесступенчато за счет изменения величины потока жидкости регулятором потока с электроуправлением. Привод мотовила осуществляется гидромотором посредством цепной передачи.

Режущий аппарат предназначен для скашивания хлебной массы. Его привод осуществляется через редуктор, который в свою очередь приводится от гидромотора с помощью цепной передачи.

Устройства для отвода масс от колес предназначены для смещения скошенной массы в стороны, что препятствует возможному попаданию хлебной массы под колеса мобильного средства. Данные устройства устанавливаются между секциями транспортера, непосредственно режущим аппаратом и параллельно ему. Привод устройств для отвода масс осуществляется гидромотором, который работает от гидропривода мобильного средства.

Транспортер (рисунок 2.3) жатки предназначен для накопления массы, скошенной режущим аппаратом и ее выгрузки в определенный момент. Он состоит из ленты, ведущего 1 и ведомого 2 валов, полотна транспортера 3, механизма натяжения 5. Привод ведущих валов транспортера осуществляется через цепную передачу 6 посредством гидромотора 7.

Ведущие валы соединены между собой карданами 8. Линейная скорость транспортера изменяется бесступенчато за счет изменения величины подаваемого на гидромотор потока жидкости. Варьирование данного потока осуществляется благодаря регулятору потока с электроуправлением. Стоит также отметить, что, помимо скошенной массы, на полотно транспортера поступают по наклонному лотку 4 колосья, срезанные механизмом образования стерневых кулис.

Шнековые делители предназначены для смещения скошенной массы в стороны, обеспечивая проход для ходовых колес энергосредства. Устанавливаются шнековые делители между секциями транспортера, параллельно режущему аппарату непосредственно за ним. Привод шнековых делителей осуществляется гидромотором от гидровывода энергосредства.

Устройство для образования стерневых кулис состоит из режущего аппарата и мотовила для образования стерневых кулис. Срез в пределах работы данного устройства осуществляется под колос, оставляя стебель несрезанным, обеспечивая тем самым оставление стерневой кулисы.

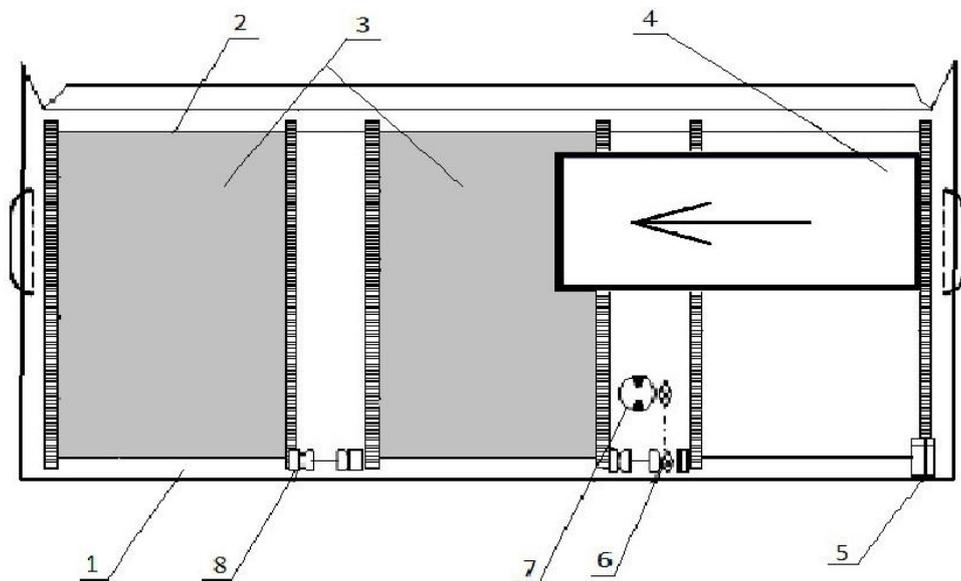


Рисунок 2.3 – Схема транспортера порционной жатки с устройством образования стерневых кулис: 1–ведущий вал; 2–ведомый вал; 3–полотно транспортера; 4–наклонный лоток; 5–механизм натяжения транспортера; 6–цепная передача; 7–гидромотор; 8–карданный вал

Мотовило устройства для образования стерневых кулис имеет укороченные лучи по сравнению с основным мотовилом, причем длина лучей может изменяться за счет перестановочных отверстий и фиксаторов – удлиняться или укорачиваться в зависимости от высоты хлебостоя. Данное мотовило подводит к срезу только колосья. Режущий аппарат устройства для образования кулис представляет из себя участок основного режущего аппарата, поднимаемого по сравнению с последним на определенную высоту в зависимости от высоты стеблей. Привод этого режущего аппарата общий с приводом основного.

Наклонный лоток расположен непосредственно за мотовилом и режущим аппаратом устройства для образования стерневых кулис и предназначен для перемещения (скатывания) колосьев, срезанных устройством, на платформу транспортера для вовлечения их в общий поток хлебной массы.

Предлагаемое устройство работает следующим образом:

Перед началом работы мотовило с регулируемые лучами и регулируемый режущий аппарат устройства для образования стерневых кулис устанавливаются на высоту среза, соответствующую высоте убираемой культуры так, чтобы срезались только колосья, а стебель оставался несрезанным. При работе жатки основная часть убираемого урожая традиционным способом (посредством основного мотовила и основного режущего аппарата) скашивается и поступает на транспортер, а устройство для образования стерневых кулис срезает только колосья, которые поступают на наклонный лоток и перемещаются по нему на ленту транспортера, где присоединяются к основной хлебной массе.

Процесс формирования хлебного валка данной жаткой сочетает в себе предварительное накопление скошенной массы на ленте транспортера и последующую её выгрузку на стерню в порционный валок. Масса после скашивания режущим аппаратом с помощью мотовила укладывается на устройства для отвода хлебной массы от колес мобильного средства и на

сплошной транспортер (на его переднюю часть) (Приложение С).

Устройства для отвода хлебной массы от колес непрерывно сдвигают скошенную массу на слой, срезанный ранее, находящийся на сплошном транспортере. По мере накопления массы на ленточном транспортере стебли перемещаются от режущего аппарата к заслонке, предотвращающей выдувание хлебной массы, и расположенным на ней щеткам, которые не допускают преждевременный сход массы и препятствуют выделению зерна на ленте сплошного транспортера. Происходит накапливание хлебной массы на транспортере (на его ленте). В момент окончания накапливания хлебной массы и достижения полосы формирования валка заслонка со щетками поднимается посредством механизма подъема и повышается скорость движения ленты транспортера. Благодаря поднятию заслонки и повышению скорости ленты порция укладывается на стерню. Стоит отметить, что при этом вновь выгружаемые порции пристыковываются к порциям, сгруженным при предыдущем проходе.

После разгрузки порции хлебной массы в валок заслонка со щетками опускается, а скорость ленты возвращается от ускоренного режима к нормальному. Далее описанный процесс повторяется.

Среди узлов жатки важную роль играет ее транспортер и в этой связи возникает необходимость обоснования оптимальных параметров и режимов его работы. [43, 89, 90, 100]

2.2 Методика расчета и обоснования параметров ленточного транспортера порционной жатки

Исходными данными при проектировании ленточного транспортера являются: схема трассы с указанием основных размеров, мест загрузки, выгрузки и углов наклона (если транспортер не используется в прямолинейном горизонтальном или вертикальном, варианте);

производительность, условия и режим работы; характеристика перемещаемого груза по транспортеру.

Основными элементами проектного расчета ленточного транспортера являются выбор типа ленты и опор, расчет необходимой мощности для выбора оптимального двигателя, выбор элементов приводного устройства. Чтобы выбрать тип ленты, рассчитать натяжное устройство, определить мощность двигателя и т. п., необходимо знать величину натяжений по участкам трассы, т.е. надо провести тяговый расчет транспортера. Однако, для определения сопротивлений движению надо знать массу ленты, вращающихся частей роликовых опор и груза на 1 м длины ленты. Поэтому, перед проведением тягового расчета необходимо предварительно выбрать тип ленты и роликовых опор. [68, 153]

В связи с этим схема расчета ленточного транспортера будет иметь следующий вид:

1. При выбранной скорости транспортирования определяется ширина ленты B . Рассчитанное значение ширины ленты округляется до ближайшей большей величины по государственному стандарту. Затем находят массу 1 м ленты q_l .

2. В зависимости от ширины ленты выбираются опоры для рабочей и холостой ветвей, принимается расстояние между роликовыми опорами, вычисляют массу вращающихся частей опор на 1 м рабочей q_p и холостой q''_l ветвей транспортера.

3. Выполняется тяговый расчет транспортера. Величина натяжения S в начальной точке определяется в конце расчета, исходя из формулы Эйлера.

В зависимости от величины расстояния, выбранного между роликовыми опорами, и допускаемой величины провисания ленты проверяется достаточность величины минимального натяжения ленты на рабочей ветви. В случае если величина минимального натяжения недостаточна, необходимо увеличить предварительное натяжение или уменьшить расстояние между опорами и произвести тяговый расчет заново.

4. Рассчитывается натяжное устройство.

5. Определяется мощность двигателя и выбираются элементы приводного механизма. [68, 89, 97, 153]

Ширина ленты определяется в зависимости от расчетной производительности транспортера:

$$Q = S\rho_m v_T, \quad (2.1)$$

где Q – производительность (кг/с);

S – площадь поперечного сечения хлебной массы на ленте транспортера (м^2);

ρ_m – плотность груза на транспортере ($\text{кг}/\text{м}^3$);

v_T – скорость движения ленты (м/с).

В данном выражении неизвестна площадь поперечного сечения груза на ленте, которая зависит от того, какие опоры поддерживают рабочую ветвь ленты.

Так как хлебная масса не относится к грузам с высокой степенью сыпучести, а рама и кожухи жатки обеспечивают достаточную защиту от ветрового воздействия, нами используются прямые опоры. [68, 97]

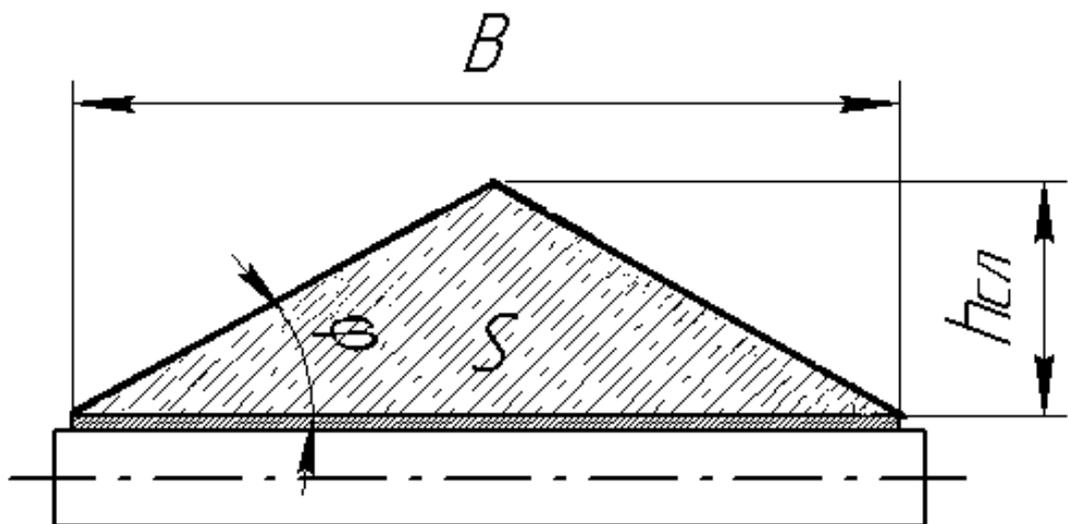


Рисунок 2.4 – Сечение груза на ленточном транспортере при прямых опорах

При движении ленты по прямым роликовым опорам (рисунок 2.4) площадь поперечного сечения груза (в нашем случае – скошенной хлебной массы) определяется как площадь равнобедренного треугольника с основанием B (ширина транспортной ленты) и углами φ при основании.

Тогда площадь сечения (м^2) груза на плоской ленте транспортера определится как $S = Bh_{сч}/2 = B(Btg\varphi)/2 = B^2tg\varphi$

$$S = B^2tg\varphi, \quad (2.2)$$

где B – ширина ленты (м).

При наличии в месте загрузки наклонного участка величину полученной площади сечения необходимо умножить на коэффициент C_n , учитывающий уменьшение площади поперечного сечения слоя груза в результате рассыпания и уменьшения его расчетной высоты. Тогда

$$S = C_n B^2tg\varphi \quad (2.3)$$

Возможные значения коэффициента C_n в зависимости от углов наклона трассы представлены в таблице 2.1 [68, 153].

Таблица 2.1 – Соотношение угла наклона трассы и коэффициента C_n

Угол наклона, град.	0...10	10...15	15...20	20...25
Коэффициент C_n	1,00	0,95	0,90	0,85

Рассматриваемый транспортер имеет горизонтальную конфигурацию с однородной ровной трассой, поэтому принимаем значение коэффициента C_n , равное единице ($C_n = 1$) [68] тогда

$$S = C_n B^2tg\varphi = 0,16B^2tg\varphi$$

Подставляя полученное выражение площади сечения груза в формулу (2.1), получим:

$$Q = B^2 \rho_m v_T \cdot \operatorname{tg} \varphi, \quad (2.4)$$

откуда ширина ленты

$$B = \sqrt{\frac{Q}{\rho_m v_T \operatorname{tg} \varphi}} \quad (2.5)$$

Полученная при расчете ширина ленты должна быть округлена до ближайшей большей ширины по ГОСТ 20-85, откуда и берут также массу 1 м ленты q_l . Ориентировочно массу 1 м ленты (кг) можно определить по формуле $q_l = (10 \dots 15)B$, где B – ширина ленты, м. [89, 153]

Необходимо правильно определить диаметр опор и расстояние между ними. Диаметр ролика должен быть таким, чтобы лента при движении не проскальзывала.

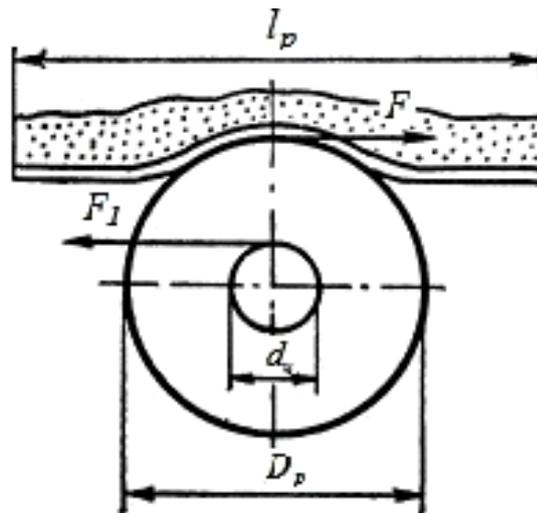


Рисунок 2.5 – Схема для определения диаметра ролика.

Для этого должно быть выполнено условие (рисунок 2.5):

$$F(D_p/2) \geq F_1(d_u/2) \quad (2.6)$$

где F – сила, приводящая ленту в движение, Н;

$F_{тр}$ – сила трения, Н;

D_p – наружный диаметр вала, м, d_u – внутренний диаметр, м.

В свою очередь, сила, приводящая ленту в движение и сила трения находится, соответственно, как $F = fg(q + q_l)l_p$, $F_{тр} = \mu g[(q + q_l)l_p + m_p]$, где l_p – расстояние между опорами, м, f – коэффициент трения, q – масса груза на 1 м ленты, кг, q_l – масса 1 м ленты, кг, m_p – масса вращающихся частей опоры, кг. Подставляя выражения для сил F и F_1 в формулу (2.5), будем иметь [97]:

$$D_p / d_u \geq \mu[(q + q_l)l_p + m_p] / f(q + q_l)l_p \quad (2.7)$$

Полученное выражение является условием предотвращения проскальзывания ленты на опорах. Из него видно, что отношение наружного диаметра к внутреннему (D_p / d_u) для выбранных опор зависит от расстояния между ними (l_p). Кроме того, от величины расстояния между опорами существенно зависит стрела прогиба ленты между ними, которая, в свою очередь, влияет на сопротивление перемещению ленты и, в конечном счете, на работоспособность транспортера. Массу q_p (кг) вращающихся частей опор, приходящуюся на 1 м длины транспортера, можно определить, как отношение массы вращающихся частей опоры к расстоянию между ними:

$$q_p = m_p / l_p \quad (2.8)$$

Масса опор зависит от их конструкции и размеров, ее берут по нормальям завода-изготовителя. Расстояние между роликовыми опорами при транспортировании зерновых грузов рекомендуется выбирать в зависимости от ширины ленты (в нашем случае, исходя из ширины жатки и с учетом габаритов устройств отвода массы от колес мобильного средства, ширина крайних участков ленты составит 2240 мм, центрального – 1780 мм).

Тяговый расчет сводится к определению натяжений ленты. Контур трассы транспортера разбивают на ряд участков. Сопротивление перемещению ленты на прямолинейных участках при значениях $q_0 = (q + q_l + q'_p)$ для рабочей ветви и $q_0 = (q_l + q''_p)$ для холостой ветви ленты, определяют по формуле:

$$W_{np} = (q + q_k)gL(f \cos \alpha \pm \sin \alpha) \quad (2.9)$$

Тогда величину W_{np} (Н) можно определить, как

$$W_{np} = [(q+q_l) \cos\alpha + q'_p] g \omega_p L \pm (q+q_l) g L \sin\alpha \approx [(q+q_l+q'_p) g \omega_p L_p \pm (q+q_l) g H],$$

где q – масса груза на 1м ленты, q_l – масса 1м ленты, q'_p – масса опоры на 1м рабочей ветви ($q'_p = m_p / l_p$), q''_p – масса опоры на 1м холостой ветви; ω_p – коэффициент сопротивления для стационарных опор, определяемый, как $\omega_p = \mu' d_u / D_p$, $\mu' = 005 \dots 010$.

Для роликовых опор прямого типа на подшипниках качения, применяемых в транспортерах, работающих в условиях открытого воздуха и подверженных пылевому воздействию, значение коэффициента ω_p принимают равным 0,035. [68]

В результате тягового расчета транспортера получим уравнение, связывающее натяжение в точке набегания на приводной барабан с натяжением в точке сбегания тягового элемента с приводного барабана, которое в общем виде записывается как:

$$F_{нб} = A_1 F_{сб}, \quad (2.10)$$

где A_1 – численный коэффициент, полученный в результате расчетов и экспериментальных исследований,

$F_{нб}$ и $F_{сб}$ – силы натяжения набегающей и сбегаящей ветвей соответственно, Н.

Как указывалось ранее, величину натяжения в точке сбегания тягового элемента или задают, или определяют расчетом. [97]

Отличительной чертой приводов ленточных транспортеров является передача тягового усилия ленте от приводного барабана за счет сил трения между поверхностью барабана и лентой. Величина этих сил зависит от предварительного натяжения ленты, угла обхвата и коэффициента трения ленты о барабан. По закону Эйлера отсутствие проскальзывания ленты по барабану определяется из выражения:

$$F_{нб} \leq F_{сб} e^{f\alpha}, \quad (2.11)$$

где f – коэффициент трения ленты о барабан;

α – угол обхвата приводного барабана лентой.

Для нахождения неизвестных натяжений неравенство (2.10) решают вместе с уравнением (2.9):

$$\left. \begin{aligned} F_{нб} &= A_1 F_{сб} \\ F_{нб} &\leq F_{сб} e^{f\alpha} \end{aligned} \right\} \quad (2.12)$$

В результате решения этой системы уравнений найдем $F_{нб}$ и $F_{сб}$. Зная силу натяжения $F_{сб}$, можно рассчитать величины сопротивлений перемещению ленты на участках и получить величину силы натяжения ленты во всех интересующих точках трассы.

Для проверки достаточности величины минимального натяжения ленты на рабочей ветви определяется величина стрелы провисания между роликовыми опорами (на рабочей ветви) в точке с наименьшим натяжением.

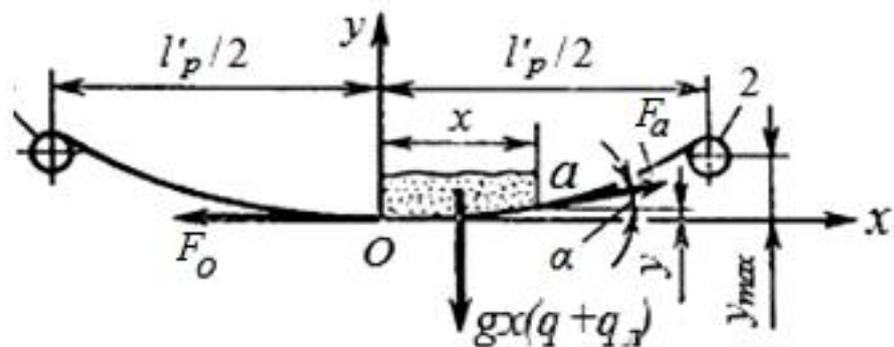


Рисунок 2.6 – Схема для определения величины минимальной силы натяжения ленты: 1,2 — роликовые опоры

Для нахождения величины минимального натяжения рассмотрим равновесие элемента O_a участка ленты, расположенного между роликовыми опорами 1 и 2 (рисунок 2.6). На выделенный элемент действуют силы натяжения F_0 и F_a , тяжести $g x (q + q_l)$ (считаем, что длина отрезка $O_a \approx x$).

Из рисунка видно, что равновесие элемента O_a описывается следующими уравнениями:

$$\left. \begin{aligned} F_a \cos \alpha - F_O &= 0 \\ F_a \sin \alpha - gx(q+q_n) &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (2.13)$$

В результате математических преобразований получим:

$$tg \alpha = dy/dx = [gx(q+q_n)] / F_O. \quad (2.14)$$

Интегрируя дифференциальное уравнение в пределах от $x=0$ до $x=l'_p/2$ и от $y=0$ до $y=y_{max}$ (y_{max} – величина стрелы прогиба ленты), при минимальной силе натяжения в точке O ($F_{min} = F_O$) получим выражение для максимального значения провисания ленты, т.е.

$$\int_0^{y_{max}} dy = \frac{g(q+q_n)}{S_O} \int_0^{l'_p/2} x dx \quad (2.15)$$

Проинтегрировав данное выражение, получим выражение для нахождения максимально допустимой стрелы прогиба:

$$y_{max} = \frac{g(q+q_n)}{8S_O} (l'_p)^2. \quad (2.16)$$

Для обеспечения нормальной работы ленточного транспортера допускаемую стрелу прогиба берут в пределах $(0,0025 \dots 0,0125)l'_p$. Тогда из выражения (2.15) получим, что

$$F_{min} = (5 \dots 10) gl'_p(q+q_n). \quad (2.17)$$

Реальное минимальное сила натяжения тягового элемента должно быть равным натяжению, рассчитанному по формуле (2.16), или превышать его. При невыполнении этого условия необходимо уменьшить расстояние между опорами. [153]

При использовании винтового натяжного устройства необходимо определить размеры винта из условий деформаций растяжения или сжатия и

усилие, необходимое для вращения винта. Величина усилия для перемещения натяжного барабана с лентой равна сумме сил натяжений набегающей $F'_{нб}$ и сбегающей $F'_{сб}$ ветвей ленты у натяжного барабана и усилия для перемещения ползунов, т.е.

$$F_{н.б.} = F'_{нб} + F'_{сб} + T + W_{н.б.}, \quad (2.18)$$

где T – усилие для перемещения ползунов, Н;

$W_{н.б.}$ – сопротивление перемещению барабана с лентой, Н.

Чтобы не было проскальзывания ленты, необходимо обеспечить достаточное ее сцепление с приводным валом. Для этого тяговое усилие, которое может передаваться ленте от барабана (вала), должно быть больше необходимого (полученного при расчете) тягового усилия. Величина необходимого тягового усилия $F_T(H)$ равна сумме всех сопротивлений движению ленты или, что то же, разности сил набегающего и сбегающего натяжений ленты, т.е.

$$F_T = \sum W = F_{нб} - F_{сб}. \quad (2.19)$$

Величина тягового усилия $F_{Tl}(H)$, которое может быть передано от приводного вала к ленте при данной величине $F_{сб}$ и угле обхвата α , равна:

$$F_{Tl} = F_{сб} (e^{f\alpha} - 1), \quad (2.20)$$

Следовательно, $F_{Tl} \geq F_T$ или

$$F_{сб} (e^{f\alpha} - 1) \geq F_{нб} - F_{сб} \quad (2.21)$$

Откуда $F_{нб}/F_{сб} \leq e^{f\alpha}$ или

$$F_{нб}/F_{сб} = e^{f\alpha}/K_3, \quad (2.22)$$

где K_3 – коэффициент запаса ($K_3 = 1,1 \dots 1,2$).

При $K_3 \geq 1,0$ проскальзывание ленты возрастает, что приводит к возрастанию ее фрикционного износа. Повышение силы сцепления ленты с

валом может быть достигнуто путем увеличения угла обхвата α , применения двухбарабанных приводов или увеличения коэффициента трения f между приводным барабаном и лентой.

Значение коэффициента трения f ленты о барабан зависит от его материала и влажности атмосферы. Учитывая, что применение отдельного комбайнирования (использование валковых жаток) считается оптимальным в сухую погоду, а материалом барабана является сталь, то значение коэффициента трения принимается равным 0,30. [89]

Таким образом, при расчете и выборе оптимальных параметров ленточного транспортера валковой порционной жатки особое внимание следует обратить на величину сопротивления перемещению ленты, расстояние между опорами и коэффициент трения между материалами ленты и приводного вала. Величина сопротивления перемещению ленты может изменяться за счет изменения сил натяжения сбегающей и набегающей ветвей транспортера. Расстояние между опорами необходимо выбирать так, чтобы натяжение тягового элемента транспортера было оптимальным. Приводной вал транспортера должен быть выполнен из стали. Это объясняется тем, что коэффициент взаимного трения резины (материала ленты) и стали является достаточным для достижения необходимой силы сцепления между валом и полотном, а так же исключает возможность проскальзывания ленты при эксплуатации жатки при погодных условиях, соответствующих нормам отдельного комбайнирования.

Установленные закономерности позволили выявить оптимальные параметры транспортера: ширина ленты от края жатки до шнекового делителя – 2,21-2,24 м, в центре (от одного делителя до другого) – 1,78-1,82 м, диаметр приводного вала – 0,068-0,074 м, количество опорных роликов – 3, диаметр опор – 0,039-0,042 м, расстояние между соседними опорами – 0,358-0,366 м.

2.3 Обоснование скорости движения ленточного транспортера с учетом минимизации потерь

При рассмотрении процесса работы порционной жатки были приняты следующие допущения:

- 1) жатка и транспортер движутся равномерно с разными скоростями;
- 2) скашиваемые стебли прямостоящие и равномерно расположены по полю;
- 3) стебли после срезания укладываются на транспортер по ходу движения жатки перпендикулярно режущему аппарату;
- 4) длина всех стеблей и их колосьев одинакова;
- 5) послойное смещение стеблей не учитывается.

Рассмотрим движение скошенной хлебной массы в режиме накопления на элементарном участке транспортера длиной l_0 (рисунок 2.7). На массу элементарного участка слоя массы m осуществляют воздействие сила тяжести mg , сила инерции $F_{ин}$ элементарного слоя, возникающая при взаимодействии стеблей и полотна транспортера сила трения $F_{тр}$ и нормальная сила (реакция ленты на элементарный слой) $N=mg$.

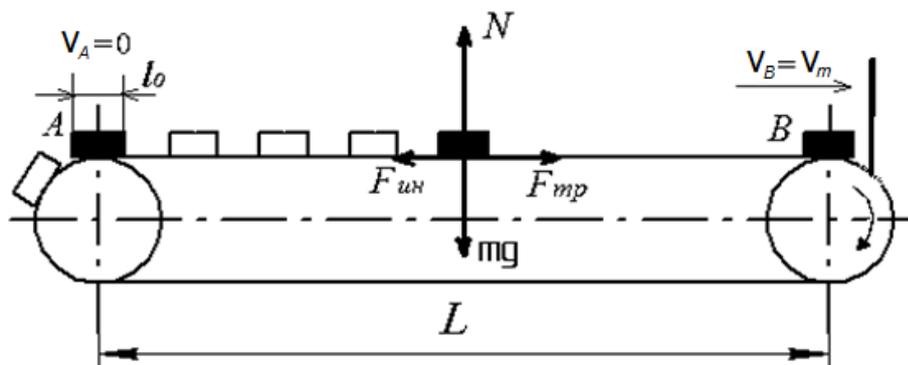


Рисунок 2.7 – Обоснование скорости валкообразующего транспортера.

В соответствии с расчетной схемой и принципом Даламбера сумма проекций всех сил на направление движения транспортера будет равна нулю:

$$F_{mp} - F_{ин} = 0 \quad (2.23)$$

Тогда дифференциальное уравнение движения рассматриваемого слоя:

$$F_{mp} = m \cdot \frac{dv}{dt} \quad (2.24)$$

где $\frac{dv}{dt}$ – ускорение слоя, м/с²;

v - скорость движения слоя на участке АВ.

Заменив dt на dx/v , решим данное уравнение методом разделения переменных:

$$v \cdot dv = (F_{mp} / m) dx \quad (2.25)$$

Проинтегрировав выражение (2.25) в интервалах от 0 до v_m и от 0 до L , получили:

$$v_m = \sqrt{2F_{mp} \cdot \frac{L}{m}} \quad (2.26)$$

где L – длина транспортера, м;

F_{mp} – сила трения, Н, $F_{mp} = f N = f mg$, где f – коэффициент трения стеблей по транспортеру.

В итоге, с точки зрения качественного валкообразования, скорость транспортера определяется следующим образом:

$$v_m = \sqrt{2f \cdot L \cdot g} \quad (2.27)$$

Следует учесть, что данная зависимость не учитывает в себе возможные потери. Из выражения (2.27) выразим длину транспортера:

$$L = \frac{v_m^2}{2fg} \quad (2.28)$$

Часть стеблей, срезаемых режущим аппаратом, будет иметь участок стебля незначительной длины по причине ярусности хлебостоя (рисунок 2.8), что снижает вероятность их попадания на транспортерную ленту. Будем

считать длину таких срезанных стеблей критической ($l_{кр}$) и определим ее величину.

В большинстве случаев характер распределения стеблей по высоте, густоте, урожаю зерна подчиняется нормальному закону распределения [43, 44, 47, 53, 60, 84, 85, 105]:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} * e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mathcal{X}}{\sigma}\right)^2}, \quad (2.29)$$

где \mathcal{X} - среднее значение величины;

σ - среднее квадратичное отклонение.

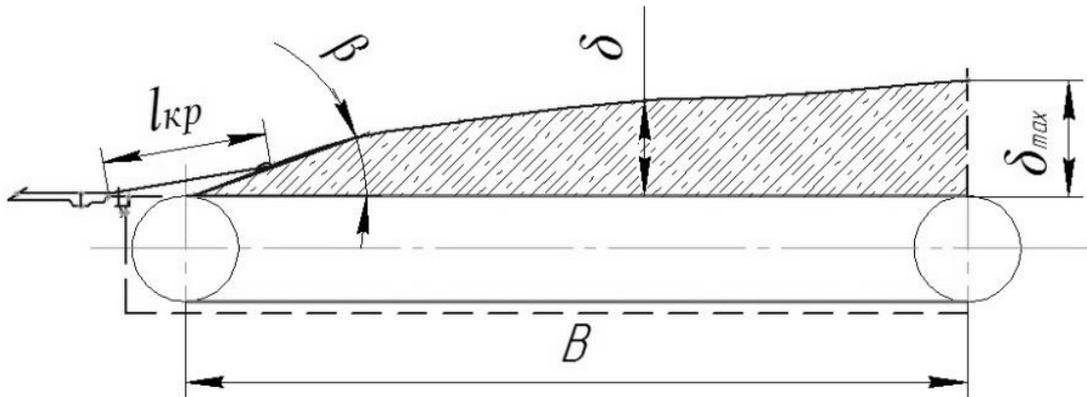


Рисунок 2.8 – Схема укладки стеблей на транспортер.

Вероятность попадания высоты стеблестоя (нормально распределенной случайной величины) в интервал $(0; l_{кр} + h)$ с учетом величины отношения

$\frac{H_{cp}}{\sigma_H} > 3$ для большинства стеблестоев зерновых, определяется как [60]:

$$P[0 < H < (l_{кр} + h)] = \frac{1}{2} \{1 - \Phi[\frac{l_{кр} + h - H_{cp}}{\sigma_H}]\}, \quad (2.30)$$

где $\Phi(H)$ - интеграл вероятности (функция Лапласа);

$l_{кр}$ - критическая длина срезанного стебля, м;

H_{cp} , - средняя высота стеблестоя, м;

h - высоты среза стеблей, м.

Тогда величина возможных потерь стеблей срезанным колосом ($Q_{ск}$), выраженная в %, будет:

$$Q_{ск} = 50 \left\{ 1 - \Phi \left[\frac{H_{cp} - (\ell_{кр} + h)}{\sigma_H} \right] \right\} \quad (2.31)$$

Из приведенной зависимости видно, что чем ровнее и выше стеблестой, тем меньше величина возможных потерь.

Приближенную величину критической длины срезанных стеблей можно определить из выражения:

$$\ell_{кр} = \mu \cdot \nu, \quad (2.32)$$

где ν – величина пассивной зоны между режущим аппаратом и транспортером, м;

μ – коэффициент, определяемый экспериментально.

На величину коэффициента μ влияет толщина слоя стеблей на транспортере, зависящая от рабочей скорости агрегата, длины транспортера, скорости транспортера и других факторов.

Как видно из выражений (2.32), хлеб на полях с высокой степенью ярусности нельзя убирать на высоком срезе без существенных потерь зерна, по причине того, что возрастает количество потерь срезанным колосом и повышается вероятность разрезания колоса режущим аппаратом, что приведет к возрастанию потерь свободным зерном. Также будет велика степень вероятности потерь несрезанным колосом.

Для направленной и корректной укладки на транспортер и исключения разбрасывания стеблей мотовилом необходимо, чтобы толщина слоя на транспортере не превышала максимальной величины, зависящей от высоты среза и средней высоты стеблестоя:

$$\delta_{\max} < \frac{2}{3} (H_{cp} - h), \quad (2.33)$$

где δ_{\max} – максимальная толщина слоя стеблей на транспортере жатки (в месте схода).

С другой стороны, величина δ_{\max} должна определяться с точки зрения возможности укладки коротких стеблей на ленту транспортера жатки. Как известно [60, 84, 86], толщина образующегося слоя стеблей δ на транспортере жатки зависит от рабочей длины транспортера и скорости перемещения агрегата по полю, скорости транспортёра, густоты и диаметра стеблестоя, плотности укладки на транспортере и может быть выражена приблизительно зависимостью:

$$\delta = cd^2K_nL \frac{v_{\text{агр}}}{v_m} \quad (2.34)$$

где c – густота стеблестоя, $1/\text{м}^2$;

d – диаметр стебля, м;

K_n – коэффициент, учитывающий неплотность укладки стеблей [74];

L – длина транспортера, м;

$v_{\text{агр}}$ – скорость перемещения жатки по полю, м/с;

v_m – скорость перемещения транспортера жатки, м/с.

Выразим из этого выражения длину транспортера:

$$L = \frac{\delta v_m}{cd^2K_n v_{\text{агр}}} \quad (2.35)$$

В данное выражение подставим формулу (2.28):

$$L = \frac{\delta v_m}{cd^2K_n v_{\text{агр}}} = \frac{v_m^2}{2fg} \quad (2.36)$$

Отсюда найдем значение скорости транспортера порционной жатки, учитывая, что длина транспортера имеет постоянное значение, т.к. она была рассчитана в разделе «Разработка схемы порционной жатки»:

$$v_m = \frac{2\delta fg}{cd^2K_n v_{\text{агр}}} \quad (2.37)$$

Таким образом, получена аналитическая зависимость, позволяющая определять скорость транспортера при накоплении массы с учетом допустимого уровня потерь в зависимости от, скорости агрегата, неплотности укладки массы, толщины слоя и от параметров хлебостоя (густота, диаметра колоса).

Густота стеблестоя c зависит от технологии посева, всхожести семян, погодных условий и пр. и для зоны Южного Урала находится в пределах 230-600 $1/\text{м}^2$ [123, 128].

Коэффициент трения f стеблей пшеницы о сталь колеблется от 0,39 – до 0,83 [150]. Плотность стеблей ρ при расположении их на транспортере $\rho = 10-25 \text{ кг}/\text{м}^3$ [74]. Диаметр колоса находится в пределах 0,008-0,012 м [39, 50].

Исходя из агротехнических данных и проведенных нами расчётов установлено, что оптимальная скорость транспортерной ленты составляет 1,6-2,8 м/с.

2.4. Анализ совместной работы мотовила устройства образования стерневых кулис и основного мотовила

Мотовило устройства образования стерневых кулис и основное мотовило располагаются на общем валу и приводятся совместно. Однако следует учитывать, что мотовило устройства образования стерневых кулис является регулируемым по диаметру и при установке под высокий срез (оставление кулис) будет иметь меньший диаметр и, соответственно, радиус, чем основное мотовило.

Как известно, от радиуса мотовила зависит ширина траектории движения планки мотовила (при корректной настройке мотовила, его планка движется по траектории, представляющей собой петлю трохоиды) [67, 94, 100, 101, 150]. Так же, радиуса мотовила влияет на выбор высоты установки оси мотовила над линией ножа перед началом работы. По взаимному расположению траекторий соседних планок, полученному расчетно-

графическим способом можно сделать заключение о пригодности и работоспособности мотвила. Чтобы убедиться в совместной работоспособности и выявить оптимальные характеристики одновременного функционирования обоих мотвил, целесообразно провести их совместный графический анализ.

При проектировании мотвила радиусом задаются исходя из соотношения предполагаемых рабочей скорости агрегата $V_{\text{агр}}$ и окружной скорости планки мотвила u ($u=1,2\div 1,8 V_{\text{агр}}$) [100, 101, 150]. Диапазон оптимальных рабочих скоростей агрегата принимаем в соответствии со следующими работами: 60, 67, 91, 94, 100, 101, 150. Исходя из рекомендуемых соотношений рабочей скорости агрегата и окружной скорости планки, выбираем интервал оптимальных окружных скоростей.

Соотношение радиусов мотвила устройства образования кулис и основного мотвила принимаем в расчетах равным $2/3$ исходя из данных по средней высоте стеблестоя зерновых на Южном Урале [52, 60, 84]. Тогда радиусы каждого мотвила будут рассчитываться, как:

$$\left. \begin{aligned} R_{\text{осн}} &= \frac{l u}{3(u - v_{\text{агр}})} \\ R_{\text{кул}} &= \frac{2 l u}{9(u - v_{\text{агр}})} \end{aligned} \right\} \quad (2.38)$$

где $R_{\text{осн}}$ – радиус основного мотвила, м;

$R_{\text{кул}}$ – радиус мотвила устройства образования стерневых кулис, м;

$V_{\text{агр}}$ – рабочая скорость машины, м/с;

u – окружная скорость планки мотвила, м/с;

l – средняя высота стеблестоя, м.

Тогда путь машины за один оборот основного мотвила составит

$$S_{\text{осн}} = 2\pi R_{\text{осн}} \frac{v_{\text{м}}}{u}, \quad (2.39)$$

а за один оборот малого мотвила машина пройдет, соответственно

$$S_{кул} = 2\pi R_{кул} \frac{v_M}{u}. \quad (2.40)$$

Если ширина траектории движения планки (ширина петли) основного мотовила составит

$$B_{max} = \frac{S}{\pi} \left(\arcsin \frac{1}{\lambda} - \frac{\pi}{2} \right) + 2R_{осн} \sqrt{1 - \left(\frac{1}{\lambda} \right)^2}, \quad (2.41)$$

то ширина петли малого мотовила:

$$B_{max} = \frac{S}{\pi} \left(\arcsin \frac{1}{\lambda} - \frac{\pi}{2} \right) + 2R_{кул} \sqrt{1 - \left(\frac{1}{\lambda} \right)^2}, \quad (2.42)$$

где λ – отношение рабочей скорости к окружной скорости планки.

Для проведения графического анализа также требуется выявить оптимальную высоту установки оси мотовила над линией ножа [100, 101, 150]. Для основного мотовила:

$$H_{осн} = \ell - h_{осн} + R_{осн} \frac{v_M}{u}, \quad (2.43)$$

где $h_{осн}$ – высота среза для основной части жатки, м.

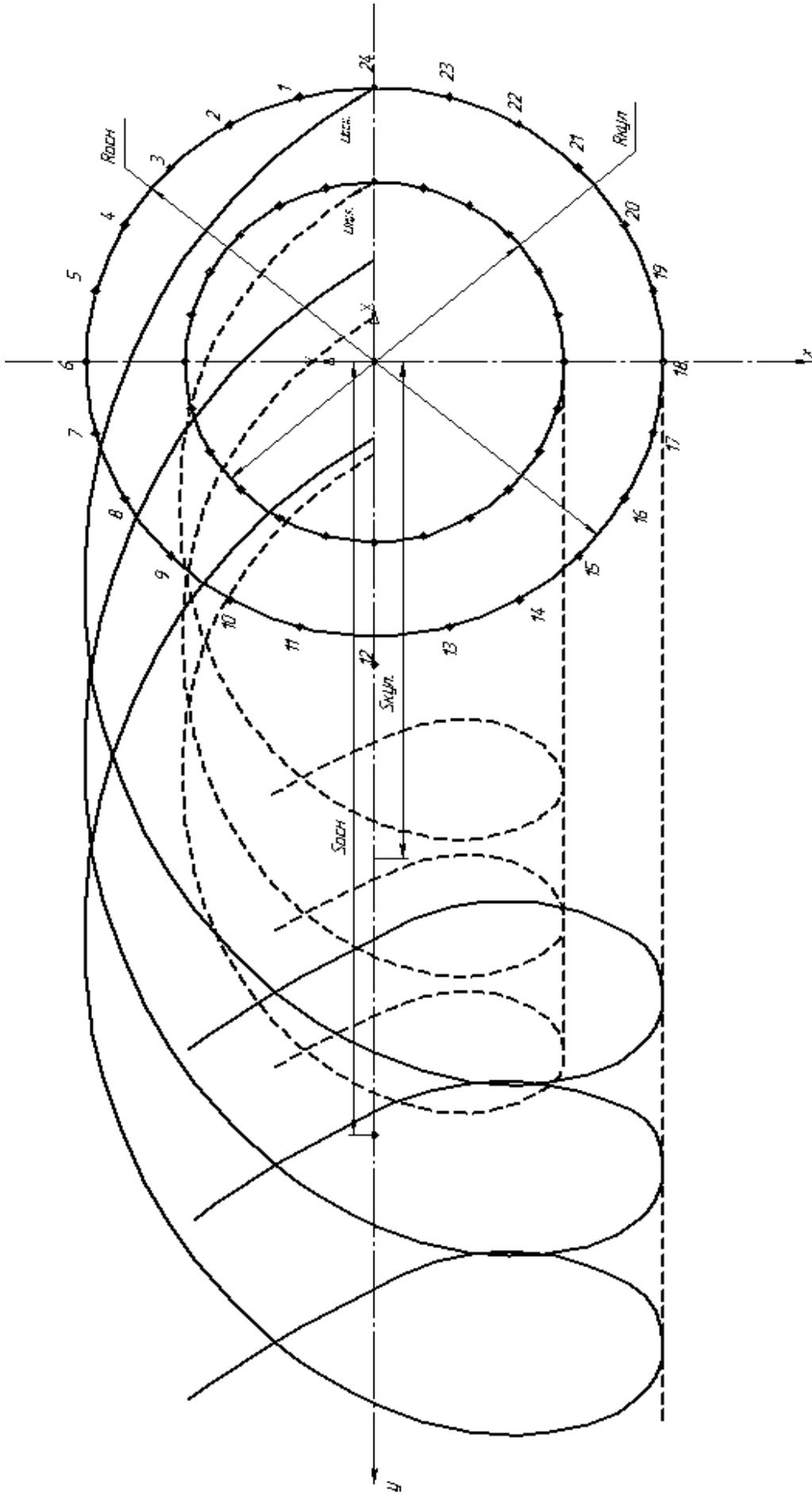
Для мотовила устройства образования стерневых кулис высота установки:

$$H_{кул} = \ell - h_{кул} + R_{кул} \frac{v_M}{u}, \quad (2.44)$$

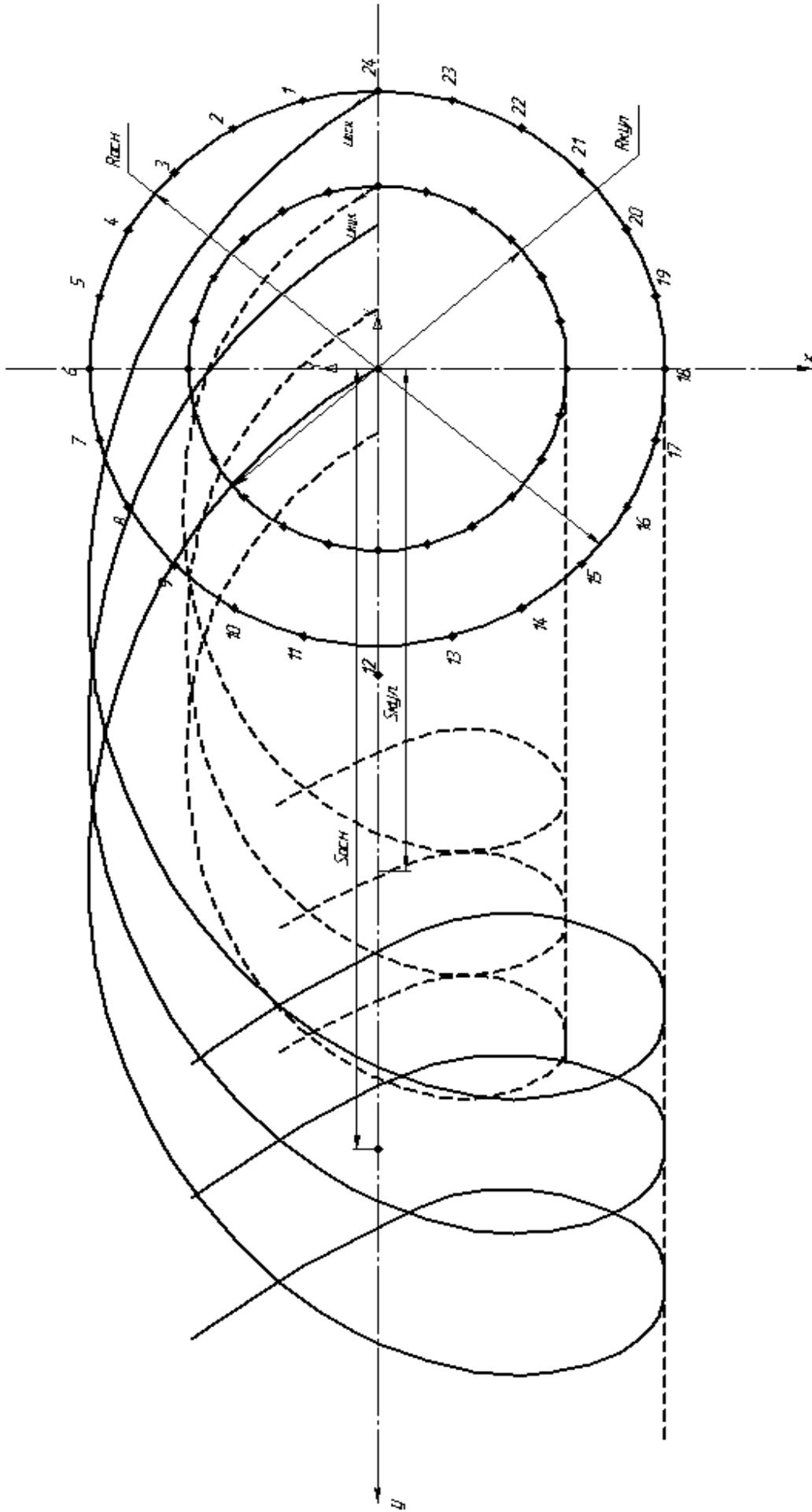
где $h_{кул}$ – высота среза для устройства образования стерневых кулис, м.

Проведенный нами графический анализ совместной работы основного и дополнительного мотовила (рисунок 2.9) позволил отсеять непригодные для совместной работы мотовил и выявить оптимальные (пригодные) режимные и конструктивные параметры, удовлетворяющие их совместному функционированию (рисунок 2.9, в).

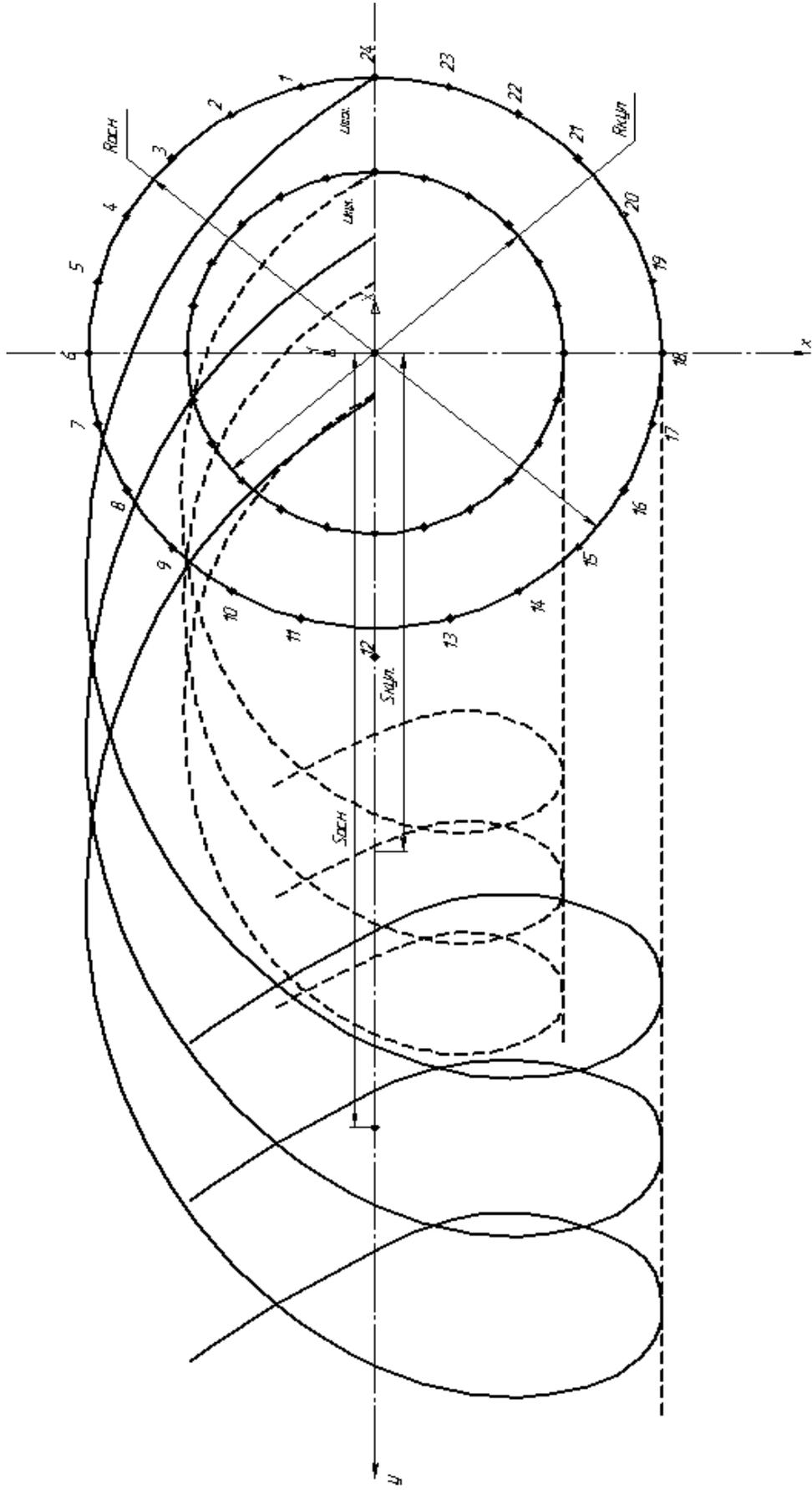
По результатам проведенных исследований совместной работы мотовил можно заключить, что радиус мотовила образования стерневых кулис для корректной работы должен укладываться в интервал от 0,38 до 0,49 м; оптимальная частота вращения мотовил – 44-52 об/мин; окружная скорость планки – 2,88 – 4,38 м/с; количество планок каждого мотовила для выбранных режимов работы – 5 штук.



a)



6)



б)

Рисунок 2.9 – Графический анализ совместной работы мотвила устройства образования стержневых кулис и основного мотвила: а) и б) – неудовлетворительные режимы, в) – пригодный режим

2.5 Обоснование режимных параметров работы узлов жатки

Обоснование скорости движения ленточного транспортера с учетом минимизации потерь, представленное в разделе 2.3, и анализ совместной работы мотвила устройства образования стерневых кулис и основного мотвила в разделе 2.4, позволили нам рассчитать потери зерна (%) при работе предлагаемой валковой порционной жатки. По формулам (2.31-2.37) потери определялись в зависимости от скорости движения транспортера и рабочей скорости агрегата, а в соответствии с разделом 2.4 было принято соотношение окружной скорости планки мотвила (u) и рабочей скорости агрегата ($v_{\text{агр}}$): $u = (1,2 \dots 1,8)v_{\text{агр}}$ [101, 150]. Таким образом, было учтено влияние работы мотвила на потери за жаткой.

На основании проведенных расчетов были построены графики зависимости потерь за порционной жаткой от рабочей скорости агрегата (рисунок 2.10) и от скорости движения транспортера (рисунок 2.11)

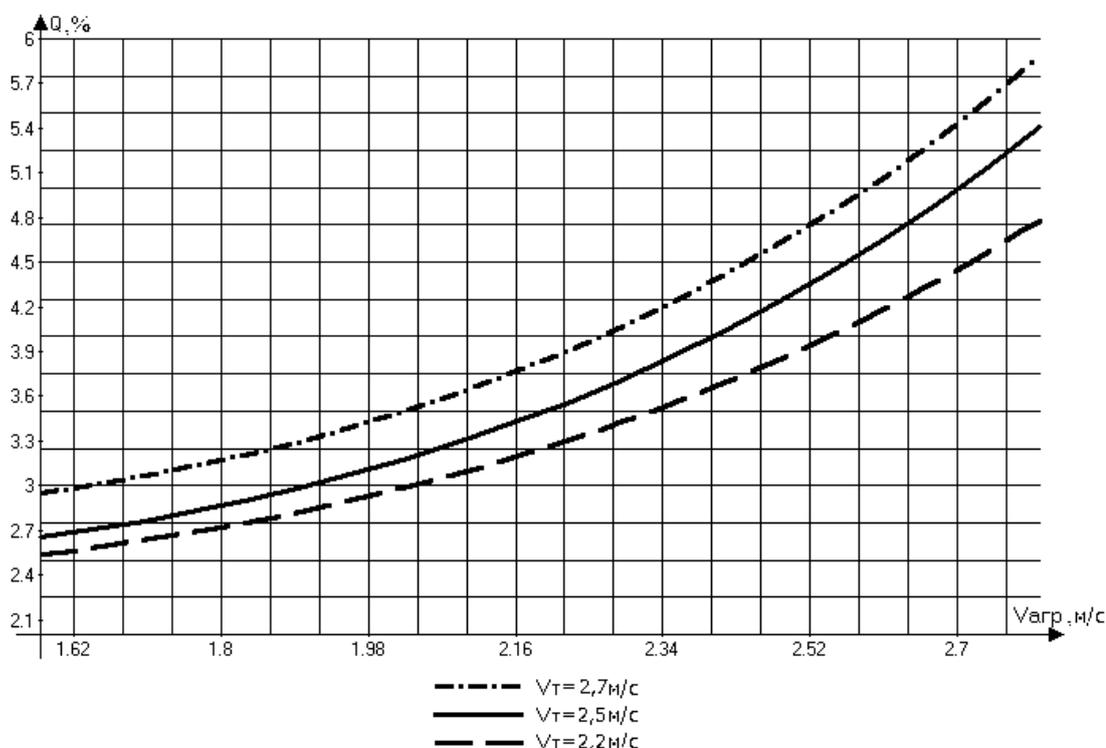


Рисунок 2.10 – Зависимости потерь за жаткой от рабочей скорости агрегата при различных скоростях движения транспортера

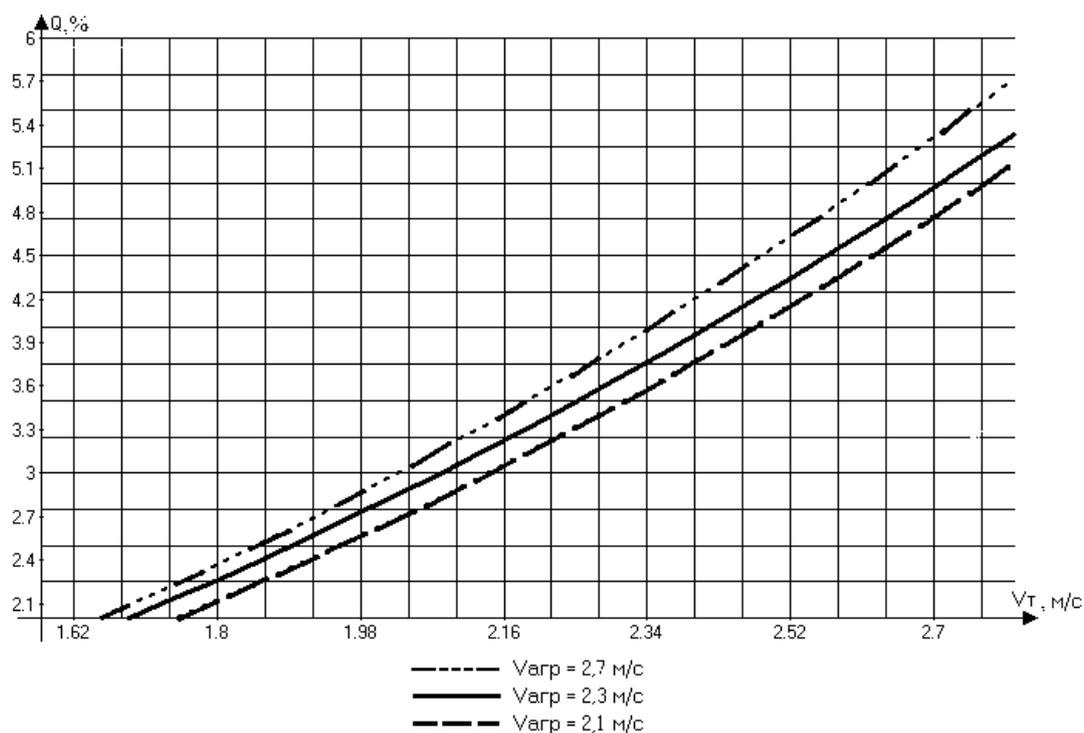


Рисунок 2.11 – Зависимости потерь за жаткой от скорости движения транспортера при различных рабочих скоростях агрегата

Полученные закономерности изменения потерь за жаткой в зависимости от рабочей скорости агрегата и скорости движения транспортера показывают, что почти при всех выбранных режимах работы жатки, потери зерна имеют значения меньше допустимых. В случаях, представляющих исключение, возможна корректировка уровня потерь за счет подбора скоростей транспортера, агрегата и планки мотовила.

2.6 Обоснование оптимальной доли площади поля, занимаемой стерневыми кулисами

Устройство для образования стерневых кулис состоит из мотовила 1 и режущего аппарата 2 для образования стерневых кулис (малое мотовило и малый режущий аппарат) (рисунок 2.12). Мотовило устройства для образования стерневых кулис имеет укороченные лучи по сравнению с основным мотовилом, причём длина лучей может изменяться в зависимости от высоты хлебостоя за счет перестановочных отверстий.

Режущий аппарат устройства для образования кулис является участком основного режущего аппарата, поднимаемого по сравнению с последним на определенную высоту в зависимости от высоты стеблей.

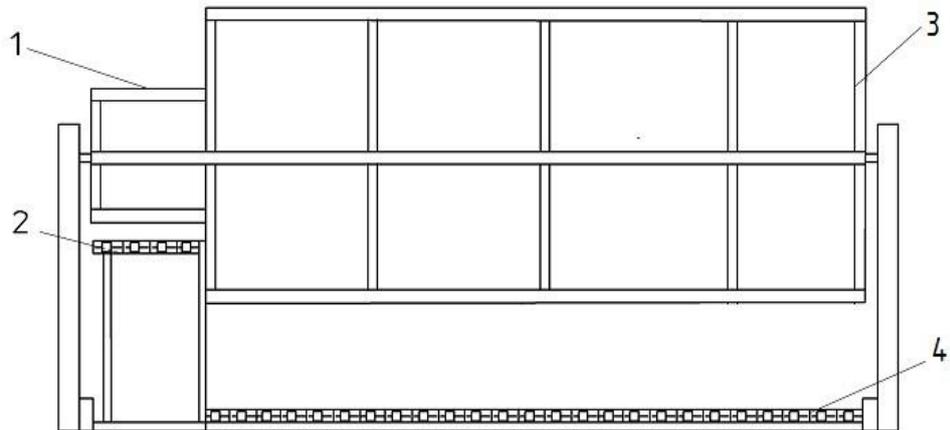


Рисунок 2.12 – Взаимное расположение устройства образования стерневых кулис и основных мотовила и режущего аппарата: 1 – мотовило устройства образования стерневых кулис; 2 – режущий аппарат устройства образования стерневых кулис; 3 – основное мотовило; 4 – основной режущий аппарат

Срез в пределах работы данного устройства осуществляется под колос, оставляя стебель несрезанным, обеспечивая тем самым оставление стерневой кулисы (рисунок 2.13).



Рисунок 2.13 – Общий вид стерневой кулисы, оставленной после прохода экспериментальной жатки: 1 – экспериментальный валок, 2 – полоса экспериментальной стерневой кулисы

Наклонный лоток расположен за режущим аппаратом устройства для образования стерневых кулис и предназначен для передачи колосьев, срезанных устройством, на ленту транспортёра для вовлечения их в общий поток хлебной массы.

Ширина полос со стерневыми кулисами может составлять от 0,7 до 1м, однако излишнее увеличение ширины полосы может повлечь превышение допустимых потерь зерна несрезанным колосом, что особо актуально для полей с неравномерностью распределения стеблестоя по высоте. Также большое значение имеет густота стеблестоя на конкретном поле или его участке [60, 85].

Учитывая, что густота стеблестоя, как правило, определяется в среднем на 1м² поля, целесообразно рассчитывать долю площади поля под кулисами. Данный вопрос рассматривался в работе 134, однако автором работы не учитывается такой показатель, как густота стеблестоя, который оказывает непосредственное влияние на процесс снегозадержания и, соответственно, на площадь, занимаемую кулисами. Исходя из вышеизложенного, нами получена закономерность, для определения оптимальной площади под стерневыми кулисами, учитывающая как высоту, так и густоту стеблестоя:

$$A = \frac{c \left[a \left(1 - \frac{H_{cp}}{H_{max}} \right) \right] - KH_{ct}}{K(H_{кл} - H_{ct})} \cdot 100\%, \quad (2.45)$$

где A – доля площади поля под кулисами, %;

c – средняя густота стеблестоя, 1/м²;

a – наименьшая влагоёмкость метрового слоя почвы, кг;

K – количество продуктивной влаги в единице объема снега, кг/м³;

H_{ct} – высота стерни, м;

H_{cp} – средняя высота стеблей, м;

H_{max} – максимальная высота культуры на данном поле, м;

$H_{кл}$ – высота стерневых кулис, м.

Количество продуктивной влаги в снеге определяется, как [134]:

$$K = \frac{ny\Delta t}{100} \quad (2.46)$$

где n – отношение плотностей снега и воды, (для условий Южного Урала – 0,3);

y – усвоение зимней влаги почвой ($y \approx 65\%$);

Δt – удельная масса снега, кг/м³.

Создание порционной жатки с устройством для образования стерневых кулис позволяет повысить производительность машин, участвующих в уборке зерновых культур, обеспечить снегозадержание и борьбу с ветровой эрозией, снизить расход топлива, уменьшить площадь уплотнения почвы ходовыми системами машин, оптимизировать состав парка машин и соответственно, сократить затраты на их применение, хранение и эксплуатацию.

2.7 Расчёт гидропривода порционной жатки

Основные узлы рассматриваемой жатки, такие как транспортер, режущий аппарат, мотовило, устройства для отвода хлебной массы от колес МЭС и механизм поднятия заслонки, приводятся от обособленной гидросистемы. В этой связи становится актуальным проведение расчёта гидравлического привода валковой порционной жатки.

Гидравлический привод механизмов порционной жатки работает как в длительно установившемся режиме, так и в режиме частых пусков и остановок при постоянной и переменной нагрузке, поэтому он представляет собой сложную динамическую систему, давление в которой определяется внешней нагрузкой по уравнению силовых параметров гидравлических машин [41, 78, 157].

Выбранная схема объемного гидропривода механизмов порционной жатки с тремя параллельно подключенными аксиально-поршневыми гидромоторами в режиме выгрузки представляет собой нерегулируемый гидропривод, а в режиме накопления – частично регулируемый, так как в линию питания привода транспортера вводится элемент дроссельного регулирования скорости приводного гидромотора, позволяющий поддерживать постоянную скорость при накоплении – трехлинейный регулятор потока (рисунок 2.14).

Сравним КПД данного гидропривода в режимах накопления и выгрузки.

КПД нерегулируемого гидропривода (в режиме выгрузки) определяется потерями энергии в насосе, гидромоторе и в трубопроводах.

При закрытых предохранительных и обратных клапанах, а также при отсутствии циркуляции жидкости в целях охлаждения подача насоса равна расходу жидкости через гидромоторы [41, 69]

$$Q_H = Q_{DM} + Q_{DR} + Q_{DT} = Q, \quad (2.47)$$

где Q_{DM} , Q_{DR} , Q_{DT} – расходы гидромоторов приводов мотовила, режущего аппарата и транспортёра соответственно.

Полезная мощность гидропривода вращательного движения

$$N_{n.d} = M_d \omega_d, \quad (2.48)$$

где M_d – момент на валу гидромотора [157].

Эту же мощность можно выразить через перепад давления в гидродвигателе p_d , расход Q_d и КПД гидродвигателя η_d :

$$N_{n.d} = Q_d p_d \eta_d, \quad (2.49)$$

где $\eta_d = \eta_{o.d} \eta_{m.d}$.

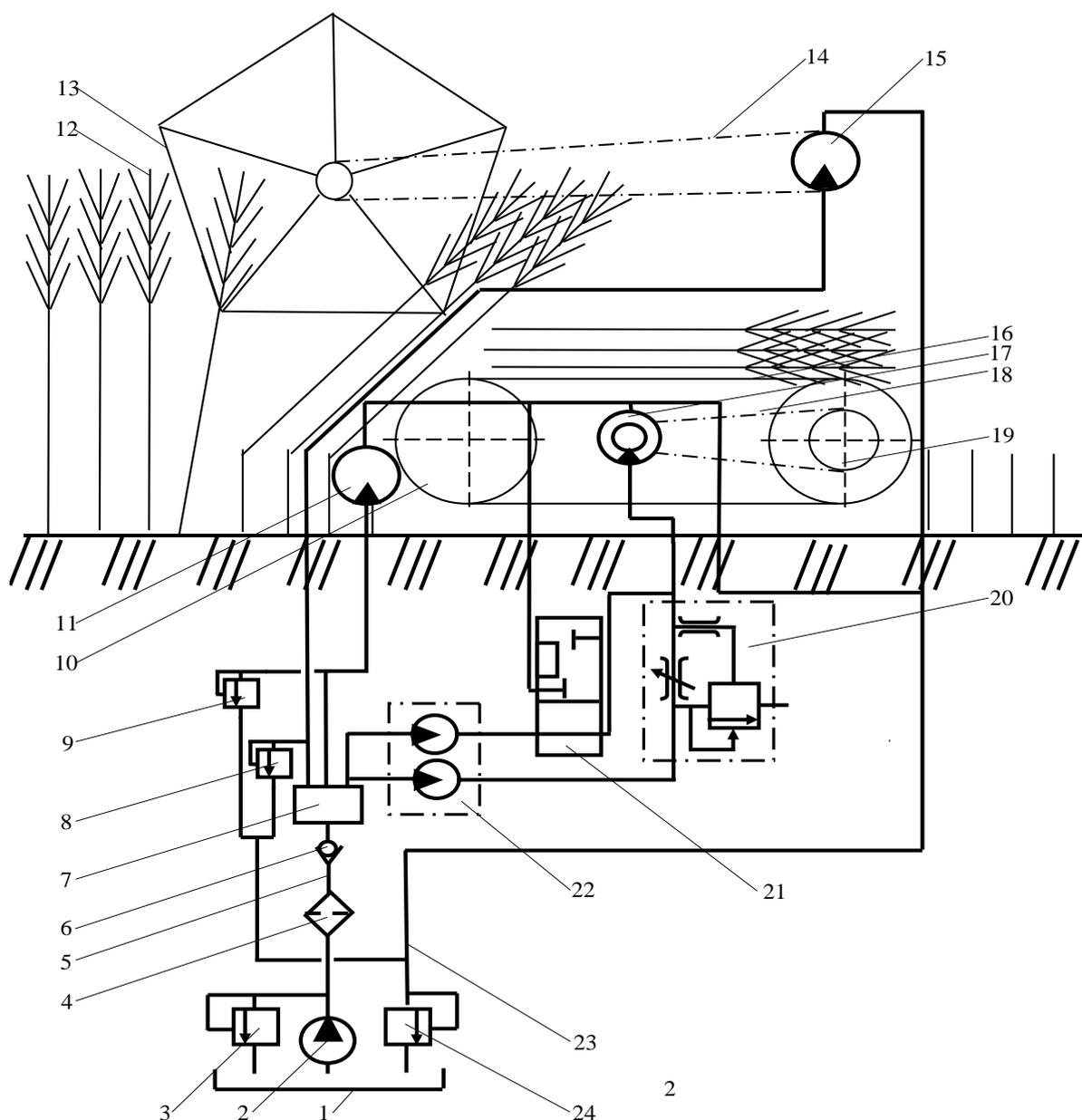


Рисунок 2.14 – Принципиальная схема гидропривода порционной жатки.
 1-бак с рабочей жидкостью; 2-насос; 3, 8, 9-предохранительные клапаны;
 4-фильтр; 5-напорная линия гидропривода; 6-обратный клапан; 7-основной делитель потока; 10-ведомый вал транспортера; 11-гидромотор привода режущего аппарата; 12-хлебостой; 13-мотовило; 14-цепная передача привода мотовила; 15-гидромотор привода мотовила; 16-ленточный транспортер; 17-гидромотор привода транспортера; 18-цепная передача привода транспортера; 19-ведущий вал транспортера; 20-регулятор потока; 21-переключатель потока; 22-делитель потока привода транспортера; 23-сливная магистраль; 24-подпорный клапан.

Полезная мощность насоса, выраженная через подачу и давление насоса:

$$N_{n.n} = Q_n p_n, \quad (2.50)$$

а потребляемая насосом мощность

$$N_n = M_n \omega_n = Q_n p_n / \eta_n. \quad (2.51)$$

КПД гидропривода для вращательного движения [41]:

$$\eta_{z.n} = \frac{M_\delta \omega_\delta}{M_n \omega_n} = \frac{Q_\delta p_\delta}{Q_n p_n} \eta_n \eta_\delta. \quad (2.52)$$

Так как $Q_n = Q_\delta$, то

$$\eta_{z.n} = \eta_o \eta_m \eta_{mp}, \quad (2.53)$$

где η_o и η_m – объёмный и механический КПД гидропривода соответственно;

η_{mp} – гидравлический КПД гидропривода, учитывающий суммарные гидравлические потери давления в трубопроводах.

Движение гидропривода может быть описано уравнениями расхода и нагрузки. Общий расход жидкости, подаваемой насосом, состоит из расхода Q_z на работу гидродвигателей, расхода ΔQ_o утечек и расхода ΔQ_c , которым компенсируется изменение объёма жидкости вследствие ее сжимаемости [78]

$$Q_n = Q_z + \Delta Q_o + \Delta Q_c. \quad (2.54)$$

Расход утечек определяется утечками в насосе и гидродвигателях

$$\Delta Q_o = a_n p_n + \Sigma a_\delta p_\delta. \quad (2.55)$$

Расход на сжатие жидкости выражается через давление в напорном трубопроводе

$$\Delta Q_c = p_n Q_n / E_n, \quad (2.56)$$

где E_n – приведённый модуль упругости системы.

Используя уравнение (2.56), подачу насоса можно представить для случая гидропривода вращательного движения в виде

$$Q_{nm} = q_m \omega_n + a_n p_n + \Sigma a_\delta p_\delta + \frac{Q_n}{E_n} p_n \quad (2.57)$$

Давление в гидросистеме зависит от нагрузки гидромотора M_m и потерь в гидромагистрали Δp

$$p_n = p_m + \Delta p = \frac{M_m}{q_m} + \Delta p, \quad (2.58)$$

где q_m – рабочий объем гидромотора.

При дроссельном регулировании и любом случае включения дросселя полный КПД гидропривода определяется потерями энергии в насосе и гидродвигателе и потерями, обусловленными процессом управления [157]. Ввиду этого целесообразно ввести понятие КПД процесса управления $\eta_{n,y}$, который представляет собой отношение мощности потока $N_d = p_d Q_d$, затраченной в гидродвигателе, к мощности потока $N_{nn} = p_n Q_n$, подаваемого насосом, т.е.

$$\eta_{ny} = p_d Q_d / p_n Q_n \quad (2.59)$$

Величина η_{ny} оценивает потери мощности на регулирование скорости выходного звена гидропривода.

Полный КПД гидропривода η_{zn} представляет из себя произведение КПД насоса на КПД процесса управления и на КПД гидродвигателя:

$$\eta_{z.n} = \frac{Fv_d}{N_d} = \frac{p_n Q_n}{N_n} \frac{p_d Q_d}{p_n Q_n} \frac{Fv_d}{p_d Q_d} = \eta_d \eta_{n.y} \eta_o. \quad (2.60)$$

Если принять допущение, что потери в насосе, гидродвигателе и трубопроводах отсутствуют ($\eta_n = \eta_d = 1$) [78], то полный КПД гидропривода

$$\eta_{z.n} = \eta_{u.y}. \quad (2.61)$$

Для анализа КПД $\eta_{u.y}$ применим безразмерные величины, т.е. величины, отнесенные к максимально возможным их значениям, а именно:

относительную нагрузку, равную относительному перепаду давления в гидромоторе [69]

$$\bar{p}_r = \frac{p_d}{p_n} = \frac{F}{p_n v_d} = \frac{F}{F_{max}} = \bar{F}; \quad (2.62)$$

v_d относительную скорость гидромотора, равную относительному расходу, подводимому к нему,

$$\bar{v}_z = \frac{v_d}{v_{dmax}} = \frac{v_d V_d}{v_{dmax} V_d} = \frac{Q_d}{Q_n} = \bar{Q}_d, \quad (2.63)$$

относительную площадь проходного отверстия дросселя

$$\bar{S} = \frac{S_{dp}}{S_{dpmax}}. \quad (2.64)$$

Величиной $\bar{p}_z = \bar{F}$ определяется доля давления p_n насоса, используемая в гидродвигателе, а величиной $\bar{v}_z = \bar{Q}_d$ – доля подачи насоса, направляемой в гидродвигатель.

Из выражения (2.64) следует, что

$$\eta_{n.y} = \frac{p_d S_d v_d}{p_n S_d v_{dmax}} = \frac{F}{F_{max}} \frac{v_d}{v_{dmax}} = \bar{F} \bar{v}_z = \bar{p}_z \bar{Q}_d. \quad (2.65)$$

Скорость v_{dmax} найдём из формулы (2.65), приняв $F = 0$ и $S_{dp} = S_{dpmax}$:

$$v_{dmax} = \mu (S_{dpmax} / S_n) \sqrt{2 p_n / \rho}. \quad (2.66)$$

Полагая, что коэффициент расхода μ дросселя не зависит от степени его открытия, определим относительную скорость гидродвигателя

$$\bar{v}_z = \frac{v_n}{v_{nmax}} = \bar{S} \sqrt{1 - F} = \bar{S} \sqrt{1 - \bar{p}_z} = \bar{Q}_z. \quad (2.67)$$

Отсюда

$$\bar{F} = \bar{p}_z = 1 - \frac{\bar{v}_z^2}{\bar{S}^2}. \quad (2.68)$$

На основании выражения (2.68) получим коэффициент $\eta_{n.y}$ в двух вариантах:

$$\eta_{n.y} = \bar{S} \bar{p}_z \sqrt{1 - \bar{p}_z}; \quad (2.69)$$

$$\eta_{n.y} = \bar{v}_z \left(1 - \frac{\bar{v}_d^2}{S^2}\right). \quad (2.70)$$

Из формул ясно, что максимальный КПД $\eta_{n.y}$ получается при $\bar{S} = 1$, т.е. при полном открытии дросселя. Оптимальные значения \bar{v}_d и \bar{p}_d находят исследованием на максимум.

Зависимости КПД процесса управления $\eta_{n.y}$ от относительной скорости и относительной нагрузки, построенные по формулам (2.69) и (2.70) для ряда постоянных значений степени открытия дросселя, показаны на рисунке 2.15. Следует иметь в виду, что общий КПД гидропривода будет еще ниже за счет потерь мощности в насосе и гидродвигателе.

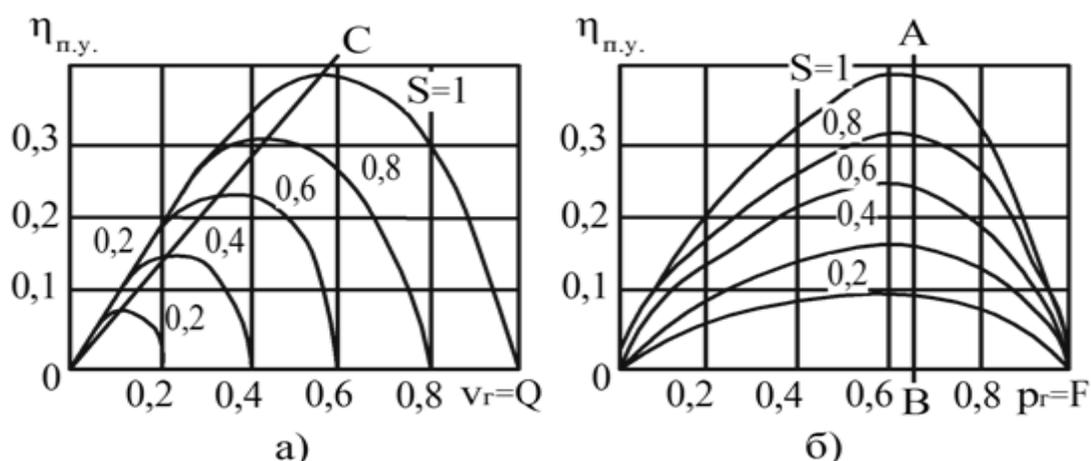


Рисунок 2.15 – Зависимость КПД процесса управления: а) от относительной скорости гидромотора, б) от относительной нагрузки.

Расчет гидропривода порционной жатки показал, что оптимальная относительная скорость гидродвигателя составляет 0,58 м/с, следовательно, максимальный КПД регулируемого гидропривода порционной жатки – 0,385. Таким образом, даже при КПД насоса и гидродвигателя, равных единице, КПД регулируемого гидропривода с последовательным включением дросселя не может быть больше 0,385.

Столь низкое значение КПД $\eta_{n.y}$ объясняется тем, что даже на оптимальном режиме работы гидропривода только 58% подачи насоса

направляется в гидродвигатель (остальное идет через клапан) и лишь $2/3$ давления насоса используется в гидродвигателе (остальное теряется в дросселе), т.е. потеря мощности происходит одновременно и в дросселе, и в клапане.

Полученные результаты теоретических исследований целесообразно проверить в экспериментально-полевых условиях, для чего необходимо составить план экспериментальных исследований и выбрать частные и общие методики их проведения.

Выводы по главе

1. Получена закономерность (формула (2.37)), которая позволяющая определять скорость транспортера при накоплении массы в зависимости от скорости агрегата, плотности укладки массы, толщины слоя и от параметров хлебостоя. Выяснено, что оптимальные скорости транспортера в период накопления массы составляют 1,6-2,8 м/с.

2. Установленные закономерности позволили выявить оптимальные параметры транспортера: ширина ленты от края жатки до шнекового делителя – 2,21-2,24 м, в центре (от одного делителя до другого) – 1,78-1,82 м, диаметр приводного вала – 0,068-0,074 м, количество опорных роликов – 3, диаметр опор – 0,039-0,042 м, расстояние между соседними опорами – 0,358-0,366 м.

3. Разработана конструкция порционной жатки с устройством образования кулис и разработан технологический процесс отдельной уборки зерновых культур с применением данной жатки.

4. Полученная закономерность (формула (2.45)) позволяет определять оптимальную долю площади поля под стерневыми кулисами, формируемыми жаткой, в зависимости от высоты и густоты стеблестоя.

5. Графический анализ совместной работы мотовила устройства образования стерневых кулис и основного мотовила показал, что радиус

мотовила устройства образования стерневых кулис должен изменяться от 0,38 до 0,49 м; оптимальная частота вращения мотовил – 44-52 об/мин; окружная скорость планки мотовил – 2,88-4,38 м/с; достаточное количество планок обоих мотовил – 5 штук.

6. Установленные закономерности позволили выявить оптимальные параметры транспортера: ширина ленты от края жатки до шнекового делителя – 2,21-2,24 м, в центре (от одного делителя до другого) – 1,78-1,82 м, диаметр приводного вала – 0,068-0,074 м, количество опорных роликов – 3, диаметр опор – 0,039-0,042 м, расстояние между соседними опорами – 0,358-0,366 м.

3. Методика экспериментальных исследований порционной жатки

3.1 Основные положения экспериментальных исследований и условия их проведения

Экспериментальные исследования качества и оптимальных режимов работы валковой порционной жатки с устройством образования стерневых кулис проводятся по нескольким направлениям, так как данная жатка, помимо формирования хлебного валка, предназначена для оставления на поле стерневых кулис, что обеспечивает снегозадержание и, следовательно, повышение уровня влаги в почве. Соответственно, есть необходимость оценить качество снегозадержания и повышение количества влаги в почве и оценить изменение урожайности на экспериментальном поле после следующей уборки. Касательно традиционных функций порционной жатки, целесообразно исследовать качественные параметры формируемого валка и качество процесса его формирования. Ключевую роль при оценке качества формирования валка или качества работы жатки, играет оценка уровня потерь, их соответствие или несоответствие допустимым значениям [55, 56]. Учитывая наличие устройства образования стерневых кулис – участка жатки, по конструкции и ряду функций отличающемуся от основной части жатки, исследование потерь необходимо проводить как за жаткой в целом, так и за устройством образования стерневых кулис в частности (рисунок 3.1).

Результаты проводимого эксперимента зависят не только от технологии валкообразования и оставления стерневой кулисы, от конструктивных особенностей и режимов работы узлов жатки, но и от ряда факторов, на которые невозможно влиять: возможных изменений погодных условий, полёглости и пониклости хлебов, высоты и густоты хлебостоя и др.

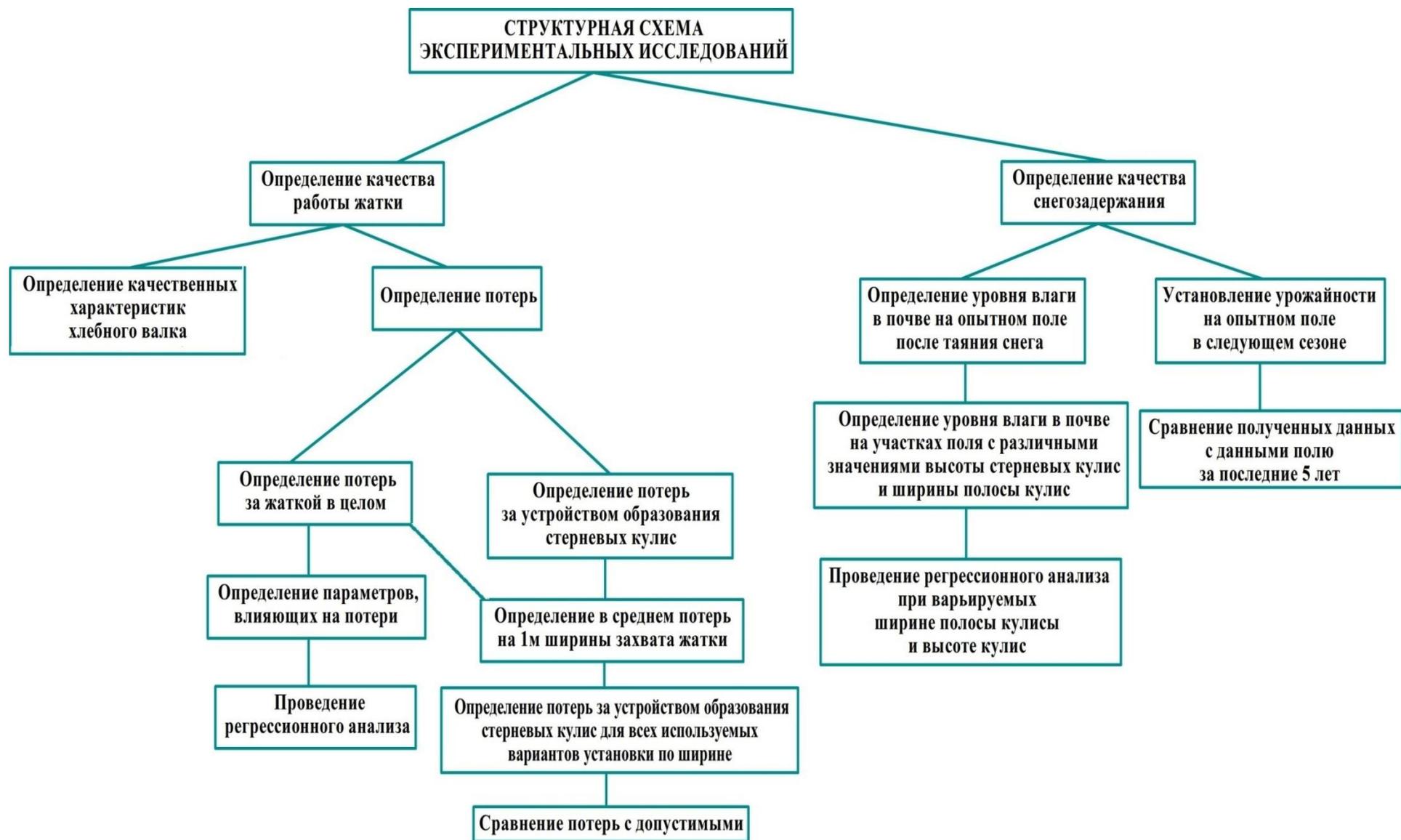


Рисунок 3.1 – Структурная схема проведения экспериментальных исследований.

В связи с этим в рамках исследований параметров валков, потерь зерна за жаткой, и качества снегозадержания используется общепринятый принцип экспериментирования, который заключается в том, что, изучая роль какого-либо из факторов, выделяют интересующее явление, признак в чистом виде. Частично это достигается тем, что посторонние для рассматриваемого исследования процессы и факторы совершенно исключаются или фиксируются как постоянные [73, 146].

Так при исследовании параметров валков, процесса сушки хлебной массы, определения величины общих потерь зерна за жаткой а также качества снегозадержания предъявлялись следующие требования [55, 56].:

1. Участки для опытов выбираются с таким хлебостоем, чтобы выполнилось условие надёжной подвески обычного валка, т.е. длина хлебостоя на 20% превышала среднюю критическую длину стеблей (по данным П.А. Николаева).

2. Высота стерни (кроме участков со стерневыми кулисами) принимается оптимальной для яровых культур от 17 до 20 см.

3. Хлебостой должен быть равномерным по и густоте, не полеглым, допустимая степень полёглости и пониклости стеблей – не более 10...15%.

4. Густота хлебостоя – типичная для зоны (пределы варьирования в опытах – 350÷500 штук/м²).

5. Поле выбирается с ровным рельефом (без уклонов и оврагов, наличие каменистости незначительных неровностей допускается в пределах 5-8%

6. С целью исключения влияния неравномерности хлебостоя (кроме определения потерь за устройством образования стерневых кулис) и рельефа на результаты опытов, хлебная масса скашивается и укладывается в валки при последовательном проходе опытной и серийной жаток.

7. Длина учётных валков при исследовании их структуры и параметров принимается равной 50 м.

Общая характеристика условий проведения исследования составлена исходя из стандартной методики ГОСТ 28301-2007 «Комбайны зерновые, методы испытаний».

Методика определения потерь зерна за жаткой (без учета потерь за устройством образования стерневых кулис) составлялась в соответствии с ГОСТ 10615-72 «Качественные показатели работы зерноуборочных комбайнов» по пункту определения потерь за жаткой. С учетом отсутствия методики по определению потерь зерна при формировании стерневых кулис, утвержденной ГОСТом РФ, для определения потерь за устройством образования стерневых кулис использовалась собственная методика, составленная с учетом опыта проведения исследований по данному вопросу В.Т. Селихова, А.Ш. Джамбуршина и других сотрудников ЦелинНИИМЭСХ.

Для проведения полевых исследований был изготовлен экспериментальный образец порционной жатки (рисунок 3.2). Полевые исследования проводились в ООО «Степь» Акбулакского района Оренбургской области.

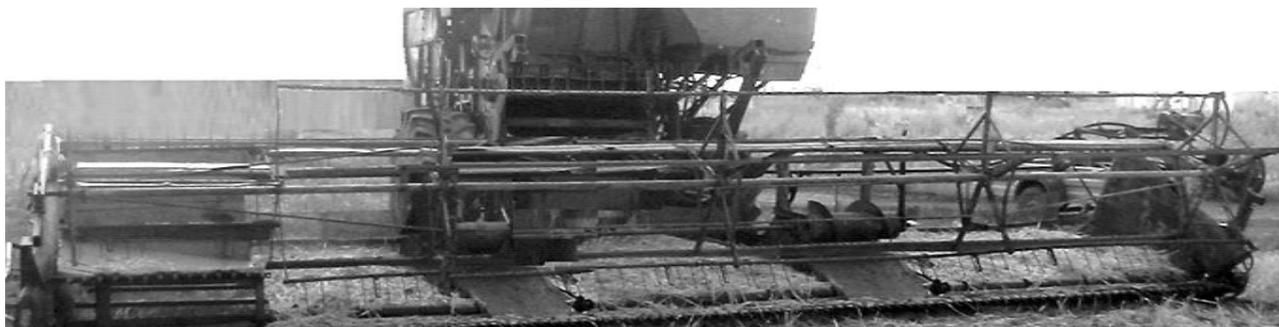


Рисунок 3.2 – Экспериментальный образец порционной жатки

Оценку функциональных показателей проводили в оптимальные, для зоны агротехнические сроки уборки культуры. Полученные при этом показатели качества работы испытываемой машины сравнивали только с показателями качества работы жатки ЖВР-10.

Участок выбирался с учетом размеров, которые дают возможность проведения полевых испытаний при всех запланированных режимах работы.

Для каждого режима участок имел длину, достаточную для того, чтобы мобильное энергосредство с навешенной жаткой достигало заданной скорости движения и испытываемая жатка входила в технологический режим работы.

Испытания опытного образца порционной жатки с устройством образования стерневых кулис проводились на одной культуре. Перед началом испытаний жатка была обкатана и отрегулирована с учетом инструкции по эксплуатации и проработала более 10 часов. Изменение скорости движения агрегата и рабочих органов жатки при испытаниях производилось в промежутках между учетными деланками. Причем саму деланку испытываемая жатка должна проходить на постоянной скорости.

Показатели качества выполнения технологического процесса испытываемой жаткой исследовались при двух значениях скорости движения: максимальной согласно ТЗ и на 20...30% ниже максимальной в случае соответствия фона требованиям ТУ или ТЗ на машину. Параметры настройки и регулировки рабочих органов валковой порционной жатки не изменялись на обеих рабочих скоростях, за исключением изменений частоты вращения мотовила и скорости транспортерной ленты.

Уборка хлебной массы в валки проводится тогда, когда 65...70% зерна достигает восковой и полной спелости. Спелость культуры определяется по ГОСТ 12036-85, либо методом окрашивания раствором эозина.

Варьирование параметров, свойств валков, создает определенную трудность при их общей оценке. Практически невозможно исследовать по тому или другому признаку всю генеральную совокупность валков, скашиваемых порционной и серийной жатками [130, 131].

При исследовании параметров и структур валков, формируемых различными жатками, основными параметрами считаются ширина хлебного

валка, его толщина, концентрация хлебной массы в валке и ее влажность, масса погонного метра валка. [73, 143]

3.2 Определение основных параметров валка

Основными параметрами хлебного валка являются его ширина, толщина, концентрация хлебной массы в валке и ее влажность и масса погонного метра валка.

Массу погонного метра валка определяли в пятикратной повторности посредством отбора проб с одного погонного метра. Расстояние между соседними точками для взятия проб – три метра. Отобранные пробы взвешивали с точностью до 0,01 кг с использованием весов ВНЦ модель ВТЦ-10 (рисунок 3.3, а), после чего вычисляли фактическую концентрацию хлебной массы в валке, приведенную к 14% влажности, по формуле

$$K_H = \frac{G_0}{b_e} \cdot \frac{100 - W_0}{86}, \quad (3.1)$$

где G_0 - вес погонного метра валка, м;

b_e - ширина валка, м;

W_0 - средняя влажность валковой массы, %.



а



б

Рисунок 3.3 – Измерительные приборы: а) электронные весы модели ВТЦ-10; б) влагомер «Фауна-М»

Фактическую массу погонного метра валка определяли, как

$$M_H = K_H \cdot b_e. \quad (3.2)$$

Среднюю влажность хлебной массы валка определяли по формуле:

$$W_0 = \frac{\lambda_{зс} \cdot (100 - W_C) \cdot W_з + (100 - W_з) \cdot W_C}{100 - W_з + \lambda_{зс} \cdot (100 - W_C)}, \quad (3.3)$$

где $W_з$ - действительная влажность зерна, %;

W_C - действительная влажность соломы, %;

$\lambda_{зс}$ - отношение зерна к соломе в момент скашивания хлебов.

Действительную влажность зерна и солому в хлебном валке замеряли, используя влагомером «Фауна-М» (рисунок 3.3, б), прибор применялся в автоматическом режиме работы. Технические характеристики данного прибора приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Технические характеристики влагомера «Фауна-М»

Разрешающая способность	0,1%
Диапазон измерений влажности: Зерновых культур Масличных культур	от 4,5 до 35,0 % от 6,5 до 20,0 %
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности	от 1 до 1,5 %
Ручная коррекция показаний влажности	± 4,0 %
Время единичного измерения	12 с
Автоматическая термокомпенсация в	5 – 40 °С
Объем измерительной камеры	270 см ³
Электропитание	Батарея 9В

Толщину хлебных валков определяли по торцевому сечению экспериментальных валков через 50 см и контрольных через 20 см. Замеряли расстояние от основания валка и его верхней границы до базы относительно поверхности поля.

3.3 Методика исследования процесса сушки массы в экспериментальном и обычном валках

Опыты проводятся по двум циклам. В первом цикле исследуется процесс созревания и сушки массы в хлебных валках. Первый цикл продолжается в течение дозревания зерна в валке (от восковой спелости до состояния полной спелости).

Второй цикл – исследование сушки массы в валках после выпадения осадков. Длительность данного цикла определяется временем, за которое зерно в валке просохнет до кондиционной влажности. [139]

Пробы на влажность массы берутся один раз в сутки – с 13 до 16 часов (период минимального влияния росы на влажность массы). Солома и зерно в верхнем и нижнем слое валка просыхают с неодинаковой продолжительностью. Поэтому пробы берутся отдельно из нижних и верхних слоёв. За границу нижнего и верхнего слоя хлебного валка условно принимается его середина (по высоте). Из каждого учётного валка берутся пробы из нижнего и верхнего слоя в единичной повторности. Чтобы результат, характеризующий влажность хлебной массы, по одной пробе был надежен, требуется, чтобы выборка правильно определила изучаемую совокупность. Т.е. выборка должна быть случайной, т.к. случайность при отборе в выборку является основой для выявления точности наблюдения.

Все пробы с учётных делянок берутся со случайно выбранных позиций участка с применением метода рандомизации. Для этого учётный валок длиной 10м разбивается на четыре интервала по 2,5м каждый. Данные интервалы также подлежат разбитию. Каждый интервал делится на пять частей через каждые полметра; данные отрезки дополнительно делятся осевой линией валка на две условно симметричные части (рисунок 3.4).

На ограниченном пространстве поля 10×2,5м вариация хлебостоя невелика, а коэффициент вариации в данном случае не превысит 10%.

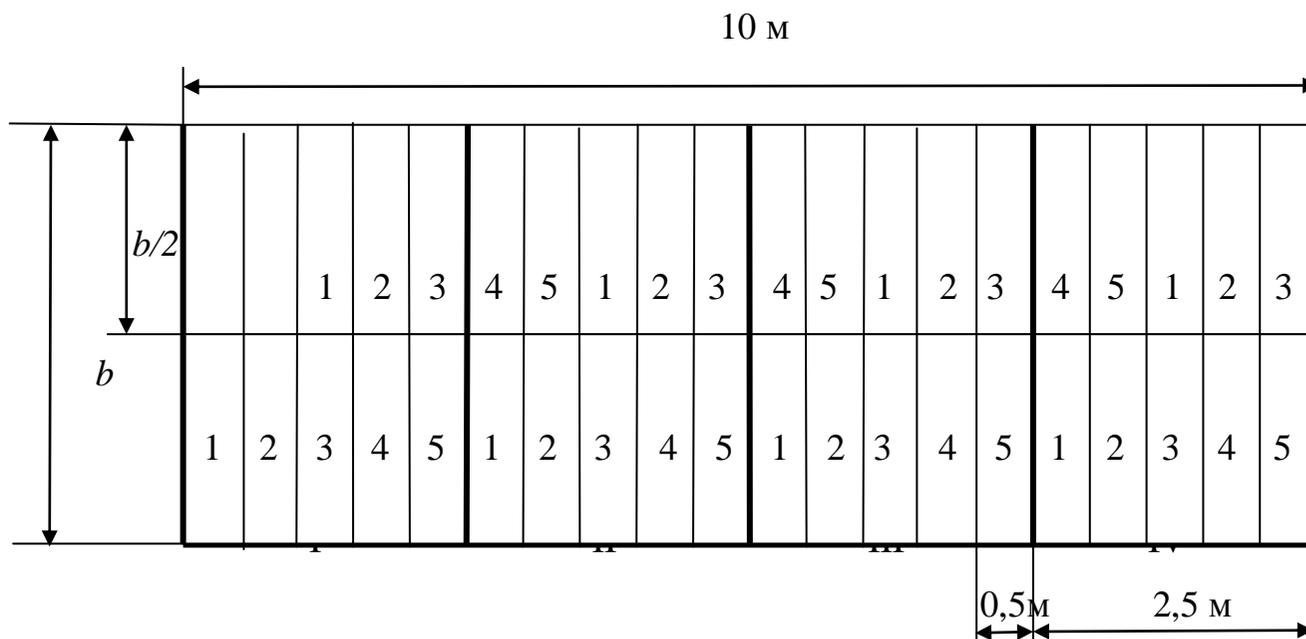


Рисунок 3.4 – Схема разбивки валка при отборе проб на влажность (b – фактическая ширина валка, м)

Определим необходимое общее число точек отбора проб, при доверительной вероятности 0,95 (при $t=1,55$) и предельной относительной ошибке 5%

$$n = \frac{t^2 v^2}{p^2} \quad (3.4)$$

Для достижения результата достаточной точности и достоверности, как показывает расчёт, требуется отбирать пробы в 16 выбранных случайно точках учётного валка,

Чтобы избежать возможной ситуации, когда все случайно выбранные точки оказываются по одной стороне валка относительно его осевой линии, применяется не полностью случайная выборка, а выборка по зональному принципу. В каждом из рассматриваемых интервалов случайным образом берутся пробы в четырёх точках из десяти (всего в шестнадцати точках учётного хлебного валка). [111, 137] Для выбора четырёх точек из каждого интервала целесообразно применять метод жеребьевки. Для этого нумеруются фишки в интервале от единицы до десяти, далее берется четыре из них. Выбор четырех фишек производится вслепую. В выбранных таким образом точках берутся пучки стеблей – от 20 до 25 штук в каждом. Так как на всём контрольном участке случайным образом выделяется шестнадцать точек, то общая проба с участка (в виде снопика) состоит из стеблей количеством от 320 до 400 штук в каждом. [137, 139]

Такой снопик растений более полно характеризует влажность массы в рассматриваемом валке. Проба соломы режется ножницами на участки длиной 10-15см, укладывается в банки и герметично закрывается пробками, а вымолоченное зерно собирается в герметично закрывающиеся бьюксы (рисунок 3.5). Влажность собранных в бьюксы зерен определяется по общепринятой методике ГОСТ 3040-55.

Показатели влажности соломы определяются методом высушивания пятиграммовой навески соломенной резки в сушильном шкафу типа СЭШ-2



Рисунок 3.5 – Герметичные бюксы для сбора зерна при исследовании сушки в валках.

без использования принудительной продувки при температуре 140°C в течение 35-40 минут.

3.4 Методика определения потерь зерна за жаткой

3.4.1 Определение общих потерь за жаткой

Одним из резервов повышения сборов зерна является уменьшение потерь урожая в период уборки. Основная часть потерь приходится на операции скашивания зерновых и подбора валков, причем, из-за неправильного выбора технологии работ, величина потерь может составить 5-20% [60, 65, 142]. Условия уборки зерновых культур для каждой культуры и каждой зоны имеют свои специфические условия, обусловленные агробиологическим состоянием стеблестоя и природно-хозяйственным характером полей. В связи с этим жатка должна иметь [58] значительный диапазон технологических регулировок рабочих органов (режущего аппарата, мотовила, транспортера, устройства образования стерневой кулисы), обеспечивающих качественную уборку зерновых культур с разнообразным агробиологическим состоянием.

Рациональное использование регулировок рабочих органов валковой

жатки и оптимальный режим работы агрегата обеспечивают уборку зерновых с минимальными потерями зерна свободным зерном, срезанными и несрезанными колосьями [58].

Для определения потерь зерна за порционной жаткой использовали рамку из проволоки площадью $0,5\text{ м}^2$. Данную рамку накладывали пять раз в различных местах убранного поля по диагонали через 20 м. В пределах рамки собирали все виды потерь (свободным зерном, срезанными и несрезанными колосьями). Зерно из срезанных и несрезанных колосьев обмолачивали вручную. Подсчитывали общее количество зерен, утеранных в пределах рамки, как среднее из всех определений.

Рамки на поле следует располагали таким образом, чтобы они охватывали различные участки работы порционной жатки – середину, края. Исходя из рекомендаций по контролю качества уборки зерновых культур [142], рамку накладывали два раза посередине прохода жатки и три раза – на стыке двух проходов жатки.

Доуборочные потери были учтены предварительно (непосредственно перед проведением экспериментальных полевых исследований) Предварительно нужно учесть доуборочные потери зерна. Доуборочные потери необходимо исключать, так как они могут оказывать значительное влияние на подсчет общих потерь [123, 142]. Доуборочные потери определяли в четырех местах на площади $0,25\text{ м}^2$ (использовалась рамка соответствующих габаритов).

Для определения величины потерь зерна жаткой использовали специальные номограммы (приложения Т, У) и метода расчета.

Таблица определения потерь зерна валковой порционной жаткой по количеству утеранных зерен использовалась для расчета усредненных потерь на площади $0,5\text{ м}^2$. Урожайность на рассматриваемом поле – 18,2 ц/га.

Однако, учитывая недостатки расчета по таблице урожайности (таблица рассчитывается на определенную массу 1000 зерен и при значительных расхождениях массы 1000 зерен на данном поле с той, которая взята при

расчете таблицы, может приводить к завышению или занижению величины потерь жаткой) целесообразно проверять получаемые результаты, используя номограммы и расчетный метод.

Универсальные номограммы (считающие чертежи), учитывают широкий диапазон исходной информации [67, 142]. Нами были использованы универсальные номограммы А.Ф. Омута (приложение Т) и М. С. Борисова (приложение У). Номограмма А.Ф. Омута состоит из трех квадрантов. Она предназначена для определения потерь за валковыми жатками и молотилками работающих на подборе комбайнов. Номограмма, предложенная М.С. Борисовым состоит из двух квадрантов и предназначена для определения потерь за валковой жатки и за жаткой комбайна при прямом комбайнировании. Полученные в результате использования обеих номограмм данные по потерям следует сравнить между собой и с данными, полученными по таблице. Чтобы считать результаты исследования объективными, разница значений потерь, полученных с использованием таблицы урожайности и номограмм М.Ф. Омута и М.С. Борисова не должна превышать допустимого отклонения в 5%. Затем среднее арифметическое значение потерь по трем данным следует проверить расчетом.

Величину потерь зерна расчетным путем в процентах от урожайности определяли, исходя из массы потерянных зерен и урожайности [55, 56, 142]. В среднем из пяти определений устанавливали количество потерь зерна (шт.) на 1 м^2 , взвешивали их и переводили массу потерянного зерна на 1 га в килограммах.

3.4.2 Методика определения количества потерь зерна несрезанным колосом при формировании стерневой кулисы

Под потерями зерна несрезанным колосом понимаются потери, связанные с тем, что часть стеблестоя оказывается ниже высоты установки режущего аппарата (в данном случае рассматривается высота установки

режущего аппарата устройства образования стерневых кулис) и, в следствии, не попадает в зону резания по высоте.

Количество несрезанных стеблей определяется пересчетом на контрольных участках полос стерневых кулис. Измерение производится на трех полосах кулис опытного поля (на крайних и средней) в 10 местах на каждой из трех полос на контрольных участках длиной 50м с интервалом 5м через каждые по всей ширине полосы.

Отклонение стеблей в горизонтальной плоскости от продольной оси валка определяется транспортиром. Замер угла производится в 10 местах на контрольном участке валка длиной 50м с интервалом 5м через каждые 20м ширины валка. По полученным данным подсчитывается среднее арифметическое значение угла отклонения стеблей от продольной оси валка.

Количество несрезанных стеблей определяется с помощью координатной рамки [98, 142] с размером ячеек 200×200мм, накладываемой на полосу кулисы по ширине. Учётный участок полосы длиной 50м разбивается на 10 частей. В десяти местах с интервалом 5м накладывается рамка. В каждой ячейке рамки подсчитывается вначале количество колосьев, видимых сверху в слое 3-4см, затем оставшиеся колосья, закрытые стеблями и невидимые сверху. Принимается допущение, если колос виден более чем на 50% всей длины, то его относят к числу видимых и наоборот. По полученным данным подсчитывается коэффициент неравномерности распределения колосьев по ширине полосы и процент несрезанных колосьев, достигающих высоты установки режущего аппарата устройства образования стерневых кулис (определение погрешности работы режущего аппарата) (рисунок 3.6).

Коэффициент неравномерности распределения колосьев по ширине полосы стерни V_k определяется по следующей формуле:

$$v_k = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (N_i - \bar{N})^2}{n-1}}}{\bar{N}} \cdot 100\% , \quad (3.5)$$

где N_i – колосьев в i -ой ячейке,

\bar{N} – среднее число колосьев в ячейке,

n - число ячеек по ширине полосы стерни.



Рисунок 3.6 – Исследование структуры экспериментальных валков.

Количество несрезанных колосьев, достигающих высоты установки режущего аппарата устройства образования стерневых кулис, выраженное в процентах, N_n подсчитывается по формуле:

$$N_n = \frac{\sum_{i=1}^n N_{in}}{\sum_{i=1}^n N_{in} + \sum_{i=1}^n N_{in}} \cdot 100\% , \quad (3.6)$$

где N_{in} – число колосьев на поверхности i -ой ячейки,

N_{in} – число невидимых сверху колосьев в i -ой ячейке.

Распределение высоты несрезанных устройством образования стерневых кулис колосьев по ширине полосы кулисы оценивается коэффициентом изменчивости длины стеблей растений $v_{\Delta h}$, находящихся в зоне резания режущего аппарата устройства образования стерневой кулисы. Чем меньше

значение $v_{\Delta h}$, тем равномернее несрезанные стебли распределены вдоль ширины полосы кулисы (тем меньше на рассматриваемом участке стеблей, находящихся в зоне резания и, соответственно, тем меньше погрешность при срезе). Для определения равномерности распределения несрезанных стеблей по ширине участка полосы кулисы производятся замеры на участках полосы кулисы длиной 60 см через каждые 2м. По полученным данным подсчитывается коэффициент изменчивости длины стеблей в зоне резания устройства образования стерневых кулис:

$$v_{\Delta h} = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(h_i - \bar{h})^2}{n-1}}}{\bar{h}}, \quad (3.7)$$

где h_i - средняя высота стеблестоя несрезанных стеблей i -го интервала по ширине полосы кулисы;

\bar{h} - средняя высота стеблестоя несрезанных стеблей по всей полосе;

n - число интервалов.

3.4.3 Методика определения количества потерь зерна срезанным колосом при формировании стерневой кулисы

Часть колосьев, срезаемых режущим аппаратом устройства образования стерневых кулис, будет иметь очень короткую соломинку или вообще не иметь таковой, что снижает вероятность попадания их в область лотка для скатывания колосьев на транспортер жатки. Помимо длины растений и высоты среза определенное значение на попадание или непопадание колосьев в область лотка имеют режимы работы и настройки мотовила.

Методика определения потерь зерна в срезанном колосе сводилась к определению количества колосьев, поступавших на лоток в течение периода накопления массы на ленте транспортера, и массы колосьев, оставшихся на поле в зоне формирования стерневой кулисы (на полосе кулисы по

установленной ширине устройства образования стерневых кулис) за тот же период времени.

Количество колосьев, поступивших на лоток, устанавливали следующим образом: при формировании трех порций на разных участках поля к лотку в месте схода колосьев на транспортер закреплялась емкость по ширине лотка, в которой задерживались колосья и в дальнейшем пересчитывались. Далее, в общей массе колосьев на лотке подсчитывалось количество поступивших на лоток нецелых колосьев (верхние части колосьев, попавших в зону среза по высоте частично), нижняя часть таких колосьев оставалась на стебле несрезанной и относилось к разряду потерь несрезанным колосом.

Определение количества потерянных колосьев производили путем их подбора с дальнейшим подсчетом в области полосы стерневой кулисы, оставленной за период формирования тех же трех порций, что и при подсчете непотерянных колосьев.

После проведения подсчетов определяли коэффициент попадания колосьев на лоток, который равен отношению количества целых колосьев на лотке к общему количеству колосьев.

$$\psi = \frac{Q_1 - Q_2}{Q} \cdot 100\% \quad (3.8)$$

где Q – общее количество срезанных колосьев на участке (потерянных и непотерянных) без учета нецелых, шт;

Q_1 – количество нецелых колосьев на лотке, шт;

Q_2 – количество нецелых колосьев на лотке, шт.

$$Q = Q_1 + Q_3, \quad (3.9)$$

где Q_3 – количество потерянных колосьев на контрольном участке

Подставив значение Q в выражение, получаем формулу для определения коэффициента попадания колосьев на лоток.

$$\psi = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1 + Q_3} \cdot 100\% \quad (3.10)$$

3.5 Методика исследования устойчивости снежного слоя на стерневых кулисах

Устойчивость снежного слоя оценивается коэффициентом осадки снежной массы, определяемым следующим образом:

$$\theta = \frac{H_K}{H_H \cdot c \cdot \Delta S} \cdot 100\% \quad (3.11)$$

где H_H – высота снежного слоя на кулисах при первом замере, м;

H_K – высота снежного слоя на кулисах при последнем замере, м;

c – средняя густота стеблестоя, $1/\text{м}^2$;

ΔS – площадь участка поля с кулисами, на котором проводился замер.

В опытах при исследовании устойчивости снежного слоя на стерневых кулисах длина кулис остаётся одинаковой (исходя из высоты установки режущего аппарата устройства образования стерневых кулис), равной 40см. Для определения осадки производится поперечный разрез снежной массы, лежащей на кулисах, и через каждые 3м полосы кулисы замеряется высота снежного слоя на кулисах (расстояние от почвы до верхней границы снежного слоя). Далее подсчитывается среднеарифметическое значение высоты для каждого сечения. Измерение высоты снежного слоя на кулисах производится в пятикратной повторности по длине кулисной полосы. Коэффициент осадки снежной массы определяется на десятый день после выпадения снежных осадков, в силу погодных условий не поддававшихся таянию за означенный период. Далее замеры повторяются по прошествии месяца с момента первых замеров. Последние измерения производятся на 10-й день оттепели в соответствии с данными метеорологических служб.

3.6 Методика многофакторного эксперимента

С математической точки зрения эксперимент – совокупность некоторого числа опытов, необходимых для построения адекватной математической модели объекта исследования. Предполагается построение регрессионной

математической модели исходя из результатов наблюдений за объектом исследований – наблюдений за параметрами работы основных узлов валковой порционной жатки – при изменяющихся условиях эксперимента, т.е. построение уравнения регрессии, описывающего поверхность отклика объекта исследования на внешние воздействия в рамках проводимого эксперимента. Соответственно, необходимо выбрать такие факторы, которые оказывают основное или наибольшее влияние на параметры работы узлов порционной жатки, и выбирать их реально возможные значения, задавшись интервалом возможных значений, определяемым как теоретически, так и эмпирически. В данном случае речь идет об управляемых факторах – факторах, на которые имеет возможность влиять исследователь [33, 35, 48, 59, 109, 111].

Планирование эксперимента – это средство построения математической модели рассматриваемых в исследовании явлений и процессов, способствующее снижению затрат времени и средств, а так же повышению производительности труда исследователя [33, 35, 59, 65, 96, 145].

Исходя из того, что факторы, определяющие оптимальные параметры рассматриваемых нами процессов, происходящих при функционировании основных узлов и механизмов исследуемой жатки, достаточно многочисленны, то было признано целесообразным проведение многофакторного эксперимента. Данный многофакторный эксперимент планировался на основании известных методик планирования [33, 35, 59, 65, 109, 145].

Чтобы выбрать план эксперимента, необходимо сформулировать критерий его оптимальности. Среди математических методов планирования эксперимента широкое распространение получили методы построения так называемых, ортогональных планов. Достоинство ортогональных планов заключается в простоте их построения, в обеспечении максимальной точности определения выборочных коэффициентов модели и в существенном уменьшении вычислительных операций. Особенно эти

достоинства проявляются по мере увеличения числа факторов, то есть при увеличении сложности задачи. [35, 48, 109]

3.6.1 Методика многофакторного эксперимента по выявлению общих потерь зерна за жаткой

При проведении многофакторного эксперимента по определению потерь при работе порционной жатки нами применяется ортогональное планирование эксперимента первого порядка [33, 35]. Если представить результаты наблюдения за каждым фактором в виде координат векторов в пространстве наблюдений, то коэффициент корреляции между двумя факторами, равен косинусу угла между векторами, который будет равен нулю, если эти векторы перпендикулярны, т.е. ортогональны. Условие ортогональности векторов - равенство нулю их скалярного произведения, равенство нулю коэффициентов корреляции.

При построении ортогонального плана эксперимента необходимо обеспечить следующие условия ортогональности:

$$\sum_{i \neq j}^N X_i X_j = 0, i = 1, 2, 3, \dots, k; j = 1, 2, 3, \dots, k; \quad (3.12)$$

$$\sum_{i=1}^N X_i = 0, i = 1, 2, 3, \dots, k; \sum_{i=1}^N X_i^2 = N, i = 1, 2, 3, \dots, k,$$

где: N - число опытов;

k - число факторов.

Построение ортогонального плана эксперимента базируется на формировании матрицы планирования. Для ее построения требуется натуральные значения переменных (управляемых факторов, воздействующих на параметр оптимизации) перевести в кодированные, варьирующие на двух уровнях. Следовательно, перед планированием и построением матрицы необходимо выбрать параметр, рассматриваемый с точки зрения оптимизации и факторы, оказывающие на него влияние. В данном случае

рассматриваем только управляемые факторы, т.е. только те, на значения которых мы можем оказать непосредственное и подлежащее объективной оценке воздействие (факторы, значениями которых мы можем управлять независимо от метеорологических, агрономических и др. условий).

В силу необходимости оценки качества работы рассматриваемой жатки, в качестве параметра оптимизации нами принят уровень общих потерь зерна за жаткой. Данный параметр позволяет рассматривать качество работы самой жатки и дает возможность сравнения ее работы с серийными моделями. Следует учитывать, что данный параметр должен соответствовать ГОСТу 28301-2007 по пункту допустимого уровня потерь. Пользуясь как собственными исследованиями [86, 89, 90], так и опытом других авторов, занимавшихся исследованием валковых жаток [50, 53, 75, 60, 85], из числа факторов, влияющих на уровень общих потерь за жаткой, нами были выбраны наиболее значимые из них:

- 1) Рабочая скорость агрегата (X_1);
- 2) число оборотов кривошипа режущего аппарата (X_2);
- 3) окружная скорость планки мотовила (X_3);
- 4) скорость ленточного транспортера (X_4).

Уровни и интервалы варьирования названных выше факторов в натуральных переменных (в физических значениях) приведены в таблице 3.2.

В спектр плана любого полного факторного эксперимента (далее ПФЭ) входят все возможные комбинации k факторов на всех уровнях их варьирования. В нашем случае все факторы изменяются на двух уровнях – этого достаточно для построения линейных регрессионных моделей [65]. Следовательно, общее число таких комбинаций (число элементов спектра плана) равно $N=2^k$. Подобный план обозначается как ПФЭ 2^k .

Кодирование представляет собой линейное преобразование координат факторного пространства; перенос начала координат в нулевую точку плана (центр плана) и выбор масштаба по осям координат в единицах интервалов

варьирования. При этом верхний уровень интервала варьирования принимается за +1. а нижний за -1. [33, 35, 66, 93, 96]

Таблица 3.2 – Уровни изменения факторов в эксперименте

Факторы	Рабочая скорость агрегата ($v_{арг}$)	Число оборотов кривошипа режущего аппарата (n)	Окружная скорость планки мотвила (v_m)	Скорость ленточного транспортера (u)
Единица измерения	м/с	об/мин	м/с	м/с
Переменные	X_1	X_2	X_3	X_4
Основной уровень	2,175	800	3,25	2,2
Интервал варьирования	0,575	200	0,25	0,5
Нижний уровень	1,6	600	3	1,7
Верхний уровень	2,75	1000	3,5	2,7

Формула перевода натуральных значений факторов в кодированные имеет вид:

$$t_i = \frac{X_i - X_{i0}}{\Delta_i}, \quad (3.13)$$

где t_i – кодированное значение i -го фактора;

X_i – текущее натуральное значение i -го фактора.

X_{i0} – натуральное значение нулевого (основного) уровня i -го фактора;

Δ_i – натуральное значение интервала варьирования i -го фактора:

Натуральные значения интервала варьирования и нулевого (основного) уровня i -го фактора определяются по формулам:

$$\Delta_i = \frac{X_{i\max} - X_{i\min}}{2}; X_{i0} = \frac{X_{i\max} + X_{i\min}}{2}, \quad (3.14)$$

где $X_{i\max}$, $X_{i\min}$ – соответственно, натуральные максимальное и минимальное значения i -го фактора.

В нашем случае имеются четыре комбинации факторов на всех уровнях их варьирования ($k=4$), тогда матрица спектра плана ПФЭ 2^4 будет иметь следующий вид:

$$X = \begin{pmatrix} -1 & -1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & -1 \\ -1 & 1 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ -1 & 1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & 1 & -1 \\ -1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ -1 & 1 & -1 & 1 \\ -1 & -1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & 1 \\ -1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} \quad (3.15)$$

В целях описания поверхности отклика в области начальной точки был составлен ортогональный план эксперимента первого порядка, представленный в кодированных и натуральных значениях факторов (табл. 3.3).

Таблица 3.3 – Ортогональный план эксперимента

Номер опыта, №	Условия опыта в кодированных переменных					Условия опыта в натуральных переменных			
	t_0	t_1	t_2	t_3	t_4	X_1	X_2	X_3	X_4
1	1	-1	-1	-1	-1	1,6	600	3	1,7
2	1	1	-1	-1	-1	2,75	600	3	1,7
3	1	-1	1	-1	-1	1,6	1000	3	1,7
4	1	-1	-1	1	-1	1,6	600	3,5	1,7
5	1	1	1	-1	-1	2,75	1000	3	1,7
6	1	1	-1	1	-1	2,75	600	3,5	1,7
7	1	-1	1	1	-1	1,6	1000	3,5	1,7

8	1	1	1	1	-1	2,75	1000	3,5	1,7
9	1	-1	-1	-1	1	1,6	600	3	2,7
10	1	1	-1	-1	1	2,75	600	3	2,7
11	1	-1	1	-1	1	1,6	1000	3	2,7
12	1	-1	-1	1	1	1,6	600	3,5	2,7
13	1	1	1	-1	1	2,75	1000	3	2,7
14	1	1	-1	1	1	2,75	600	3,5	2,7
15	1	-1	1	1	1	1,6	1000	3,5	2,7
16	1	1	1	1	1	2,75	1000	3,5	2,7

Используя ПФЭ 2^k , можно получить регрессионные модели вида:

$$\varphi(x) = \sum_{j=0}^{2^k-1} f_j(x) \beta_j = \beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_i x_i + \sum_{\substack{i_1=1 \\ i_1 < i_2}}^k \sum_{i_2=1}^k \beta_{i_1 i_2} x_{i_1} x_{i_2} +$$

$$+ \sum_{\substack{i_1=1 \\ i_1 < i_2 < i_3}}^k \sum_{i_2=1}^k \sum_{i_3=1}^k \beta_{i_1 i_2 i_3} x_{i_1} x_{i_2} x_{i_3} + \dots + \beta_{12\dots k} x_1 x_2 \dots x_k, \quad (3.16)$$

содержащих максимально:

- 1) один коэффициент β_0 – свободный член уравнения регрессии;
- 2) k коэффициентов β_i – линейных членов уравнения регрессии;
- 3) C_k^2 коэффициентов $\beta_{i_1 i_2}$ при парных взаимодействиях факторов;
- 4) C_k^3 коэффициентов $\beta_{i_1 i_2 i_3}$ при тройных взаимодействиях и т.д.,

включая один коэффициент $\beta_{12\dots k}$ при взаимодействии факторов максимального k -го порядка.

Общее число коэффициентов регрессии в этой модели равно $1 + k + C_k^2 + C_k^3 + \dots + C_k^k = 2^k$.

Эксперимент реализован отдельными сериями. В каждой серии проводилось N опытов, соответствующих всем строкам матрицы спектра плана. Количество серий m обычно равно $2 \div 4$. Для нашего случая количество

серий составит четыре. Тогда общее число опытов равно $Nm = 16 \cdot 4 = 64$. Внутри каждой серии порядок реализации опытов должен быть случайным, для чего использовалась процедура рандомизации: m -кратное проведение данной процедуры обеспечивает случайную (различную) последовательность реализации строк матрицы в каждой отдельных серии опытов.

Выводы по главе

1. Определена программа экспериментальных исследований качества рабочего процесса порционной жатки и его результатов.
2. Описаны методики определения основных параметров хлебного валка, сформированного порционной жаткой.
3. Обоснована и описана методика определения потерь зерна при работе жатки, включающая определение общих потерь за жаткой и потерь за устройством образования стерневых кулис в частности.
4. Определена методика исследования устойчивости снежного слоя на стерневых кулисах.
5. На основании многочисленности факторов, влияющих на уровень потерь зерна за жаткой, было принято решение о проведении многофакторного эксперимента. В качестве параметра оптимизации был принят общий уровень потерь зерна за жаткой в процентах, а в качестве варьируемых факторов – рабочая скорость агрегата, число оборотов кривошипа режущего аппарата, окружная скорость планки мотовила и скорость ленточного транспортера.

4. Результаты экспериментальных исследований

4.1 Результаты многофакторного эксперимента

Для определения общих потерь зерна за порционной жаткой, влияния на них ряда режимных параметров работы узлов жатки и других факторов, был проведен многофакторный эксперимент в соответствии с ранее обоснованной и разработанной методикой, представленной в разделе 3.6.

В результате проведения многофакторного эксперимента были получены результаты, которые характеризуют зависимость выбранного параметра оптимизации (общие потери за жаткой, % – Y) от четырех управляемых факторов: рабочей скорости агрегата X_1 , числа оборотов кривошипа режущего аппарата X_2 , окружной скорости планки мотвила X_3 и скорости ленточного транспортера жатки X_4 (табл. 4.1).

Таблица 4.1 – Результаты многофакторного эксперимента.

Номер опыта, №	Условия опыта в кодированных переменных					Значения параметра оптимизации в трех повторностях (Y , %)			
	t_0	t_1	t_2	t_3	t_4	1	2	3	среднее
1	1	-1	-1	-1	-1	3,400	3,480	3,460	3,447
2	1	1	-1	-1	-1	4,320	4,330	4,360	4,337
3	1	-1	1	-1	-1	3,480	3,390	3,450	3,440
4	1	-1	-1	1	-1	4,220	4,100	3,920	4,080
5	1	1	1	-1	-1	3,880	3,920	4,140	3,980
6	1	1	-1	1	-1	4,480	4,590	4,330	4,670
7	1	-1	1	1	-1	4,000	3,870	4,120	3,997

8	1	1	1	1	-1	4,470	4,410	4,550	4,777
9	1	-1	-1	-1	1	4,150	4,180	4,150	4,160
10	1	1	-1	-1	1	3,950	3,840	4,000	3,93
11	1	-1	1	-1	1	3,650	3,780	3,930	3,787
12	1	-1	-1	1	1	3,900	3,900	4,110	3,97
13	1	1	1	-1	1	4,010	4,210	3,970	4,063
14	1	1	-1	1	1	4,680	4,290	4,890	4,620
15	1	-1	1	1	1	4,070	4,300	3,990	4,120
16	1	1	1	1	1	5,120	4,520	4,910	4,850

Результаты, полученные при проведении многофакторного эксперимента, обрабатывались в программе Statistica 6.1. Для параметра оптимизации были рассчитаны коэффициенты регрессии. Те из коэффициентов, у которых вероятность p (вероятность ошибки или уровень значимости) для факторов и взаимодействий факторов больше выбранного уровня значимости – 0,05 (или 5%), исключались из уравнения регрессии, так как являлись статистически незначимыми.

Таким образом, по результатам регрессионного анализа для параметра оптимизации Y (рисунок 4.1) можно составить уравнение регрессии, которое описывает зависимость общих потерь зерна за жаткой, от вышеназванных факторов:

$$\begin{aligned}
 Y = & 0,112279 + 1,175505X_1 + 0,010281X_2 + 0,116276X_3 + \\
 & + 0,366732X_4 - 0,080566X_1X_3 - 0,025065X_1X_4 + 0,15013X_3^2
 \end{aligned}
 \tag{4.1}$$

Regr. Coefficients; Var.:Var5; R-sqr=,91699; Adj:,75098 (пременные для потерь) 2**(4-0) design; MS Residual=,0932163 DV: Var5						
Factor	Regressn Coeff.	Std.Err.	t(5)	p	-95,% Cnf.Limt	+95,% Cnf.Limt
(1)Var1	1,175505	0,77647	1,51392	0,190467	-0,8205	3,17147
(4)Var4	-0,366732	1,01749	-0,36043	0,733254	-2,9823	2,24882
(3)Var3	0,116276	0,83192	0,13977	0,894299	-2,0222	2,25480
Mean/Interc.	0,112279	10,27823	0,01092	0,991707	-26,3087	26,53330
1 by 3	-0,080566	0,05963	-1,35107	0,234589	-0,2339	0,07272
(3)Var3(Q)	0,150130	0,07951	0,63050	0,556058	-0,1543	0,25451
1 by 4	-0,025065	0,03975	-0,63050	0,556058	-0,1273	0,07713
(2)Var2	-0,010281	0,00632	-1,62774	0,164509	-0,0265	0,00596
2 by 3	0,000637	0,00048	1,33469	0,239525	-0,0006	0,00186
2 by 4	0,000404	0,00032	1,26919	0,260243	-0,0004	0,00122
1 by 2	0,000072	0,00024	0,30297	0,774115	-0,0005	0,00069

Рисунок 4.1 – Результаты расчета коэффициентов регрессии в программе Statistica 6.1 для параметра оптимизации

Адекватность полученной нами регрессионной модели проверяли по F-критерию Фишера. Результаты проверки показали, что построенная модель является адекватной. Корреляция переменных и факторов приведена на рисунке 4.2.

Correlations of Factors and Variables (пременные для потерь) 2**(4-0) design											
Factor	(1) Var1	(2) Var2	(3) Var3	(4) Var4	1 by 2	1 by 3	1 by 4	2 by 3	2 by 4	3 by 4	Var5
(1)Var1	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,31
(2)Var2	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,19
(3)Var3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,45
(4)Var4	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,69
1 by 2	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04
1 by 3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,17
1 by 4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	-0,08
2 by 3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,17
2 by 4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,16
3 by 4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,08
Var5	0,31	0,19	0,45	0,69	0,04	-0,17	-0,08	0,17	0,16	0,08	1,00

Рисунок 4.2 – Корреляции факторов и переменных

Уравнение регрессии (4.1) дает возможность построить поверхности отклика параметра оптимизации (общих потерь за жаткой, %) от представленных факторов (рисунки 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7, 4.8).

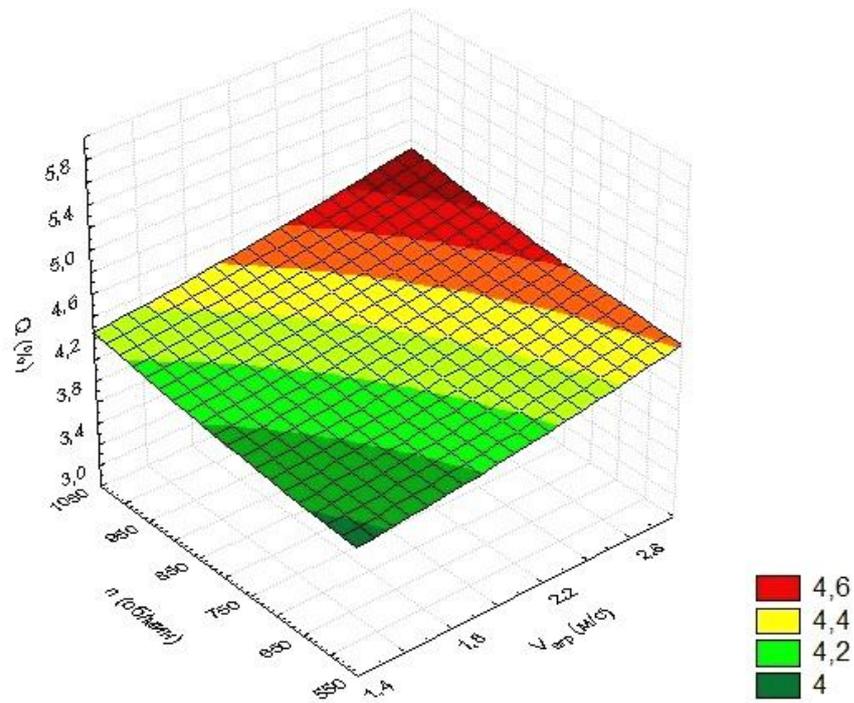


Рисунок 4.3 – Поверхность отклика параметра оптимизации (общие потери зерна за жаткой) от скорости движения агрегата, и числа оборотов кривошипа режущего аппарата

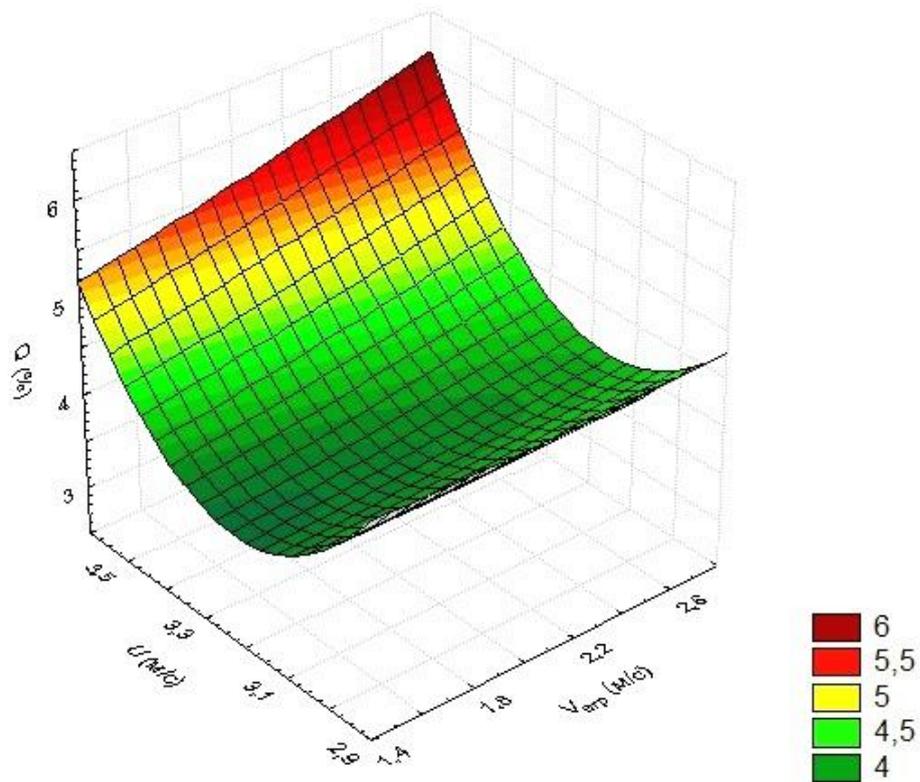


Рисунок 4.4 – Поверхность отклика параметра оптимизации $Q, \%$ (общие потери зерна за жаткой) от скорости движения агрегата и окружной скорости планки мотвила

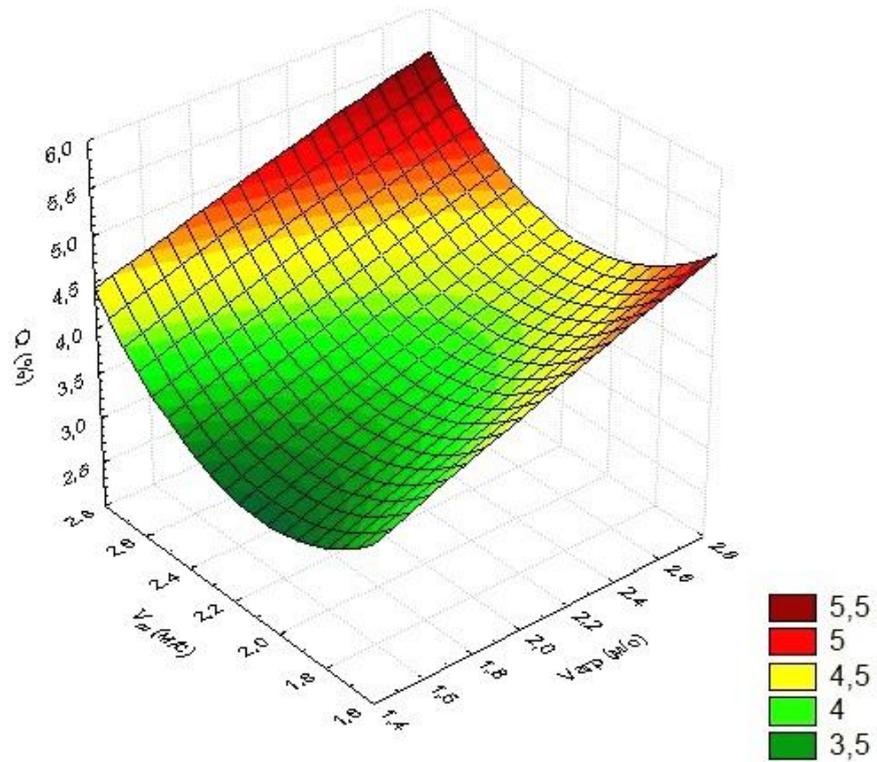


Рисунок 4.5 – Поверхность отклика параметра оптимизации (общие потери зерна за жаткой) от рабочей скорости агрегата и скорости движения транспортера

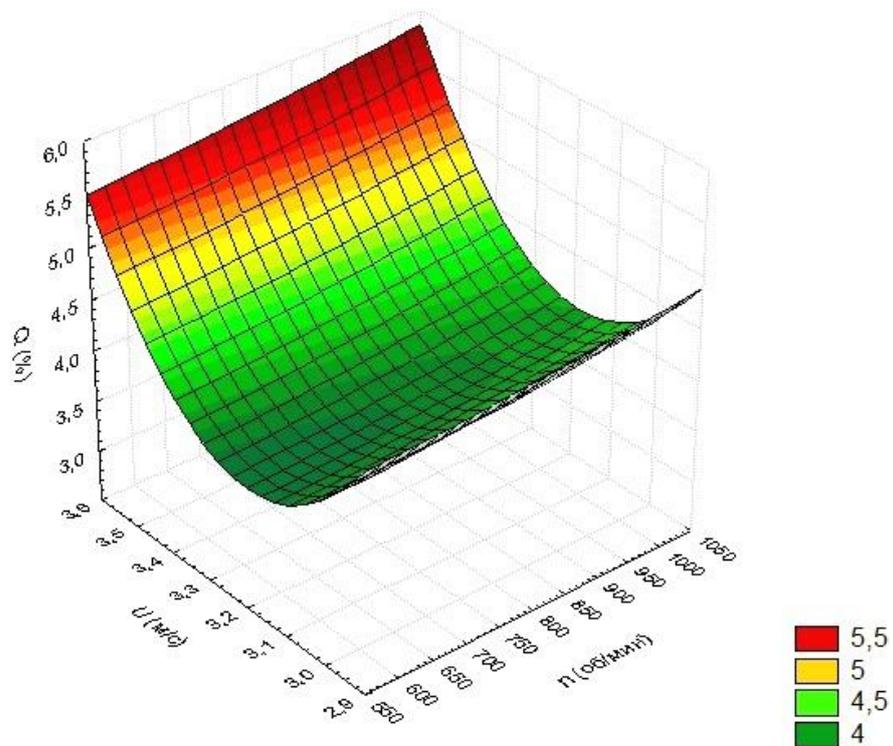


Рисунок 4.6 – Поверхность отклика параметра оптимизации (общие потери зерна за жаткой) от окружной скорости планки мотвила и числа оборотов кривошипа режущего аппарата

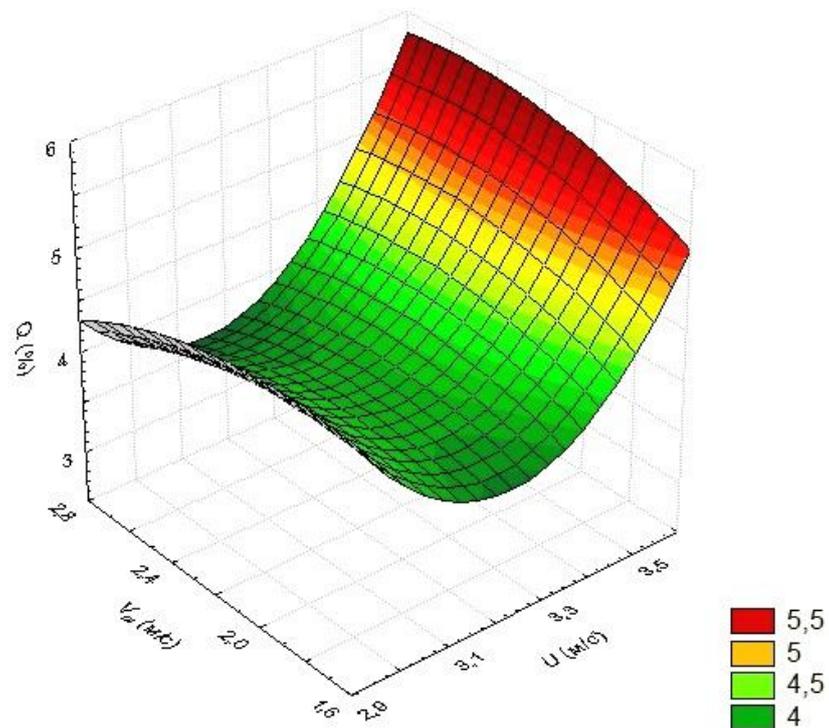


Рисунок 4.7 – Поверхность отклика параметра оптимизации (общие потери зерна за жаткой) от окружной скорости планки мотвила и скорости движения транспортера

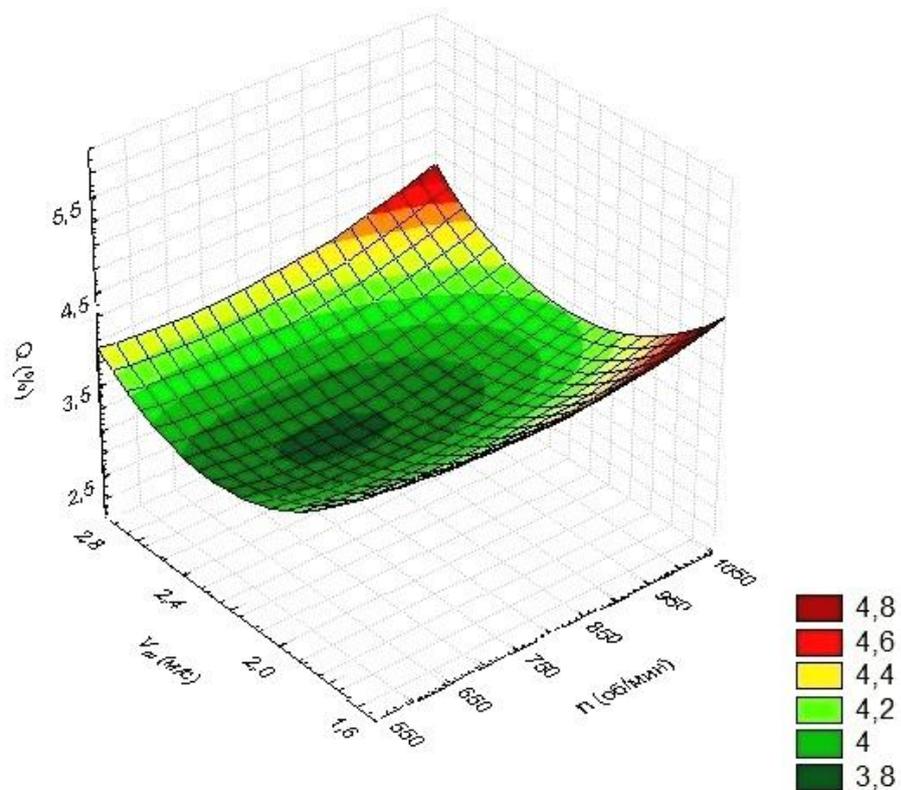


Рисунок 4.8 – Поверхность отклика параметра оптимизации (общие потери зерна за жаткой) от числа оборотов кривошипа режущего аппарата и скорости движения транспортера

По результатам проведенного эксперимента были построены графики зависимости общих потерь зерна за жаткой от рабочей скорости агрегата и скорости движения транспортера (рисунки 4.9, 4.10).

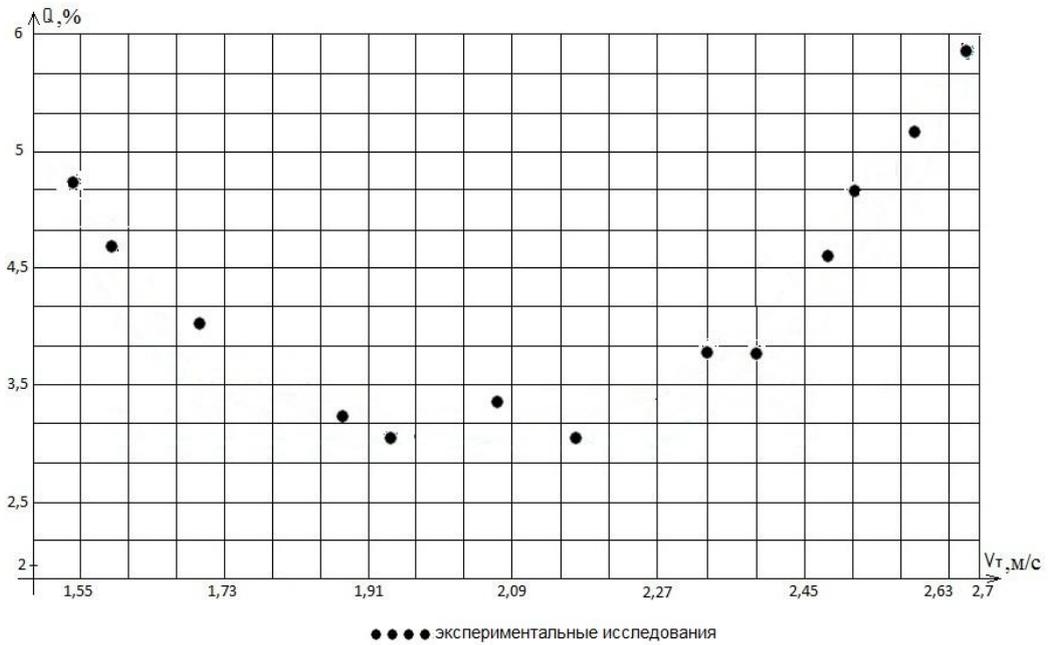


Рисунок 4.9 – Зависимость потерь за жаткой от скорости движения транспортера при рабочей скорости агрегата 1,6-2,75 м/с (экспериментальные данные)

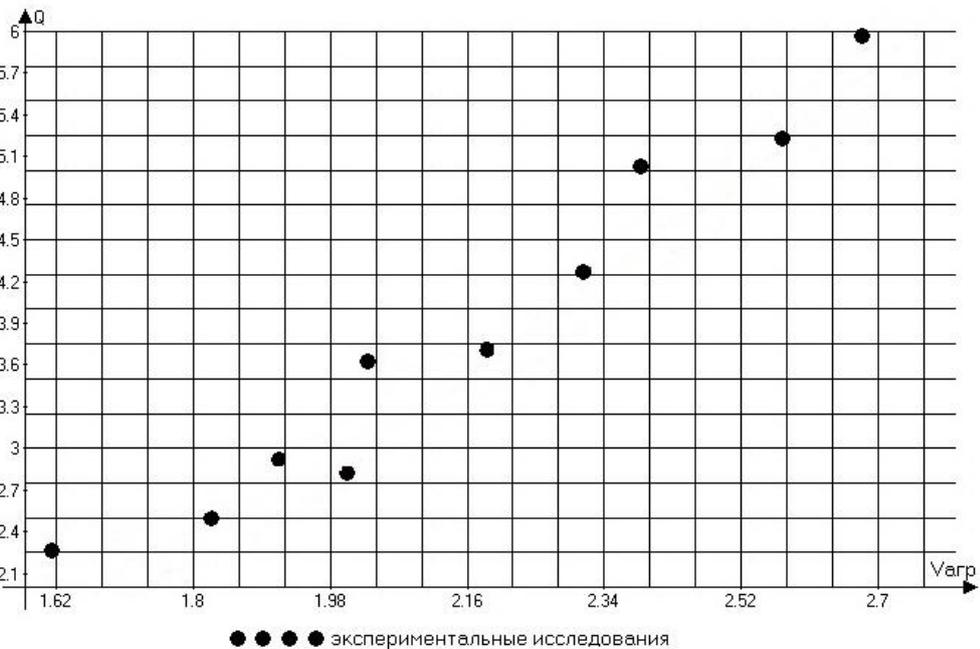


Рисунок 4.10 – Зависимость потерь зерна за жаткой от рабочей скорости агрегата при скорости движения транспортера 1,6-2,7 м/с (экспериментальные данные)

Полученные экспериментальные значения сравнивались с результатами теоретических исследований (рисунки 4.11, 4.12).

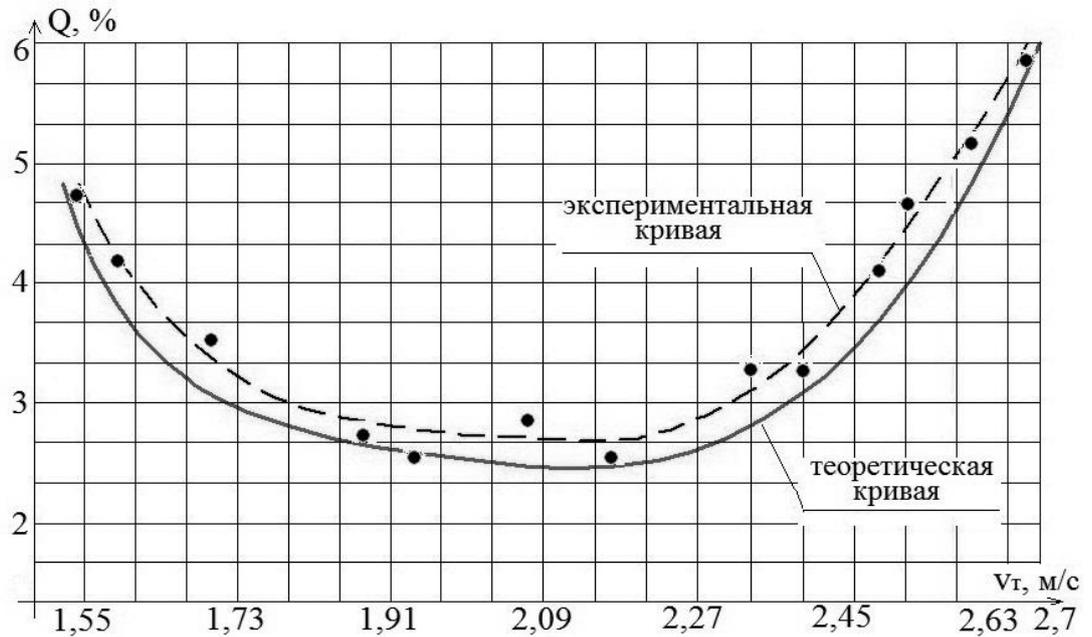


Рисунок 4.11 – Зависимость потерь за жаткой от скорости движения транспортера при рабочей скорости агрегата 1,6-2,75 м/с

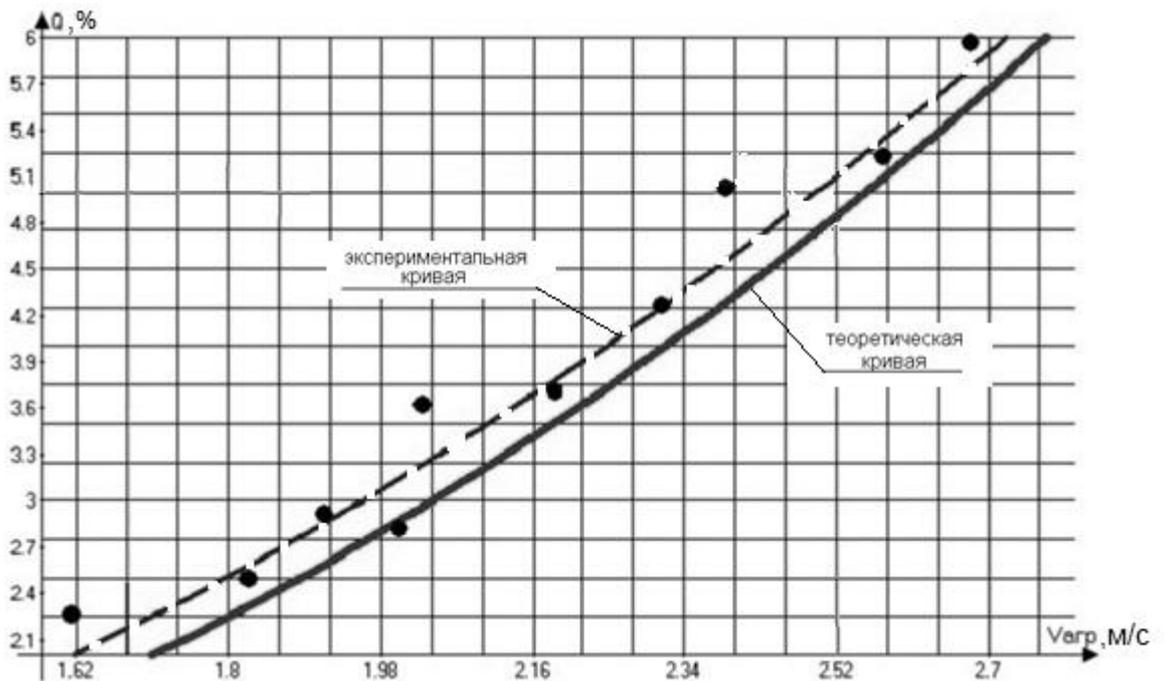


Рисунок 4.12 – Зависимость потерь зерна за жаткой от рабочей скорости агрегата при скорости движения транспортера 1,6-2,7 м/с

Из графиков видно, что потери зерна достигают максимально допустимого значения при установленной экспериментально скорости движения транспортёра, равной 2,55 м/с. Данное значение незначительно меньше, чем полученное при теоретических исследованиях. Эта разница объясняется следующим образом:

– при теоретических исследованиях агротехнические характеристики убираемых культур принимались условно, исходя из средних значений данных за последние 5 лет по территориальной зоне, в которой планировалось проведение экспериментально-полевых исследований;

– при проведении теоретических исследований не могло быть учтено влияние погодных условий, имеющих место непосредственно во время эксперимента и, соответственно, принимавшееся условно;

– неполным соответствием выбранных при теоретических исследованиях режимов работы мотвила жатки и рабочей скорости агрегата (в теоретических исследованиях значения окружной скорости планки мотвила принимались постоянными в течение некоторого интервала времени).

Некоторые скачки в распределении точек экспериментального графика объясняются влиянием режимов функционирования основных узлов жатки. При проведении теоретических исследований значения этих показателей принимались в конкретно взятых интервалах или в виде постоянных значений, которые являлись наиболее возможными. В частности, в теоретических исследованиях рабочие скорости агрегата задавались и считались постоянными в течение некоторого интервала времени, что невозможно с точностью выполнить во время проведения экспериментальных исследований.

Из графиков, зависимости потерь зерна от рабочей скорости агрегата также видно некоторое расхождение экспериментальных и теоретических данных. Причины данной разницы аналогичны указанным при рассмотрении рисунка зависимости потерь зерна от скорости движения транспортёра.

Следует также отметить некоторые особенности сравнения результатов теоретических и экспериментальных исследований, характерные как рисунку 4.11, так и 4.12. Фактические значения рабочей скорости агрегата и скорости движения транспортера в моменты достижения максимально допустимого уровня потерь зерна незначительно меньше значений, полученных теоретически. Помимо вышеназванных названных причин этого факта, связанных с режимами работы узлов жатки, стоит отметить, что в полевых условиях жатка и ее узлы испытывают влияние вибраций и колебаний, возникающих при функционировании любой техники, что не было учтено в теоретических исследованиях. Несмотря на ряд неточностей и некоторых расхождений, разброс значений экспериментальных данных на обоих графиках не является значительным и может аппроксимироваться линиями, которые сопоставимы с графиками, полученными в результате теоретических исследований. Другими словами, сравнение графиков зависимости потерь за жаткой от рабочей скорости агрегата и от скорости движения транспортёра, показывают, что данные, полученные при теоретических исследованиях, соответствуют данным, полученным экспериментально.

Продолжение проведения экспериментальных исследований после достижения допустимого порога потерь проводилось в связи с тем, что в условиях реальной работы потери за валковыми жатками часто превышают допустимые, но, несмотря на это, уборочный процесс осуществляется. Исходя из вышеизложенного, нами рассматривалось изменения уровня потерь и за пределами допустимых областей. В результате было установлено, что теоретические и экспериментальные данные сходимы и при превышении допустимых потерь зерна, что также подтверждает достоверность полученных нами результатов исследования.

Результаты исследований потерь при подборе и обмолоте и данные по повреждению зерна при обмолоте приведены в приложении Ц. Сравнительные данные по потерям за экспериментальной жаткой и базовой (ЖВР-10) приведены в приложении Щ.

4.2 Результаты исследования устойчивости снежного слоя на стерневых кулисах

Исследование устойчивости снежного слоя на стерневых кулисах включало изучение просвета под снегом на кулисах и определение осадки снежного слоя относительно первого замера, проводившегося на десятый день после выпадения снежных осадков.

Средняя величина просвета под снежным слоем при первом замере составила 18,4; 19,8; 23,5; 21; 19,3 см.

Средняя величина просвета под снежным слоем при последнем замере (через пять суток после оттепели по данным метеослужб) составляла 15,5; 17,1; 17,9; 17,3; 15,9 см.

Осадку снежного слоя происходила сравнительно равномерно.

Профиль разреза снежного слоя на экспериментальных стерневых кулисах по ширине полосы показан на рисунке 4.13. Из рисунка видно, что слой снега располагается на кулисах сравнительно равномерно, большее западание слоя на одной стороне полосы стерневых кулис при последнем замере объясняется тем, что данная часть была более подвержена действию солнечных лучей («солнечная сторона»).

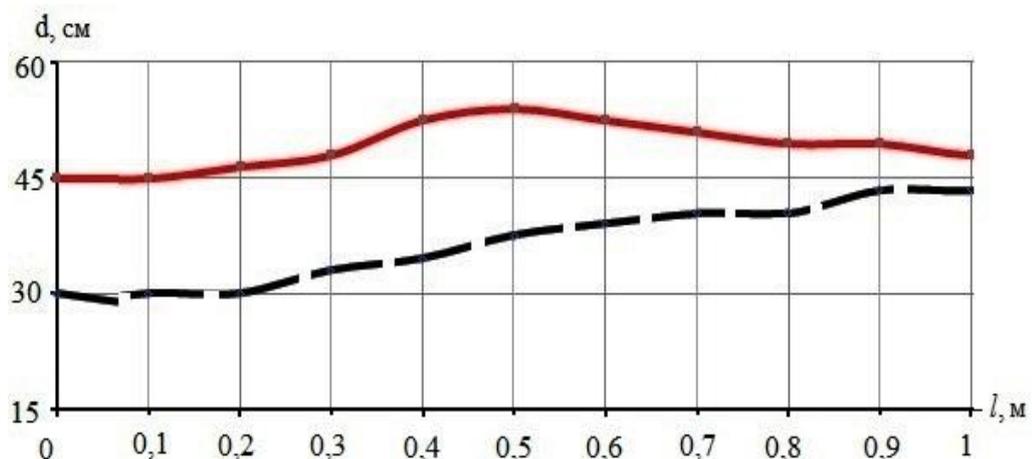


Рисунок 4.13 – Профиль разреза снежного слоя на экспериментальных кулисах по ширине полосы: — при первом замере; - - - при последнем замере (через пять суток после оттепели по данным метеослужб)

Динамика изменения коэффициента осадки при всех замерах приведена в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Изменение коэффициента осадки снежного слоя на стерневых кулисах с течением времени.

№ замера	Коэффициент осадки снежного слоя $\theta, \%$					
	Точка контроль ного замера №1	Точка контроль ного замера №2	Точка контроль ного замера №3	Точка контроль ного замера №4	Точка контроль ного замера №5	Среднее значение коэффициен та осадки
1	0	0	0	0	0	0
2	7	4	11	12	1,5	7,1
3	11,3	9,2	9	8	2,5	8
4	4	3,7	3,9	6	4,1	4,43
5	8	5,6	6,7	3	6,4	5,94
6	24,6	21	19,2	17,3	20,3	20,48

Данные свидетельствуют о том, что коэффициент осадки второго и третьего замера превышает коэффициенты 4-го и 5-го замеров. Это связано с тем, что снег в первые два месяца лежки более рыхлый, чем в дальнейшем. Резкое возрастание коэффициента при шестом замере связано с началом оттепели.

Равномерное распределение коэффициента осадки во всех точках замеров при каждом замере свидетельствует о том, что экспериментальные стерневые кулисы обеспечивают равномерность снегозадержания, которая сохраняется в процессе лежки снега и при начале его таяния [60, 100]. Соответственно, стерневые кулисы, созданные с помощью предлагаемого устройства для их образования, установленного на порционной жатке, обеспечивают качественное снегозадержание и применение данного устройства целесообразно.

Также экспериментально-полевые исследования показали, что оставленные после работы жатки стерневые кулисы обеспечивают накопление снега высотой 45-50 см, вследствие чего запасы влаги в почве в начале весны на поле с кулисами в 1,8-3 раза больше. На фоне стерневых кулис было получено увеличение урожайности в среднем на 26%.

Результаты экспериментальных исследований, сопутствующих основным, и сравнительные исследования серийной жатки и экспериментальной, приведены в приложениях Ф, Х, Ш.

Выводы по главе

1. По результатам многофакторного эксперимента было получено уравнение регрессии, описывающее зависимость общих потерь зерна за жаткой (%) от рабочей скорости агрегата, числа оборотов кривошипа режущего аппарата, окружной скорости планки мотовила и скорости ленточного транспортера жатки. Проведенная проверка полученной регрессионной модели показала, что она является адекватной.

2. Установлено, что результаты экспериментальных и теоретических исследований имеют высокую степень сходимости.

3. Проведенные экспериментально-полевые исследования показали, что экспериментальные стерневые кулисы обеспечивают равномерность снегозадержания, которая сохраняется в процессе лежки снега и при начале его таяния, т.е. обеспечивают качественное снегозадержание.

4. Выяснено, что сформированные жаткой стерневые кулисы обеспечивают накопление снега высотой 45-50 см, что увеличивает запасы влаги в почве в начале весны в 1,8-2,3 раза. На фоне стерневых кулис было получено увеличение урожайности в среднем на 26%.

5. Экономическая эффективность применения порционной жатки

Экономическая эффективность использования результатов НИР, изобретений, новых технологий и сельскохозяйственной техники определяется по их влиянию на улучшение конечных показателей сельскохозяйственного производства [60, 110]. Главным образом, на прирост прибыли за счет повышения урожайности культур, улучшения качества продукции, сокращения затрат труда и снижения себестоимости производства продукции и получаемый в хозяйствах годовой экономической эффект.

Экономическую эффективность новых технологий и техники устанавливают путем оценки размера экономического эффекта по новому варианту в сравнении с базовым. [57, 110]

Согласно Гост Р 53056-2008 «Техника сельскохозяйственная. Методы экономической оценки», если новая машина предназначена для замены конкретной другой машины, то экономическая оценка проводится в сравнении с заменяемой машиной. В качестве базы сравнения принята наиболее распространенная жатка ЖВР-10. Сравнительные испытания жаток проведены в одно и то же время, на одном поле, по одной методике и поэтому позволяют судить об эффективности той или иной жатки. Также проводился сравнительный анализ экспериментальной жатки и жатки, разработанной КазНИИМЭСХ совместно с ВНИИЗХ и СибНИИСХОЗ [19]. Это было связано с тем, что обе жатки предназначены для раздельной уборки и оснащены устройствами для формирования стерневых кулис, различными по конструкции, а базовые модели серийных жаток такими устройствами не оснащаются. Ввиду отсутствия возможности проведения совместных испытаний машин, используемые данные по жатке КазНИИМЭСХ/СибНИИСХОЗ были взяты в соответствии с работой [60].

Годовой экономический эффект новой техники (изобретений и рационализаторских предложений) представляет собой суммарную экономию всех производственных ресурсов (живого труда, материалов, капитальных вложений), которую получает народное хозяйство в результате производства и использования новой техники и которая, в конечном счете, выражается в увеличении национального дохода.

Исходные данные для определения экономической эффективности приведены в приложении Э.

При учете всего комплекса факторов годовой экономический эффект [110] от использования порционной жатки с устройством образования стерневых кулис определяют по формуле:

$$\mathcal{E} = \left(\frac{Ц_H \cdot A_H - C_H^A}{A_H} - \frac{Ц_B \cdot A_B - C_B^A}{A_B} \right) \cdot A_H, \quad (5.1)$$

где C_H^A , C_B^A – себестоимость производства всей продукции по новому и базовому вариантам, руб.;

$Ц_H$, $Ц_B$ – стоимость единицы продукции в новом и базовом вариантах, руб.;

A_H , A_B – годовой объем произведенной продукции по новому и базовому вариантам, т.

По экономии приведенных затрат и с учетом прироста валового объема продукции, в соответствии с Гост Р 53056-2008, годовой экономический эффект от применения валковой порционной жатки рассчитывают по формуле:

$$\mathcal{E} = [(C_B + E_H \cdot K_B) - (C_H + E_H \cdot K_H) + (Ц_H - Ц_B)] \cdot A_H, \quad (5.2)$$

где C_B , C_H – себестоимость единицы продукции по базовому и новому вариантам, руб.;

$E_H = 0,15$ – нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений;

K_B, K_H – удельные (в расчете на единицу продукции) капитальные вложения в базовом и новом вариантах, руб.

Издержки производства по базовому и новому вариантам определяются по формуле [57]:

$$C = \Pi_3 + K_3, \quad (5.3)$$

где Π_3 – прямые затраты, руб.;

K_3 – косвенные затраты, руб.

Прямые (эксплуатационные) затраты определяются по формуле:

$$\Pi_3 = 3 + A + P + C_T, \quad (5.4)$$

где 3 – оплата труда механизаторов за выполнение единицы работы, руб.;

A – амортизационные отчисления на эксплуатацию машин (реновацию), руб.;

P – затраты на техническое обслуживание и ремонт (отчисления в ремонтный фонд), руб.;

C_T – стоимость ГСМ, руб.

Результаты расчета эксплуатационных затрат [58] представлены в таблицах 3, 6 (приложение Э).

Составляющие прямых затрат определяются по следующим формулам:

$$3 = \frac{T_3 \cdot K_{\Pi} \cdot K_H}{W}; \quad (5.5)$$

$$A = \frac{B \cdot a}{T_{ГОД} \cdot W \cdot 100}; \quad (5.6)$$

$$P = \frac{B \cdot a_T}{T_{ГОД} \cdot W \cdot 100}; \quad (5.7)$$

$$C_G = G \cdot Ц_G, \quad (5.8)$$

где T_3 – часовая тарифная ставка в соответствии с тарифной сеткой, руб.;

$\kappa_H=1,9$ – коэффициент, учитывающий надбавки, доплаты и премии (классность, стаж, качество работы, уральские, доплата за продукцию и т.д.);

$\kappa_H=1,35$ – коэффициент, учитывающий начисления на зарплату (отчисления в фонд медицинского страхования, фонд занятости, социального обеспечения и др.);

W – производительность агрегата, га/ч;

B – балансовая стоимость машины, руб.;

a, a_T – норма амортизационных отчислений на реновацию и соответственно норматив отчислений в ремонтный фонд, %;

$T_{год}$ – годовая загрузка машины, ч;

G – расход топлива, кг/га;

$Ц_G$ – комплексная цена топлива, руб. за 1 кг.

Косвенные затраты определяются по формуле:

$$K_3 = \kappa \cdot (3 + A + P), \quad (5.9)$$

где $\kappa = 0,15$ – коэффициент для расчета косвенных затрат.

Капитальные вложения рассчитываются по формуле:

$$K = \sum \frac{B}{T_{год} \cdot W}, \quad (5.10)$$

Стоимость единицы продукции в новом и базовом вариантах определяется по формуле [57, 110].:

$$Ц = Y \cdot C_H, \quad (5.11)$$

где Y – урожайность, ц/га;

C_{II} – закупочная цена единицы продукции в новом и базовом вариантах, руб./ц.

Срок окупаемости новой машины определяется по формуле, лет:

$$T_{ок} = \frac{B_H}{\mathcal{E}}, \quad (5.12)$$

где B_H – балансовая цена новой машины, руб.;

Балансовая цена новой машины определялась по методу сопоставимых масс по формуле:

$$B_H = B_B \cdot \frac{G_H}{G_B}, \quad (5.13)$$

где B_B – балансовая цена базовой машины, руб.;

G_B – масса базовой машины, кг;

G_H – масса новой машины, кг.

Показатели экономической эффективности применения порционной жатки с устройством образования стерневых кулис представлены в таблице 7 (приложение Э).

Ожидаемый годовой экономический эффект (в сравнении с жаткой ЖВР-10) в расчете на 1000 га составил 214,2 тыс. рублей на один агрегат. Предполагаемый срок окупаемости одной валковой порционной жатки составляет 1,4 года. Годовая прибыль от уменьшения потерь зерна 110 тыс. рублей на один агрегат.

Таким образом, новое орудие – порционная жатка с устройством образования стерневых кулис обеспечивает более высокую эффективность производства продукции растениеводства по сравнению с серийными машинами.

Выводы по главе

1. Установлено, что ожидаемый годовой экономический эффект составляет 214,2 тыс. рублей на один агрегат в расчете на 1000 га.

2. Выявлен ожидаемый срок окупаемости одной порционной жатки, составляющий 1,4 года.

3. Годовая прибыль от уменьшения потерь и повышения производительности уборочного процесса составляет 110 тыс. рублей на один агрегат

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

1. Установленная на основе теоретических и экспериментальных исследований закономерность (формула (2.37)) позволяет определять скорость транспортера в зависимости от скорости агрегата, плотности укладки хлебной массы, толщины слоя, параметров хлебостоя. Оптимальная скорость транспортера составляет 1,6-2,8 м/с.

2. Обоснована зависимость (формула (2.45)) для определения оптимальной доли площади поля под оставляемыми жаткой стерневыми кулисами с учетом высоты и густоты стеблестоя.

3. Разработана конструкция порционной жатки с устройством образования кулис (патент РФ на изобретение № 2493685). Определены оптимальные конструктивные параметры ленточного транспортера с учетом допустимых потерь: ширина ленты от края жатки до шнекового делителя – 2,21-2,24 м, в центре (от одного делителя до другого) – 1,78-1,82 м, диаметр приводного вала – 0,068-0,074 м, количество опорных роликов – 3, диаметр опор – 0,039-0,042 м, расстояние между соседними опорами – 0,358-0,366 м.

4. На основании теоретических и экспериментальных исследований устройства для образования стерневых кулис установлены оптимальные режимно-конструктивные параметры его мотовила: оптимальная частота вращения – 44-52 об/мин; окружная скорость планки – 2,88-4,38 м/с; достаточное количество планок – 5 штук, радиус – 0,38-0,49 м.

5. По результатам выполненного многофакторного эксперимента выявлены закономерности изменения параметра оптимизации (общие потери за жаткой, % – Y) от четырех управляемых факторов: рабочей скорости агрегата X_1 , числа оборотов кривошипа режущего аппарата X_2 , окружной скорости планки мотовила X_3 и скорости ленточного транспортера жатки X_4 (формула (4.1)). Установлено, что результаты экспериментальных и теоретических исследований обладают высокой сходимостью.

6. Анализ проведенных экспериментально-полевых исследований показал, что стерневые кулисы, оставляемые порционной жаткой, обеспечивают равномерность снегозадержания, которая сохраняется в процессе лежки снега и при начале его таяния. Также установлено, что образованные кулисы обеспечивают накопление снега высотой 45-50 см, что увеличивает запасы влаги в почве в начале весны в 1,8-2,3 раза. На фоне сформированных жаткой стерневых кулис было получено увеличение урожайности в среднем на 26%.

7. В ходе обоснования экономической эффективности использования порционной жатки установлено, что годовой экономический эффект от ее применения составляет 214,2 тыс. рублей на один агрегат в расчете на 1000га; ожидаемый срок окупаемости составляет 1,4 года; годовая прибыль от уменьшения потерь зерна составляет 110 тыс. рублей на один агрегат.

Литература

1. А.С. № 1012826 СССР; МКИ А 01 D 43/00. Жатка навешиваемая на наклонную камеру комбайна. Н.И. Хабрат, А.П. Пархоменко, М.И. Конопельцев и Н.П. Алехина. Заявл. 14.07.81; Оpubл. 23.04.83; Бюл. № 15.
2. А.С. № 1080778 СССР; МКИ А 01 D 30/00. Валковая жатка. Г.И. Романов. Заявл. 24.12.82; Оpubл. 23.03.84; Бюл. № 11.
3. А.С. № 1083955 СССР; МКИ А 01 D 35/00. Валковая жатка. Р.Г. Валеев и Н.Н. Гатауллин. Заявл. 02.06.82; Оpubл. 07.04.84; Бюл. № 13.
4. А.С. № 1269762 СССР; МКИ А 01 D 34/02. Жатка валковая. Д.И. Кондауров, А.И. Русанов, А.В. Авдеев, Э.В. Жалнин и Г.Г. Нахамкин. Заявл. 13.08.84; Оpubл. 15.11.86; Бюл. № 42.
5. А.С. № 1323023 СССР; МКИ А 01 D 57/18. Снопобразователь луба к машинам для уборки стебельчатых культур. А. Абдумаджидов, Т.Б. Тукубаев, Л.А. Портон и Н.Д. Пантуров. Заявл. 01.07.85; Оpubл. 15.07.87; Бюл. № 26.
6. А.С. № 1375170 СССР; МКИ А 01 D 57/18. Жатка. А.О. Айдарбеков, Ч. Жарбосинов, К.Ж. Купеншеев и Я.Л. Бронштейн. Заявл. 09.04.85; Оpubл. 23.02.88; Бюл. № 7.
7. А.С. № 722515. Валковая жатка, / Воцкий З.И.: Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки. № 11,1980. С. 11
8. А.С. № 1166712. Валковая жатка / Воцкий З.И.; Пермяков А.Ф., Воронцов Г.А. Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки. № 26, 1985. С 11
9. А.С. № 1516041 СССР; МКИ А 01 D 34/02. Жатка валковая. Д.И. Кондауров, А.И. Русанов, О.Е. Сумаруков и С.Н. Федин. Заявл. 09.04.87; Оpubл. 23.10.89; Бюл. № 39.
10. А.С. № 1524831 СССР; МКИ А 01 D 34/00. Жатка. В.М. Пучков и М.А. Харин. Заявл. 24.03.88; Оpubл. 30.11.89; Бюл. № 44.

11. А.С. № 1530127 СССР; МКИ А 01 D 34/28. Жатка. Т.Я. Новак. Заявл. 03.03.88; Оpubл. 23.12.89; Бюл. № 47.
12. А.С. № 1535446 СССР; МКИ А 01 D 57/18. Порциообразователь к машинам для лубяных культур. А. Абдукадыров, Т.Б. Тукубаев, М.А. Канивец, К. Мухиддинов и А.А. Умаров. Заявл. 27.07.87; Оpubл. 15.01.90; Бюл. № 2.
13. А.С. № 1535447 СССР; МКИ А 01 D 57/18. Жатка. А.О. Айдарбеков, К.Ж. Купеншеев и П.Н. Хромов. Заявл. 11.04.88; Оpubл. 15.01.90; Бюл. № 2.
14. А.С. № 1544259 СССР; МКИ А 01 D 47/00. Устройство для уборки сельскохозяйственных растений. Л.И. Бутенко и Н.В. Скоморощенко. Заявл. 29.02.88; Оpubл. 23.02.90; Бюл. № 7.
15. А.С. № 1563623 СССР; МКИ А 01 D 34/02. Широкозахватная жатка, фронтально навешанная на энергетические средства. Эккхард Кэнинг, Дитер Шольц, Штеффан Трапп, Мартин Шуберт, Геррит Унгер, и Фолкер Хенель. Заявл. 13.03.86; Оpubл. 15.05.90; Бюл. № 18.
16. А.С. № 1644791 СССР; МКИ А 01 D 57/20. Транспортёр жатки-накопителя. В.В. Ведерников и Д.И. Кондауров. Заявл. 03.07.89; Оpubл. 30.04.91; Бюл. № 16.
17. А.С. № 1676497 СССР; МКИ А 01 D 34/02. Жатка. В.И. Василянский и Л.К. Соколова. Заявл. 26.06.89; Оpubл. 15.09.91; Бюл. № 34.
18. А.С. № 420279 СССР; МКИ А 01 D 57/18. Порциообразователь к машинам для уборки лубяных культур. Ш.Ф. Михтахов, А. Абдукадыров, К.П. Юшин и Л.Н. Мишутина. Заявл. 10.05.72; Оpubл. 25.03.74; Бюл. № 11.
19. А.С. № 452301 СССР; МКИ А 01 D 35/02. Валковая жатка. А.Ш. Джамбуршин, М.Г. Пенкин, М.А. Шыбаев, В.А. Рикк, Н.М. Бакаев и В.Е. Ковтунов. Заявл. 18.12.72; Оpubл. 05.12.74; Бюл. № 45.
20. А.С. № 497980 СССР; МКИ А 01 D 41/14. Жатка зерноуборочного комбайна. А.П. Душенко, А.Ф. Котенко и А.А. Лях. Заявл. 03.05.73; Оpubл. 05.01.76; Бюл. № 1.

21. А.С. № 801777 СССР; МКИ А 01 D 35/00. Валковая жатка. И.К. Мещеряков, Г.В. Лебедев, В.Н.Селезнев, Ю.В. Горбачев и В.Г. Трегубов. Заявл. 17.07.79; Оpubл. 07.02.81; Бюл. № 5.
22. А.С. № 810124 СССР; МКИ А 01 D 35/00. Валковая жатка. Ю.Н. Ярмашев, Д.Л. Курцев, М.Р. Терсаков, В.Ф. Иванов и В.М. Криворучко. Заявл. 18.08.78; Оpubл. 07.03.81; Бюл. № 9.
23. А.С. № 810134 СССР; МКИ А 01 D 57/18. Порциеобразователь луба к машинам для уборки лубяных культур. Н.И. Карнаузов, А.А. Атланов и Ш.Ф. Мифтахов. Заявл. 04.05.79; Оpubл. 07.03.81; Бюл. № 9.
24. А.С. № 814295 СССР; МКИ А 01 D 35/00. Электрифицированный жатвенный агрегат. А.Т. Шаповалов, Н.Е. Епишков и С.А. Кешуов. Заявл. 03.08.79; Оpubл. 23.03.81; Бюл. № 11.
25. А.С. № 818543 СССР; МКИ А 01 D 63/00. Полевой делитель к уборочным сельскохозяйственным машинам. В.Н. Примаков, В.К. Каплиев, О.И. Солошенко, В.И. Иванцов, Н.П. Рождественский, А.Г. Карапетьян и И.Е. Журавлев. Заявл. 24.08.79; Оpubл. 07.04.81; Бюл. № 13.
26. А.С. № 835338 СССР; МКИ А 01 D 35/00. Валковая жатка. А.М. Гусев. Заявл. 03.08.79; Оpubл. 07.08.81; Бюл. № 21.
27. А.С. № 91553 СССР; МКИ А 01 D 57/00. Безмотовильное жатвенное устройство. М.А. Александров. Заявл. 11.04.50; Оpubл. 05.03.60; Бюл. № 183.
28. А.С. № 923428 СССР; МКИ А 01 D 35/00. Жатка. Ф.Ф. Кудинов, А.А. Назюта, В.К. Кумпан и А.М. Гусев. Заявл. 09.04.80; Оpubл. 30.04.82; Бюл. № 16.
29. А.С. № 936843 СССР; МКИ А 01 D 35/00. Валковая жатка. С.А. Новаков. Заявл. 12.02.81; Оpubл. 23.06.82; Бюл. № 23.
30. А.С. № 993862 СССР; МКИ А 01 D 35/00. Жатка зерноуборочного комбайна. И.Ф. Волков. Заявл. 22.05.80; Оpubл. 07.02.83; Бюл. № 5.
31. Антипин В.Г. Рациональная загрузка зерноуборочных комбайнов

- в условиях Нечерноземья.// Тракторы и сельхозмашины, № 7, 1987. с. 21-25.
32. Аппазов А.А. К расположению стеблей на платформе рядковой жатки. Труды Казахского СХИ, т. 20, вып. 2, Алма-Ата, 1977. с. 60-72.
33. Аугамбаев М., Иванов А.З, Терехов Ю.И. Основы планирования научно-исследовательского эксперимента: учебное пособие / под. ред. д. т. н., профессора Рудакова Г.М. – Ташкент: Укитувчи. – 2004. – 336 с.
34. Бабич В.А., Бабич О.В. Анализ соответствия типоразмеров жаток зональными условиями и пропускной способности молотилки комбайна.// Тракторы и сельхозмашины. № 2, 1966. с. 19-21.
35. Базаров М.К., Огородников П.И. тах информации при \min сложности методов количественного анализа (пособие начинающему исследователю). – Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН. – 2008. – 357 с.
36. Балабанов В.С., Косачев Г.Г. Нетрадиционные способы уборки: перспективы, эффективность.// Мех. и эл. с-х., № 9, 1986. с. 18-21.
37. Баранов Л.А. Методика определения оптимальной ширины захвата валковых жаток.// Мех. и эл. с. х., № 5, 1966. с.25-28.
38. Баранов Л.А. Процесс формирования валка широкозахватной жаткой ЖВН - 10.// Тракторы и сельхозмашины, № 4, 1965. с. 22-24.
39. Баранов Л.А., Сибильков А.Н., Дикарев Ю.А. Исследование условий устойчивости хлебного валка и процесса его оседания на стерне. Сб. научных работ СИМЭСХ, Саратов, 1981. с. 81-85.
40. Барилл А.В., Мещеряков В.А. Опыт раздельной уборки спаренными жатками. - М.: Сельхозиздат, 1960. – 85 с.
41. Башта Н.Е. Гидравлика. Гидропривод. М.: «Машиностроение», 1982. – 423 с..
42. Босой Е.С. Теория, конструкция и расчет сельскохозяйственных машин. -М.: Машиностроение, 1978. – 568 с.
43. Бугров А.Н. Обоснование параметров и режимов работы сплошного наклонного транспортера порционной жатки – Оренбург. – 2006.

– 134 с.

44. Будко А.И. Опыт раздельной комбайновой уборки. - М.: Сельхозиздат, 1958.-79 с.
45. Важенин А.Н. О скорости движения самоходных комбайнов на подборе валков. Сб. научных трудов ЧИМЭСХ. 1964. Вып. 14. с. 221-228
46. Важенин А.Н., Романов Г.И. Количество и толщина слоев стеблей на транспортере жатки. Сб. научных трудов ЧИМЭСХ. 1974. Вып. 73. с. 43-64.
47. Василевич М.Г. К вопросу уборки низкорослых хлебов раздельным способом.// Тракторы и сельхозмашины, № 6, 1960. с. 30-33.
48. Веденяпин Г.В. Общая методика экспериментального исследования и обработка опытных данных. – М.: Колос. – 1973. – 199 с.
49. Вольф Т.Т., Чепурин Г.Е., Коротких В.Р. Резервы повышения производительности зерноуборочных комбайнов. Сб. научных трудов Сиб. отд. ВАСХНИЛ. - Новосибирск, 1980. с. 39-45.
50. Воцкий З.И. Классификация и анализ способов формирования хлебных валков. Труды ЧИМЭСХ. 1979. Вып. 151. с. 4-12.
51. Воцкий З.И., Пермяков А.Ф. Температурный режим и связность широкополосных валков. Труды ЧИМЭСХ. 1981. Вып. 168. с. 4-11.
52. Воцкий З.И., Четыркин Б.Н. Уборка семенных участков зерновых культур комбайнами двухфазного обмолота. - М.: Россельхозиздат, 1974. – 101 с.
53. Голотин М.М. Исследование работы серийных валковых жаток в орошаемом земледелии. Труды Кишиневского СХИ, 1977. Т. 84. с. 91-95.
54. Горшков Н.И. Исследование работы безлафетной жатки ЖБ – 4,6 на повышенных скоростях. Повышение скорости машинно-тракторных агрегатов. - М. 1961. с. 29-34.
55. ГОСТ 28301-2007 - действующий. Комбайны зерноуборочные. Методы испытаний ГОСТ 13586. 2-83. Зерно. Методы определения содержания сорной, зерновой, особо учитываемых примесей, мелких зерен и

крупности. - М.: Стандарт. 2010 .с. 39.

56. ГОСТ 20915-75. Сельскохозяйственная техника. Методы определения условий испытаний. - М.: Стандарт. 1988. с. 34

57. ГОСТ 23728-88, ГОСТ 23729-88, ГОСТ 23730-88. Техника сельскохозяйственная. Методы экономической оценки. - М.: Стандарт. 1989.

58. ГОСТ 24055-88. Техника сельскохозяйственная. Методы эксплуатационно-технологической оценки. - М.: Стандарт. 1988. с. 14.

59. Грачев Ю.П. Математические методы планирования экспериментов. - М.: Пищевая промышленность, 1979. – 199 с.

60. Джамбуршин А.Ш. “Колосоуборочные машины и механизмы”. Алма-Ата, «Кайнар», 1977. – 152 с.

61. Дзюбло А.Ф. Совершенствование технологии раздельной уборки.// Сельское хоз-во Северного Кавказа., № 6. - с. 30-32.

62. Докина Э.Е., Федосеев П.Н. Исследование зерна в колосе. Труды СибНИИМЭСХ. 1970. Вып. 42, т. 1. - с. 112-119.

63. Дорофеев А. Л., Кудинов Ф.Ф., Овечко В.В. К обоснованию работы жатки ЖВН-6 на повышенных скоростях. Труды УСХА. 1997. Вып. 141. - с. 32-34.

64. Дорофеев В.Н., Семенов В.Ф. и др. К вопросу об оптимальных параметрах валка и типоразмеров валковых жаток для условий Предбайкалья. Совершенствование технологических процессов и системы машин для зон Западной и Восточной Сибири: Материалы зон. научн. - произв. конф. - СибИМЭ. - Новосибирск, 1968. - с. 210-215.

65. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5 изд. доп. и перераб. / М.: Агропромиздат. – 1985. – 351 с.

66. Драйпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. - М.: Статистика, 1970.

67. Дрига А.И., Дрок А.И. Снижение потерь зерновых, зернобобовых и других культур. Сб. научн. трудов УСХА. Киев, 1985. с. 115-116.

68. Дьячков В.К. Машины непрерывного транспорта. / В.К. Дьячков // М.: Издательство «Машгиз», 1961. – 352 с.
69. Емцев Б.Т. Техническая гидромеханика. М.: Машиностроение, 1978.
70. Жалнин Э. В., Савченко А. Н. Технологии уборки зерновых комбайновыми агрегатами. - М.: Россельхозиздат, 1985. - 207 с., ил.
71. Жук Я.М. Двух- и трехфазная уборка зерновых культур. - М.: Сельхозиздат., 1961. - 94с.
72. Жук Я.М. Некоторые вопросы механизации отдельной уборки хлебов.// Мех. и эл. с. х., № 3, 1958. с. 1-7.
73. Завалишин Ф.С., Мацнев М.Г. Методы исследований по механизации сельскохозяйственного производства. - М.: Колос, 1982. - 231с.
74. Иванцов В.И., Солошенко О.И. Валковые жатки. - М.: Машиностроение, 1984. -200 с.
75. Иванченко П.Г. Совершенствование зерноуборочного процесса на основе фронтальной жатки-накопителя. Дис. ... канд. техн. наук. – Оренбург. – 2005. – 152 с.
76. Карлов М.Е. Устойчивость хлебного вала.// Мех. и эл. с. х., № 8, 1977. с. 10-12.
77. Карпенко А.Н. Сельскохозяйственные машины / А.Н. Карпенко, В.М. Халанский // М.: «Колос», 1983. – 495 с.
78. Коваль П.В. Гидравлика и гидропривод машин. М.: «Машиностроение», 1979. – 320 с.
79. Колтушкин И. С. Теоретические предпосылки валкообразования при отдельной уборке хлебов.// Вест. с.х. науки, № 7, 1962. с. 15-22.
80. Колтушкин И.С. Жатки для укладки хлебных стеблей в полусатровый валок.// Вест. с. х. науки, № 8, 1961. с. 32-35.
81. Кондауров Д.И. Пути решения проблемы загрузки зерноуборочных комбайнов. Повышение производительности и качества работы зерноуборочных и зерноочистительных машин. - Челябинск, 1985. с.

8-13.

82. Кононенко А. Ф., Каменской А. С. Автоматизированное управление уборкой сельскохозяйственных культур. - М.: Россельхозиздат, 1984. - 120 с., ил.

83. Кондрашов А.Н. Обоснование параметров и режимов работы шнекового делителя и выгрузного окна порционной жатки. Дис. ... канд. техн. наук. – Оренбург. – 2005. – 173 с.

84. Константинов М.М. К вопросу обоснования параметров хлебного вала. Труды ЧИМЭСХ. Вып. 37. 1974. с. 41-42.

85. Константинов М.М. О величине оптимальной мощности вала при уборке зерновых колосовых культур. Труды ЧИМЭСХ. Вып. 77. 1974. с. 53-56

86. Константинов М.М., Глушков И.Н., Кондрашов А.Н. Обоснование параметров ленточного транспортера валковой порционной жатки в период выгрузки порции. Агроинженерная наука – сельскохозяйственному производству, Сборник докладов международной научно-практической конференции, посвященной 50-летию ЦелинНИИМЭСХ. Ч. 2 – р. Казахстан, Костанай. 2012. с. 60-64.

87. Константинов М.М., Глушков И.Н., Пашинин С.С. Обеспечение процесса снегозадержания с использованием валковой порционной жатки с устройством образования стерневых кулис // Известия ОГАУ. 2012. №6.

88. Константинов М.М., Горячев С.В., Морозов Е.Ю. Обоснование параметров стерни для формирования валков большой мощности. Труды сотрудников и преподавателей факультета механизации сельского хозяйства. Т. 3 - Оренбург. 1999. с. 46-47.

89. Константинов М.М., Кондрашов А.Н., Глушков И.Н. и др. Методика расчета и обоснования параметров ленточного транспортера порционной жатки // Известия ОГАУ. 2012. №2.

90. Константинов М.М., Нуралин Б.Н., Глушков И.Н. и др. Обоснование параметров транспортера порционной жатки // Вестник

КрасГАУ. 2011. №12.

91. Королев К.Н. Исследование процесса образования хлебного валка скоростной жаткой. Труды Саратовского СХИ. Вып. 42. 1987. с. 72-78.

92. Королев К.Н. Улучшение технологического процесса образования хлебного валка.// Мех. и эл. с. х., №7, 1968. с. 17-19.

93. Корреляционный анализ. Программа. Зарегистрирована в университетском фонде алгоритмов и программ ОГУ от 29.01.1992 - №5 - Оренбург-1992.

94. Крамаренко Л.П. Уборочные машины. Теория, конструкция и расчет. -Харьков - Киев: ГОСНИТИ, 1935. – 335 с.

95. Краснощеков Н.В. “Отчет Сибирского научно-исследовательского института сельского хозяйства за 1971-1972 гг.”. Омск, 1972.

96. Красовский Г.И., Филаретов Г.Ф. Планирование эксперимента. – Минск: Издательство БГУ им. В.И. Ленина. – 1982. – 303 с.

97. Кузьмин А.В., Справочник по расчетам механизмов подъемно-транспортных машин. / А.В. Кузьмин, Ф.Л. Марон // М.: Гостехиздат, 1983. – 351 с.

98. Кутепов Б.П., Назмутдинов У.А., Иванова В.Н. Результаты исследования производительности и качества работы зерноуборочных комбайнов в условиях Челябинской области. Совершенствование способов уборки и послеуборочной обработки зерна. Труды ЧИМЭСХ. Вып. 151. 1979. с. 27-30.

99. Лавров А.А. Выбор рационального приема раздельной уборки хлебов в зоне повышенного увлажнения. Труды ВИСХОМ. Вып. 57. 1969. с. 188-221.

100. Летошнев М.Н. Сельскохозяйственные машины. Изд. 3. - М.: Сельхозгиз, 1955. – 764 с.

101. Листопад Г.Е. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины / Г.Е. Листопад, А.Н. Семенов, Г.К. Демидов, Б.Д. Зонов, А.П. Сапунков, В.А.

Селиванов // М.: «Колос», 1976. – 751 с.

102. Лубнин М.Г. Влияние агрометеорологических условий на работу сельскохозяйственных машин и орудий. Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 117 с.

103. Лукиных Г.Ф., Колганов К.Г. Исследование влияния распределения хлебной массы в валке на качественные показатели работы молотильного аппарата. Труды ЧИМЭСХ. Вып. 62. 1973. с. 32-37.

104. Лукиных Г.Ф., Колганов К.Г. К неравномерности загрузки рабочих органов по ширине молотилки. Труды ЧИМЭСХ. Вып. 48. 1970. с. 52-60.

105. Макаров В.Н., Орлов Н.Н. Раздельный способ комбайновой уборки в Иркутской области. Раздельная уборка. - Иркутск, 1997. с. 5-26.

106. Максимчук В.А. Влияние неравномерности загрузки по ширине молотилки на качественные показатели работы комбайна. Труды ЧИМЭСХ. Вып. 48. 1970 с. 136-140.

107. Машины для уборки и обработки зерновых культур. Теория, конструкция, расчет. М.: Машиностроение, 1964.

108. Медведев А.Ф. О закономерностях движения хлебной массы на платформе валковых жаток. Совершенствование технологии уборки зерновых культур в условиях Сибири: Материалы научно-производственной конф. – Новосибирск, 1969. с. 72-78.

109. Мельников С.В., Алешкин В.Р., Роцин П.М. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов. - Л.: Колос, 1972. - 200 с.

110. Методика определения экономической эффективности использования в сельском хозяйстве результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, новой техники, изобретений и рационализаторских предложений. Под рук. Академика ВАСХНИЛ Г.М. Лозы. - М.: Россельхозиздат, 1984. - 104 с.

111. Методические указания. Методика выбора и оптимизации контролируемых параметров технологических процессов. - М.: Издательство

стандартов, 1978.- с. 63.

112. Мещеряков В.А., Недовесов В.И. Исследование скоростных жатвенных машин. Сборник работ по мех. и эл. с.х. производства. ВНИИМЭСХ - Ростов-на-Дону. Вып. 10. 1967. с. 143-153.

113. Мещеряков В.А., Недовесов В.И., Филатов Н.В. Исследование устойчивости валка на стерне и некоторых приемов повышения его качества при формировании жатками. Труды ВНИИМЭСХ. - Ростов-на-Дону. Вып. 6. 1963. с. 44-50.

114. Милованов Е.Д. Прокосная жатка для образования сдвоенных и строенных валков. Труды Саратовского ИМСХ. Вып. 22.1961. с. 35-38.

115. Милованов Е.Д. Технология образования хлебного валка одноручьевыми и двухручьевыми жатками. Комплексная мех. уборки, послеуборочной обработки колосовых, кукурузы и зерновых культур. - М., 1963. с. 239-250.

116. Миронов А.А. Просыхание хлебной массы в валках разных размеров.// Сельское хозяйство Сибири, № 9, 1962. с. 70-72.

117. Михайлов М.В., Радченко С.Я., Четыркин Б.Н. Резервы повышения пропускной способности зерноуборочных комбайнов. Труды ЧИМЭСХ. Вып. 48.1970. с. 13-21.

118. Моисеенко О.В. Исследование параметров и режимов работы приспособления для образования стерневых кулис. – Челябинск. – 2008. – 132 с.

119. Недовесов В.И. Предпосылки управляемости технологическим процессом формирования тонкослойного хлебного валка.// Вопросы мех. и эл. с. х. производства. ВНИИМЭСХ, Ростов-на-Дону, 1969, вып. 12. с. 120-132.

120. Недовесов В.И. Управление процессом формирования хлебных валков.// Мех. и эл. с. х., № 6, 1971. с. 22-26.

121. Недовесов В.И., Орехов А.В. К определению ширины и формы выгрузного окна валковой жатки. Труды ВНИИМЭСХ. Вып. 16. - зерноград,

1972. с. 190-200.

122. Николаев П.А. Некоторые теоретические основы проектирования валковых жаток.// Тракторы и сельхозмашины, № 11, 1960. с. 26-29.

123. Окунев Г.А., Бутко В.Н., Ловчиков В.П. Пути снижения потерь урожая зерновых культур. Совершенствование комплексной механизации целинного земледелия. Алма-Ата, 1994, с. 138-148.

124. Оматов А.Ф. К обоснованию параметров и типа валковых жаток.// Тракторы и сельхозмашины, № 1, 1974. с. 21-22.

125. Оматов А.Ф., Пугачев А.Н. О влиянии различных факторов на производительность зерноуборочных комбайнов.// Мех. и эл. с.х., № 9, 1982. с. 16-19.

126. Орехов А.В, Улучшение структуры хлебного валка. Совершенствование технологических процессов уборки зерновых культур в сложных условиях Сибири. Научн. - техн. бюллетень. Вып. 37. - Новосибирск. 1981. с. 26-27.

127. Орехов Н.И., Михлин Е.А., Тарасенко А.П. Работа рядковых жаток на повышенных скоростях.// Тракторы и сельхозмашины, № 10, 1963. с. 25-27.

128. Орманджи К.С. Уборка колосовых культур в сложных условиях. М.: Россельхозиздат, 1985. – 144 с.

129. Орманджи К.С., Барабаш Г.И. Уборка зерновых колосовых культур. Выбор способа и определение сроков уборки.// Техн. в сельском хозяйстве, № 6,1978. с. 7-14.

130. ОСТ 70. 8. 1 - 70 Машины зерноуборочные. Программа и методы испытаний. Москва, 1970. с. 83

131. ОСТ 10. 8. 1 - 99 Испытания сельскохозяйственной техники. МАШИНЫ ЗЕРНОУБОРОЧНЫЕ. Методы оценки функциональных показателей. - М.: Стандарт. 1999. - с. 120.

132. Патент на изобретение № 2138150 МПК А01D34/00 Валковая жатка/ Константнов М.М., Горячев С.В., Моргунов А.Г. – 27.09.1999.

133. Патент на изобретение № 2212780 МПК А01D69/00,34/00 Валковая жатка/ Константинов М.М., Бугров А.Н., Павленко В.А., Морозов Е.Ю.
134. Патент РФ на способ № 2080757, МПК А01В79/02 Способ возделывания зерновых культур / А.А. Щербаков, А.Н. Золотарев, С.У. Аскарлов, П.А. Шабанов – 10.06.1997.
135. Пенкин М. Г. Новые технологии уборки зерновых культур.- Алма-Ата: Кайнар, 1988. - 280 с.
136. Пенязев О.А., Русаков А.И. Тенденции интенсификации основных параметров зерноуборочных комбайнов.// Тракторы и сельхозмашины, №6, 1985. с. 25-29.
137. Пермяков А.Ф. Исследование структуры хлебного валка и изменения в нем влажности хлебной массы. Труды ЧИМЭСХ. Вып. 164. 1980. с. 43-53.
138. Пермяков А.Ф. Исследование широкополосного хлебного валка применительно к лесостепной зоне Южного Урала. Труды ЧИМЭСХ. Вып. 134.1978. с. 12-16.
139. Пермяков А.Ф. Результаты исследований динамики сушки хлебной массы в широкополосных валках. Труды ЧИМЭСХ. Вып. 151. 1979. с. 13-16.
140. Портнов Н.Н. Зерноуборочные комбайны. - М., Агропромиздат, 1983. -304 с.
141. Процеров А.В. Погода и уборка комбайном зерновых культур. Л.: Гидрометеоиздат, 1962. – 68 с.
142. Пугачев А.Н. Контроль качества уборки зерновых культур. М.: Колос, 1980. – 255 с.
143. Риков О.Н. Теория вычислительного эксперимента. М.: Знание, 1987.
144. Романов Г.И. Влияние воздушной среды на движущие стебли. Ж. Мех. и эл. с. х., № 1, 1979. С. 44-45

145. Рубанов И.А., Михайлов Н.Н., Тимохина Л.А. Методические указания по применению математических методов планирования эксперимента в сельском хозяйстве. - М.: Колос, 1973. – 40 с.
146. Руководящий технический материал. Основы планирования эксперимента в сельскохозяйственных машинах. РТМ. 23.2.36-78.-М.: 1974. – 116 с.
147. Русанов А.И. Основные тенденции и проблемы развития зерноуборочных комбайнов.// Тракторы и сельхозмашины, № 8, 1988. с. 21-25.
148. Рушев А.Ф. О распределении растительной массы, по ширине у валков зерновых колосовых культур. Труды ВИСХОМ. Вып. 57. - М., 1969. с. 40-45.
149. Смагин Н.К., Боровинских Н.П. Жесткость широкополосных валков. Повышение производительности и качества работы зерноуборочных и зерноочистительных машин. -Челябинск, 1989. с. 15-23.
150. Терсков Г.Д. Расчёт зерноуборочных машин. – Свердловск, 1961. с. 215.
151. Федосеев П.Н. Уборка зерновых культур в районах повышенной влажности. М.: Колос, 1969. – 175 с.
152. Федосеев П.Н., Кузнецов А.В., Чепурин Г.Е., Технология валкообразования для условий повышенного увлажнения. Совершенствование технологических процессов и системы машин для Западной и Восточной Сибири: Материалы научно-производ. конф. - Новосибирск, 1968 с. 159-164.
153. Фиделев А. С. Подъемно-транспортные машины. Киев: Вища школа, 1976. – 219 с.
154. Цегельник А.П. Влияние динамического фактора сходящего с транспортера потока хлебной массы на устойчивость стерни. Технол. и техн. обеспечение уборки зерновых и зернобобовых культур в Сибири и на Дальнем Востоке. - Новосибирск, 1987. с. 52-62.

155. Чепурин Г.Е. Обоснование параметров тонкослойного валка для лесостепной зоны западной Сибири. Труды ЧИМЭСХ, вып. 35, Челябинск, 1967.
156. Чепурин Г.Е. Факторы, определяющие устойчивое положение хлебного валка на стерне. Совершенствование технологии уборки зерновых культур в условиях Сибири: Материалы научно-произв. конф. - Новосибирск, 1969. с. 68-72.
157. Экснер Х., Фрейтаг Р., Д-р Гайс Х. и др. Гидропривод. Основы и компоненты / Учебный курс по гидравлике, т. 1, издание 2 (на русском языке / Германия, г. Эрбах: «Бош Рексрот АГ. Сервис. Автоматизация. Дидактика», 2003. – 323 с.
158. Яценко В.А. Уборка зерновых в сложных условиях. (3-е изд., перераб. И доп.). М., «Колос», 1977. 272 с. с ил.
159. Wojse D.S. A deterministic combine harvester cost model. J agr. Engg. Res. №3.с.12-14.
160. Fischer F. Grossmaschinen wirtschaftlich eingesetzt - landmaschinenmarkt. Jg 51, №17, 1972. с. 18-21.
161. Wagner O. Mandruslh mit dem Rechenstift - lohnun temehmen in Land Forstwirtschaft. Jg 27, № 8, 1972. с. 7 - 12.

ПРИЛОЖЕНИЯ

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2493685

ВАЛКОВАЯ ПОРЦИОННАЯ ЖАТКА С УСТРОЙСТВОМ
ОБРАЗОВАНИЯ СТЕРНЕВЫХ КУЛИС

Патентообладатель(ли): *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Оренбургский государственный аграрный университет" (RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2012111388

Приоритет изобретения 23 марта 2012 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации 27 сентября 2013 г.

Срок действия патента истекает 23 марта 2032 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Б.П. Симонов



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 493 685** ⁽¹³⁾ **C1**

(51) МПК
A01D 34/04 (2006.01)
A01D 57/18 (2006.01)

(12) ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21)(22) Заявка: 2012111388/13, 23.03.2012

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
23.03.2012

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 23.03.2012

(45) Опубликовано: 27.09.2013 Бюл. № 27

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 2138150 C1, 27.09.1999. SU 452301 A1,
05.12.1974. SU 331771 A1, 14.03.1972. RU 99683
U1, 27.11.2010. SU 1215635 A1, 07.03.1986.

Адрес для переписки:

460014, г.Оренбург, ул. Челюскинцев, 18,
ФГБОУ ВПО ОГАУ

(72) Автор(ы):

Константинов Михаил Маерович (RU),
Глушков Иван Николаевич (RU),
Кондрашов Алексей Николаевич (RU),
Пашинин Сергей Сергеевич (RU),
Сабилов Ильдар Рафаилович (RU)

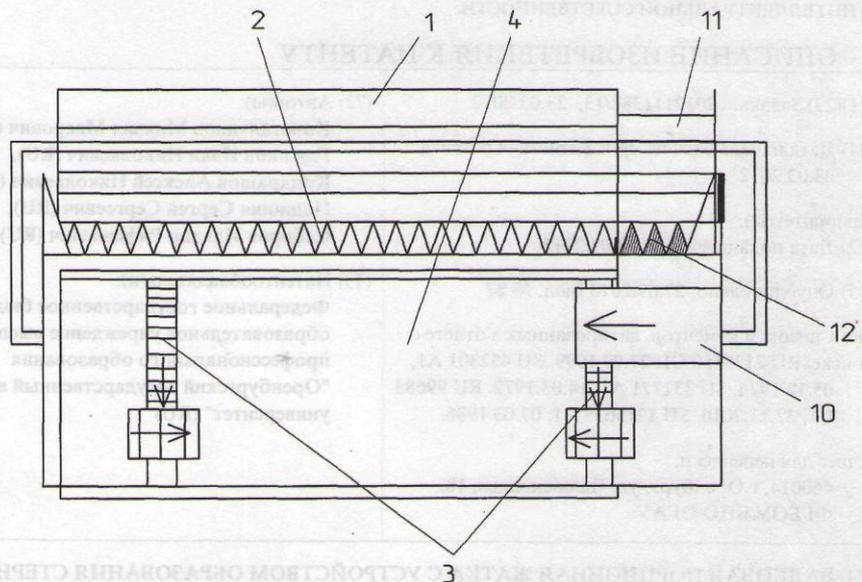
(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования
"Оренбургский государственный аграрный
университет" (RU)

(54) ВАЛКОВАЯ ПОРЦИОННАЯ ЖАТКА С УСТРОЙСТВОМ ОБРАЗОВАНИЯ СТЕРНЕВЫХ КУЛИС**(57) Формула изобретения**

Валковая порционная жатка с устройством образования стерневых кулис, включающая основное мотовило, основной режущий аппарат, транспортер, устройства отвода скошенной массы от колес и заслонку с механизмом подъема, отличающаяся тем, что часть лучей мотовила и часть режущего аппарата со стороны, противоположной приводной, выполнены регулируемыми по высоте, а за ними установлен лоток для перемещения - скатывания колосьев на ленту транспортера.

Валковая порционная жатка с устройством образования стерневых кулис



Фиг. 2

RU 2493685 C1

RU 2493685 C1

RU 2 493 685 C1

Изобретение относится к сельскохозяйственному машиностроению, в частности к зерноуборочным машинам для раздельной уборки и может быть использовано при уборке урожая зерновых культур в районах с почвами, подверженными ветровой эрозии с одновременным образованием стерневых кулис.

5 Известна специальная валковая жатка для формирования стерневых кулис (А.с. №452301 СССР; МКИ А01D 35/02). В этой жатке образование стерневой кулисы одновременно с уборкой урожая достигается тем, что над режущим аппаратом на отдельном от мотовила валу, установлен шнек, лопасть которого снабжена зубьями.
10 При этом шнек установлен с возможностью регулирования в горизонтальной плоскости. При движении жатки, установленной на обычной высоте среза, поникшие стебли поднимаются направляющими пальцами, а высокие стебли под воздействием кожуха шнека нагибаются по ходу машины до уровня низкорасположенных. После чего эти стебли захватываются зубьями под основание колоса и подводятся к
15 режущему аппарату, затем срезанные колосья укладываются на хлебную массу, движущуюся по транспортеру. После прохода жатки эти наклоненные стебли выпрямляются, образуя высокую стеблевую кулису.

В качестве недостатка анализируемой конструкции следует отметить неспособность
20 создания валка регулируемой концентрации хлебной массы при любой урожайности, также в недостаточной степени решен вопрос повышения производительности агрегата. Перечисленные недостатки могут быть устранены в процессе создания валковой порционной жатки повышенной производительности с устройством образования стерневых кулис.

25 Наиболее близким техническим решением является порционная валковая жатка (патент РФ №2138150, МПК 6 А01D 34/00, А01D 57/20, бюллетень N27, 1998), которая позволяет благодаря формированию «мощных» валков снизить скорость движения комбайна на подборе в два раза и загрузить молотильно-сепарирующее устройство
30 на 95...100%. (прототип).

Процесс формирования валка хлебной массы предлагаемой жаткой складывается из предварительного накопления хлебной массы транспортером на платформе жатки в виде порции валка. В момент окончания накопления и подхода жатки к полосе
35 формирования валка, увеличением скорости транспортера накопленная масса укладывается на стерню пристыковываясь к валку, сформированному из порций предыдущих проходов жатки. В конце разгрузки скорость транспортера уменьшается до величины, которую он имел в режиме накопления и процесс накопления новой порции продолжается до подхода жатки к следующей полосе формирования валка.

40 Однако эта жатка не обеспечивает образования стерневых кулис в связи с отсутствием специального устройства.

Задача изобретения: образование стерневых кулис одновременно с уборкой урожая валковой порционной жаткой для борьбы с ветровой эрозией и задержки влаги в почве после таяния снега.

45 Технический результат достигается тем, что вносят конструктивные изменения в режущий аппарат и мотовило - часть лучей мотовила и часть режущего аппарата со стороны, противоположной приводной, делают регулируемыми по высоте, а за ними устанавливают лоток для перемещения (скатывания) колосьев на ленту транспортера.

50 На фиг.1 изображена валковая порционная жатка с устройством образования стерневых кулис, вид с боку; на фиг.2 - то же, вид сверху; на фиг.3 - то же, вид спереди.

Валковая порционная жатка с устройством образования стерневых кулис включает в себя основное мотовило 1, расположенный под ним основной режущий аппарат 2, за

RU 2 493 685 C1

которым располагаются устройства для отвода скошенной массы от колес мобильного средства 3 и сплошной транспортер 4. Приводной ролик 5 передает движение ленте транспортера 6, предназначенной для непосредственного перемещения хлебной массы в направлении заслонки 7 и щеток 8, предотвращающих преждевременный сход массы и выход зерен из колосьев. При выгрузке порции заслонку со щетками приподнимает механизм подъема 9. Наклонный лоток 10 служит для перемещения по нему на транспортер колосьев, срезанных при помощи устройства образования стерневых кулис, состоящего из мотовила с регулирующими по высоте лучами 11, и режущего аппарата с изменяемой высотой установки 12.

Предлагаемое устройство работает следующим образом.

Перед началом работы мотовило с регулирующими по высоте лучами 11 и регулируемый по высоте режущий аппарат устройства для образования стерневых кулис 12 устанавливают на высоту среза, соответствующую высоте убираемой культуры так, чтобы срезались только колосья, а стерня оставалась несрезанной. При работе жатки основная часть убираемого урожая традиционным способом (посредством мотовила 1 и режущего аппарата 2) скашивается и поступает на сплошной транспортер 4, а устройство для образования стерневых кулис срезает только колосья, которые поступают на наклонный лоток 10 и перемещаются (скатываются) по нему на ленту 6 транспортера, где присоединяются к основной хлебной массе.

Формула изобретения

Валковая порционная жатка с устройством образования стерневых кулис, включающая основное мотовило, основной режущий аппарат, транспортер, устройства отвода скошенной массы от колес и заслонку с механизмом подъема, отличающаяся тем, что часть лучей мотовила и часть режущего аппарата со стороны, противоположной приводной, выполнены регулирующими по высоте, а за ними установлен лоток для перемещения - скатывания колосьев на ленту транспортера.



СЕРТИФИКАТ

победителя I этапа
областной выставки
научно-технического творчества молодежи
«НТТМ-2011»

награждается

Совершенствование процессов уборки зерновых культур в зоне
Южного Урала с использованием порционной жатки

Глушков И.Н. аспирант кафедры «Механизация технологических процессов
в АПК»

Пименов Д.Н. студент 51 группы технического факультета ОГАУ

Научные руководители: Константинов М.М. д.т.н., профессор кафедры
«Механизация технологических процессов в АПК»

Попов И.В. к.т.н., доцент, зав.кафедрой «Эксплуатация машин, оборудования и
ОГТН»

Кондрашов А.Н. к.т.н., ст. преподаватель кафедры «Эксплуатация машин,
оборудования и ОГТН»

Министр образования
Оренбургской области

В.А. ЛАБУЗОВ

г. Оренбург
2011 г.



ДИПЛОМ

победителя областной выставки
научно-технического творчества молодежи
«НТТМ-2012»
награждается

Глушков Иван Николаевич
Зимин Артем Вячеславович

ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный аграрный университет»

за проект

*«Валковая порционная жатка с устройством образования
стерневых кулис»*

руководители: Константинов Михаил Маерович
Кондрашов Алексей Николаевич

Министр образования
Оренбургской области



Лабузов

В.А. ЛАБУЗОВ

г. Оренбург
2012 г.

Диплом

участника конкурса научно-технических

инновационных проектов "Прорыв"

Оренбургского ГАУ

П
Р
О
Р
Ы
В

Проект: Валковая порционная жатка с устройством
образования стерневых кулис
Авторы: Константинов М.М., Кондрашов А.Н., Глушков И.Н.

Ректор Оренбургского
г. с.-х. н., профессор



Каракулев
Каракулев В.В.

20 июня 2012 г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Башкирский государственный аграрный университет»

ДИПЛОМ

III СТЕПЕНИ

награждается

Глушков

Иван Николаевич

*заявший III место
во II туре Всероссийского конкурса
на лучшую научную работу
среди студентов, аспирантов и
молодых ученых в
номинации «Технические науки»*



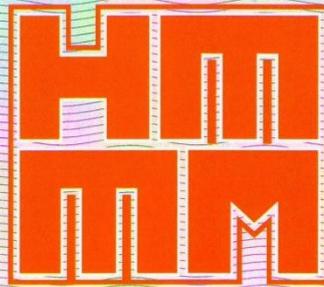
РЕКТОР

[Handwritten signature]

И.И. ГАБИТОВ

25 апреля 2013г.





ХIII ВСЕРОССИЙСКАЯ ВЫСТАВКА
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО
ТВОРЧЕСТВА МОЛОДЕЖИ

ДИПЛОМ

Награждается

**Глушков Иван Николаевич
Федоров Иван Александрович**

за проект: **Валковая жатка-накопитель с
устройством для формирования стерневых кулис**

Оренбургский государственный аграрный университет

Генеральный директор
ОАО "ГАО ВВЦ"

А.Е. Микушко



Москва, ВВЦ
25 – 28 июня 2013 г.



Общероссийская молодежная общественная организация
«Российский союз сельской молодежи»

107139, Москва, Орликов переулок, 1/11, каб. 655-1
тел.: (495) 729-00-53, факс: (495) 607-84-94
www.rssm.su, e-mail: rssm@inbox.ru

Исх. № 159-12 от 17.10.2012 г.

СПРАВКА

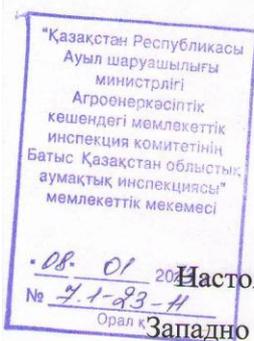
Дана Глушкову Ивану Николаевичу, аспиранту ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный аграрный университет» (Технический ф-т, каф. "Механизация ТП в АПК") о том, что он действительно принял участие в IV Всероссийском форуме "Молодежь в развитии села" 12-13 октября т.г. (г. Москва, ВВЦ, 75 павильон) и выступил в рамках Форума с докладом "Применение валковой порционной жатки как средство повышения производительности уборки зерновых культур".

Справка предоставляется по месту требования.

Председатель
Центрального совета



О.Ю. Платошина



АКТ

внедрения результатов научно-исследовательских,
опытно-конструкторских и технологических работ

Настоящим актом подтверждается, что в период с 2010 по 2012 год на полях Западно - Казахстанской области проведено внедрение «Рекомендации по настройке и регулировке техники на уборке урожая зерновых культур, посеваемых и вспашке зяби», разработанных в Западно – Казахстанском аграрно – техническом университете имени Жангир - хана и в Оренбургском ГАУ научным коллективом под руководством доктора технических наук профессора Константинова М.М.

Форма внедрения: использовались механизаторами и ИТР при выполнении осенне-полевых работ.

Вид внедренных результатов: рекомендации

Объем внедрения мероприятия хозяйства Западно - Казахстанской области

Фактический экономический эффект от внедрения Повышение производительности зерноуборочных комплексов на 13-20% , снижение потерь зерна на 11-18% .

Фамилия, должность работников, участвующих во внедрении мероприятия профессор Нуралин Б. Н. , профессор Константинов М. М., соискатель Глушков И.Н.

Подписи:

Начальник Западно - Казахстанской областной
территориальной инспекции Комитета государственной
инспекции в АПК МСХ РК

Сахипов Г.А.

Представитель научного учреждения

Проректор по НР ОГАУ – профессор

Петрова Г. В.

Профессор

Нуралин Б. Н.

профессор

Константинов М. М.

соискатель

Глушков И.Н.

печать научного учреждения

АКТ
внедрения результатов научно-исследовательских, опытно-
конструкторских и технологических работ

Настоящим актом подтверждается, что в период с 2010 по 2012 год на полях Оренбургской области проведено внедрение «Рекомендации по настройке и регулировке техники на уборке урожая зерновых культур, севе озимых и вспашке зяби» разработанных на кафедре «Механизация технологических процессов в АПК» ОГАУ научным коллективом под руководством докт.техн. наук профессора Константинова М.М.

Форма внедрения: использовались механизаторами и ИТР при выполнении осенне-полевых работ.

Вид внедренных результатов: рекомендации

Объем внедрения мероприятия хозяйства области

Фактический экономический эффект от внедрения Повышение производительности зерноуборочных комплексов на 13-20% , снижение потерь зерна на 11-18% .

Фамилия, должность работников, участвующих во внедрении мероприятия профессор Константинов М.М., соискатель Глушков И.Н.

Подписи :

начальник отдела технической политики,
технического обеспечения и охраны труда
МСХ Оренбургской области



Карякин А. Н.

печать

Представитель научного учреждения

Проректор по НР ОГАУ, профессор

профессор

соискатель



печать научного учреждения

Петрова Г.В.

Константинов М.М.

Глушков И.Н.

АКТ
внедрения результатов научно-исследовательских, опытно-
конструкторских и технологических работ

Настоящим актом подтверждается, что в период с 2011 по 2012 год на полях ООО «Степь», Ак-Булакского района, Оренбургской области проведено внедрение научной работы «Рекомендации по настройке и регулировке техники на уборке урожая зерновых культур, севе озимых и вспашке зяби» разработанной на кафедре «Механизация технологических процессов в АПК» ОГАУ научным коллективом под руководством докт.техн. наук профессора Константинова М.М.

Форма внедрения: рекомендации использовались механизаторами и ИТР при выполнении осенне-полевых работ.

Вид внедренных результатов: рекомендации

Объем внедрения мероприятия хозяйство

Фактический экономический эффект от внедрения Повышение производительности зерноуборочных комплексов на 13-20% , снижение потерь зерна на 14-20% .

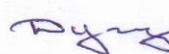
Фамилия, должность работников, участвующих во внедрении мероприятия профессор Константинов М.М., аспирант Глушков И.Н.



Подпись: представитель хозяйства

Директор ООО «Степь»

печать хозяйства

 Дускенов Б.Х.

Представитель научного учреждения

зам проректора по НР ОГАУ

профессор каф механизации ТПАПК

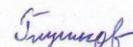
аспирант каф механизации ТПАПК

печать научного учреждения



 Шахов В.А.

 Константинов М.М.

 Глушков И.Н.

Существующие конструкции жаток

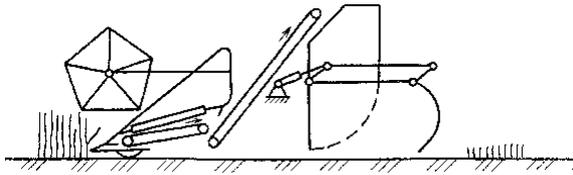


Рисунок 1. Жатка. А.О. Айдарбеков, Ч. Жарбоинов, К.Ж. Купеншеев, Я.Л. Бронштейн

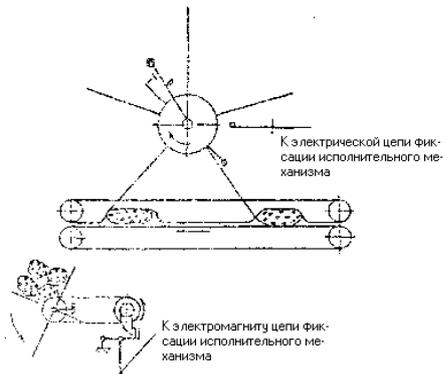


Рисунок 2. Снопобразователь луба к машинам для уборки стебельчатых культур. А. Абдумажидов, Т.Б. Тукубаев, Л.А. Портон, Н.Д. Пантуров

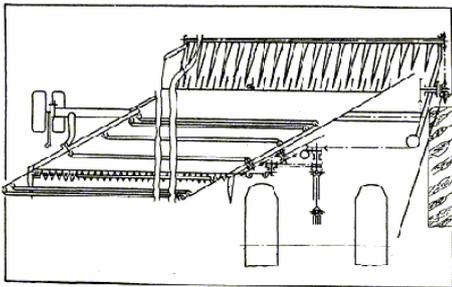


Рисунок 3. Жатка валковая. Д.И. Кондауров, А.И. Русанов, А. В. Авдеев, Э.В. Жалнин, Г.Г. Нахамкин

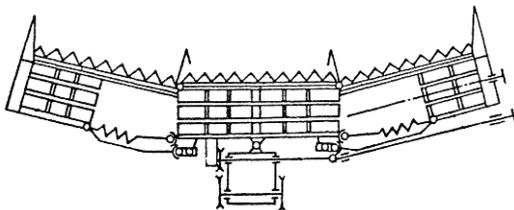


Рисунок 4. Жатка. Авторы В.И. Василянский, Л.К. Соколова

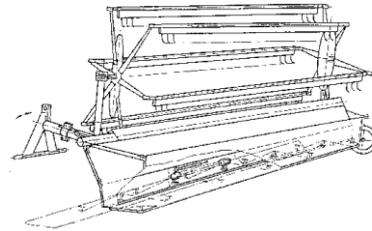


Рисунок 5. Жатка валковая. Д.И. Кондауров, А.И. Русанов, О.Е. Сумаруков, С.Н. Федин

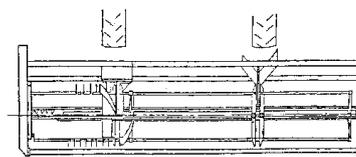


Рисунок 6. Широкозахватная жатка, фронтально навешанная на энергетические средства. Э. Кэнинг, Д. Шольц, Ш. Трапп, М. Шуберт, Г. Унгер, Ф. Хенель

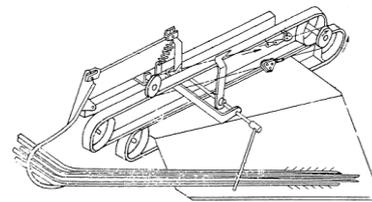


Рисунок 7. Порциеобразователь к машинам для уборки лубяных культур. Ш.Ф. Михтахов, К.П. Юшин, Л.Н. Мишутина

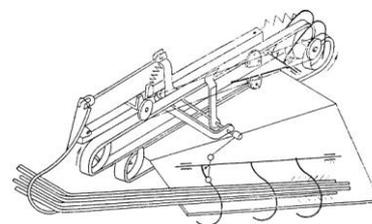


Рисунок 8. Порциеобразователь луба к машинам для уборки лубяных культур. Н.И. Карнаухов, А.А. Атланов, Ш.Ф. Мифтахов

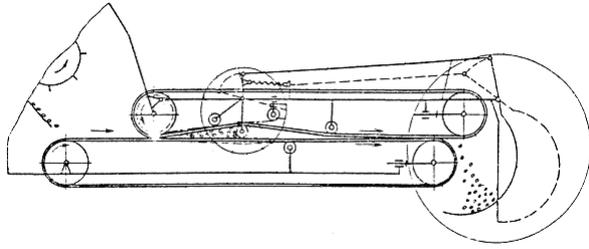


Рисунок 9. Порциообразователь к машинам для уборки лубяных культур. А. Абдукадыров, К. Мухиддинов, А.А. Умаров

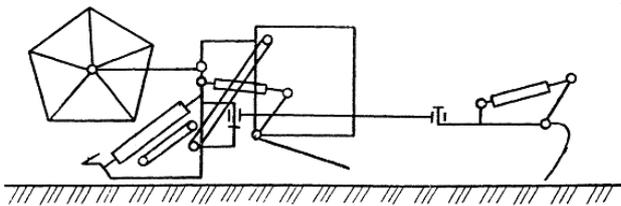


Рисунок 10. Жатка. А.О. Айдарбеков, К.Ж. Купеншеев, П.Н. Хромов

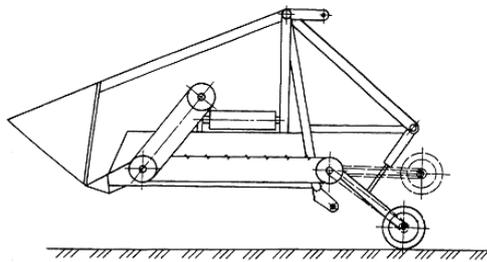


Рисунок 11. Валковая жатка. М.М. Константинов, О.В. Елисеев, Е.Ю. Морозов, С.В. Горячев

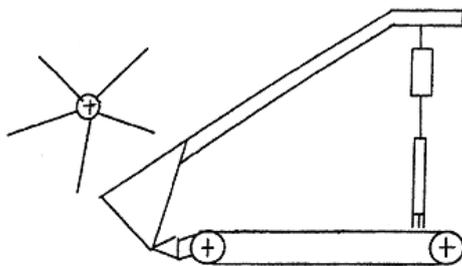


Рисунок 12. Валковая жатка. М.М. Константинов, А.Н. Бугров, Е.Ю. Морозов, В.А. Павленко, А.Н. Кондрашов

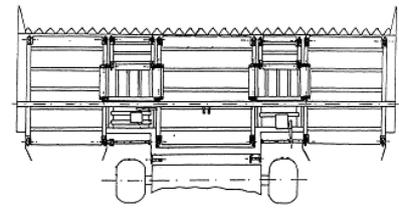


Рисунок 13. Валковая жатка. М.М. Константинов, С.В. Горячев, А.Г. Моргунов

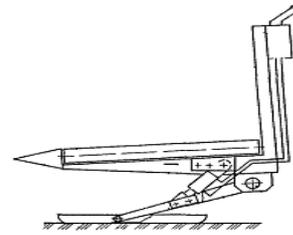


Рисунок 14. Жатка. В.М. Пучков, М.А. Харин, В.П. Егоров

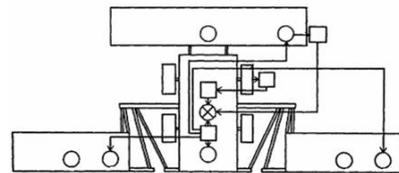


Рисунок 15. Электрофицированный жатвенный агрегат. А.Т. Шаповалов, Н.Е. Епишков, С.А. Кешуов

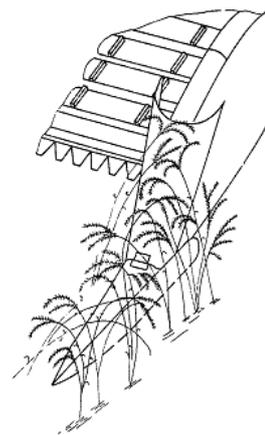


Рисунок 16. Полевой делитель к уборочным сельскохозяйственным машинам. В.М. Примак, В.К. Каплий, О.И. Солошенко, В.И. Иванцов, Н.П. Рождественский, А.Г. Карапетьян, И.Е. Журавлев

Продолжение приложения Р

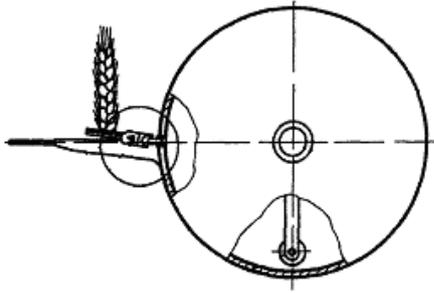


Рисунок 17. Устройство для уборки сельскохозяйственных растений. Л.И. Бутенко, Н.В. Скоморощенко

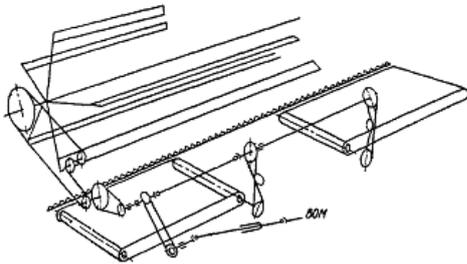


Рисунок 18. Валковая жатка. И.К. Мещеряков, Г.В. Лебедев, В.Н. Селезнев, Ю.В. Горбачев, В.Г. Трегубов

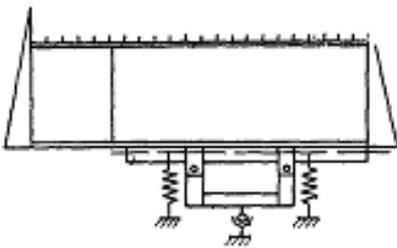


Рисунок 19. Валковая жатка. А.М. Гусев

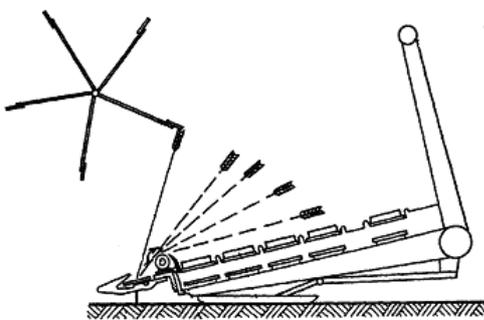


Рисунок 20. Валковая жатка. Г.И. Романов

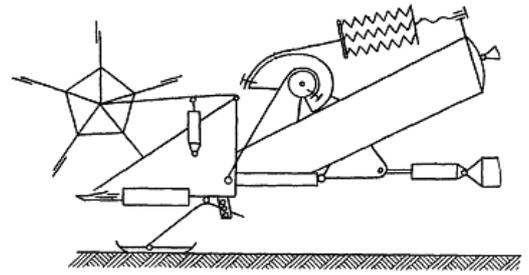


Рисунок 21. Жатка навешиваемая на наклонную камеру комбайна. Н.И. Хабрат, А.П. Пархоменко, М.И. Конопельцев, Н.П. Алехина

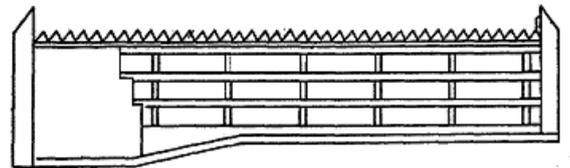


Рисунок 22. Жатка. Ф.Ф. Кудинов, А.А. Назюта, В.К. Кумпан, А.М. Гусев

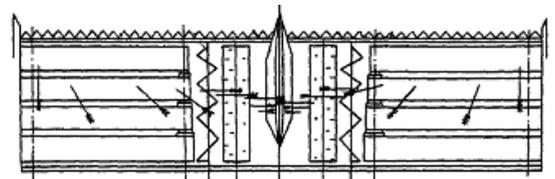


Рисунок 23. Валковая жатка. Р.Г. Валеев, Н.Н. Гатауллин

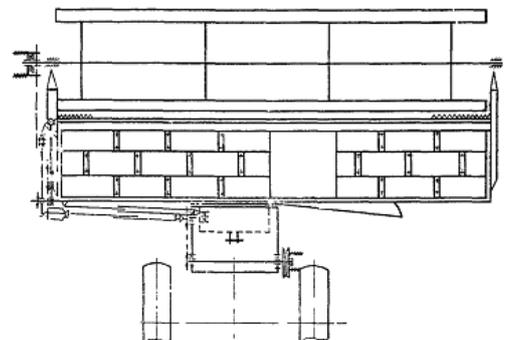


Рисунок 24. Валковая жатка. А.А. Лях, А.П. Душенко, А.Ф. Котенко, В.А. Стрельцов

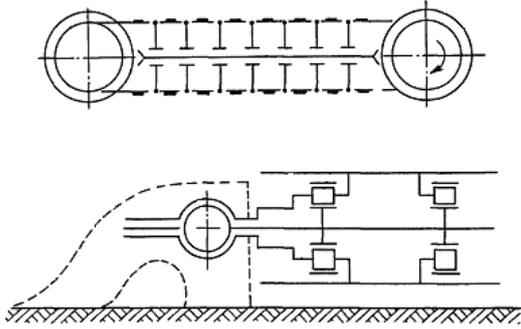


Рисунок 25. Валковая жатка. С.А. Новаков

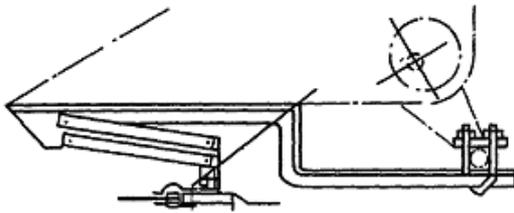
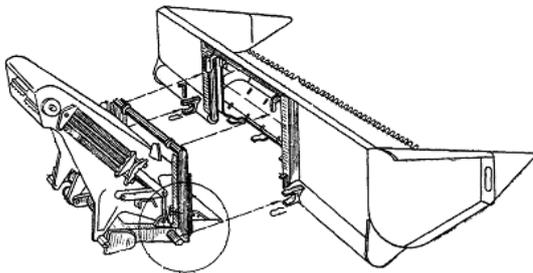
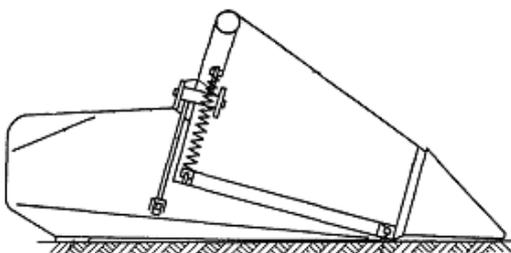
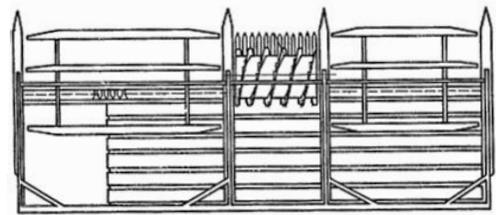
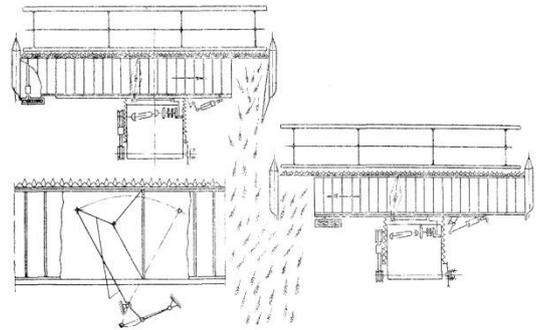
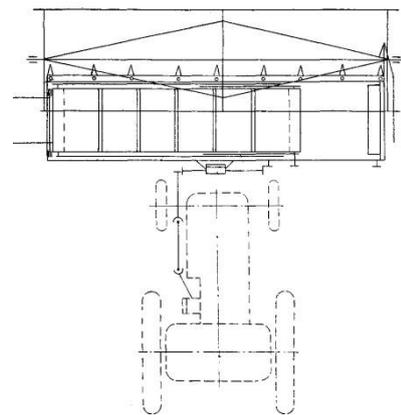
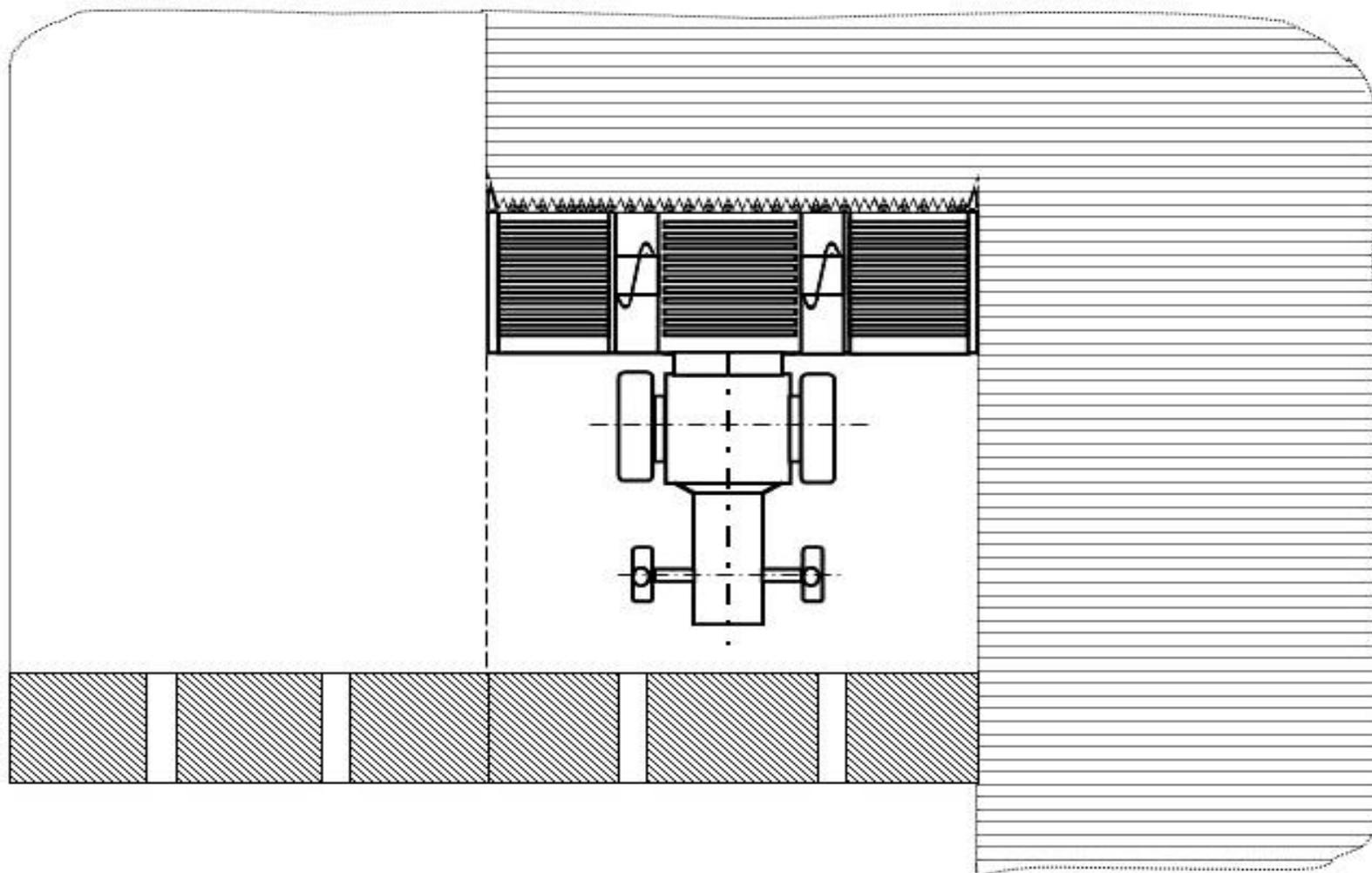
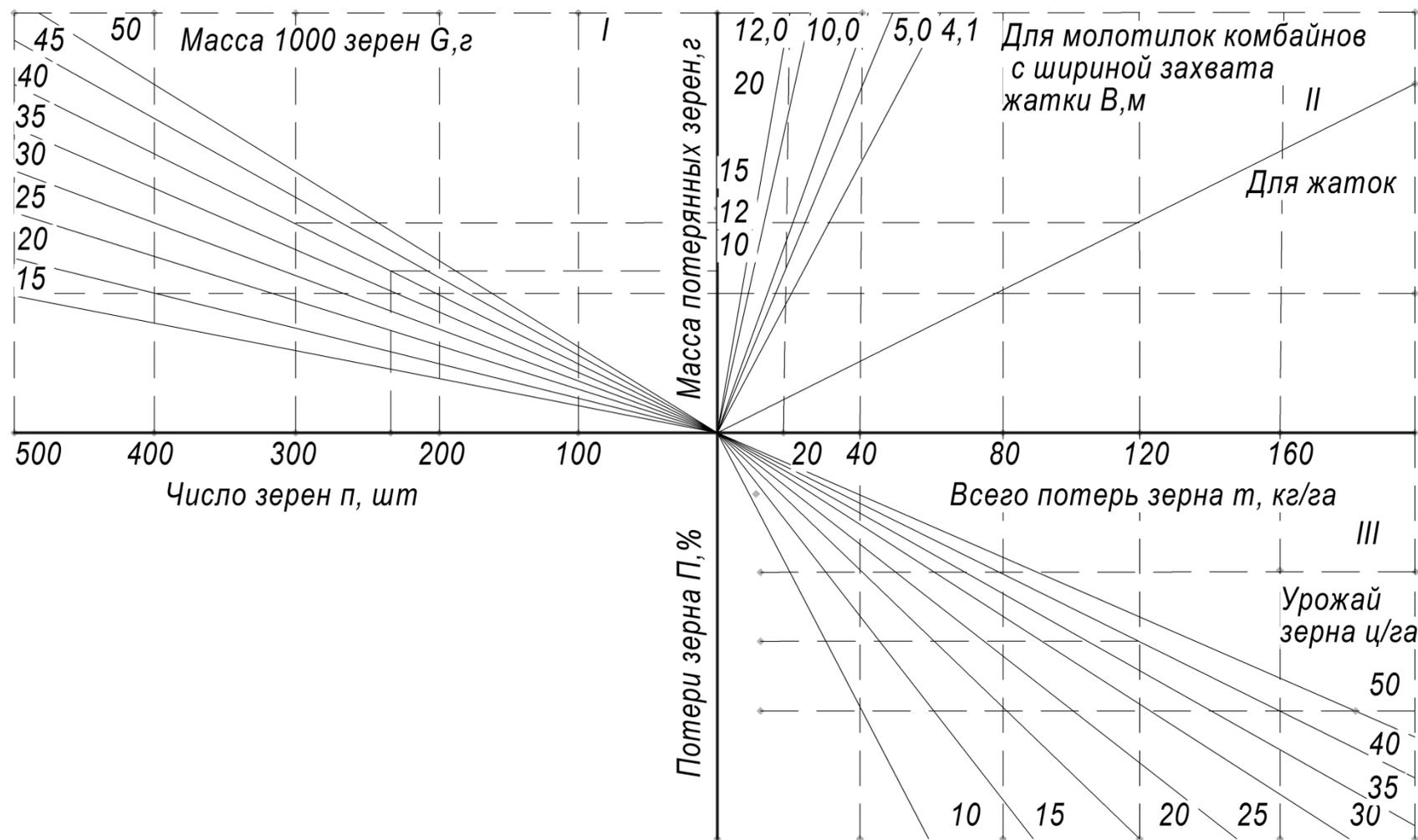
Рисунок 26. Жатка зерноуборочного комбайна.
И.Ф. ВолковРисунок 27. Жатка зерноуборочного комбайна.
А.П. Душенко, А.Ф. Котенко, А.А. ЛяхРисунок 28. Валковая жатка. Ю.Н. Ярмашев,
Д.Л. Курцев, М.Р. Терсаков, В.Ф. Иванов,
В.М. КриворучкоРисунок 29. Валковая жатка. А.Ш.
Джамбуршин, М.Г. Пенкин, М.А.
Шыныбаев, В.А. Рикк, Н.М. Бакаев и В.Е.
КовтуновРисунок 30. Валковая жатка Х. И. Изаксон,
И. З. Беркович, И.И. КономаРисунок 31. Навесная жатка для раздель-
ной комбайновой уборки Л.А. Торгашов

Схема работы порционной жатки



Универсальная номограмма А.Ф. Омута для определения потерь зерна уборочными машинами



Результаты наблюдений за устойчивостью валков

Показате ли, см	Ширина экспериментального валка, см						\bar{x} , см	σ	C, %	Δ , %	Δ_1 , %
	0	30	60	90	120	180					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. $M = 5,0$ кг/п.м; $B_{uu} = 11,05$ м											
d	14	14,6	16,6	17,0	17,0	15,6	15,8	1,12	9,8	66	0
H_ϵ	29,3	29,3	28,8	33,7	33,2	32,5	31,1	3,27	10,6		
h	15,3	14,7	12,2	16,7	16,2	16,9	15,3	2,08	25,4		
d	12,0	12,3	13,0	14,0	15,0	13,7	13,3	1,78	8,3	31	7,2
H_ϵ	26,1	25,8	25,2	30,4	29,2	28,0	27,5	3,04	10,4		
h	14,1	13,5	12,2	15,6	14,2	14,3	14,2	2,12	26,6		
2. $M = 5,4$ кг/п.м; $B_{uu} = 14,35$ м											
d	14,1	14,4	16,8	16,8	16,8	15,2	15,7	1,03	4,6	69	0
H_ϵ	32,3	32,0	32,5	33,7	33,2	35,2	33,2	2,54	8,0		
h	18,2	17,6	15,7	16,9	16,4	20,0	17,5	1,61	16,8		
d	11,0	12,1	14,4	13,8	14,8	13,3	13,2	1,21	5,6	32	7,4
H_ϵ	28,7	28,7	29,1	30,4	29,2	30,3	29,4	2,68	9,0		
h	17,7	16,6	14,7	16,6	14,4	17,0	16,2	1,84	22,1		

Продолжение приложения Ф

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. $M = 7,6$ кг/п.м; $B_{\text{ш}} = 17,5$ м											
d	14,0	14,1	14,1	15,0	15,5	15,0	14,6	0,69	4,2	60	0
H_g	32,3	34,6	35,6	38,8	37,2	38,9	36,2	3,63	12,0		
h	18,3	20,5	21,5	23,8	21,7	23,9	21,6	2,94	21,3		
d	9,6	12,1	10,1	12,0	12,0	13,0	11,5	1,39	10,7	53	8,3
H_g	26,1	30,1	30,7	34,5	32,0	34,5	31,3	3,55	13,3		
h	16,5	18,0	20,6	22,5	20,0	21,5	19,8	3,01	22,1		
2. $M = 9,4$ кг/п.м; $B_{\text{ш}} = 23,3$ м											
d	14,0	14,0	14,2	15,0	14,0	15,3	14,4	1,80	10,5	66	0
H_g	36,7	40,5	38,4	40,8	41,7	43,0	40,2	3,98	11,1		
h	22,7	26,5	24,2	25,8	27,7	27,7	25,8	2,58	13,8		
d	11,0	11,6	12,0	11,0	10,0	13,7	11,6	0,99	7,3	38	7,0
H_g	32,9	36,0	34,8	36,0	36,7	37,3	35,6	3,23	10,5		
h	21,9	24,4	22,8	25,0	26,7	23,6	24,0	2,64	15,4		

Результаты наблюдений за устойчивостью валков

Показа тели, см	Ширина контрольного валка жатки ЖВР-10, см										\bar{x} , см	σ	С, %	Δ , %	Δ_I , %
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90					
1. $M = 2,1$ кг/п.м; $B_o = 5,23$ м															
d	9,7	10,2	9,7	10,9	11,7	11,2	11,7	12,2	13,7	13,2	11,1	1,7	15,93	48,6	0
H_e	15,7	19,2	20,5	19,3	24,7	28,7	19,2	29,0	31,1	31,2	26,3	5,35	20,36		
h	7,0	9,0	11,8	8,4	13,0	17,5	17,5	17,8	17,4	18,0	15,86	5,14	32,37		
d	5,5	5,4	7,2	7,7	5,7	4,7	4,7	6,2	4,2	3,9	5,2	1,79	39,95	19,1	17,5
H_e	15,1	18,2	19,7	18,3	18,7	18,7	21,7	22,2	23,0	24,0	18,69	3,35	17,94		
h	8,7	12,8	12,5	10,6	13,0	14,0	17,0	16,0	19,8	21,1	14,16	3,54	24,99		

Примечание: B_w, B_o - расстояние между соседними валками по осевым линиям для экспериментальных и контрольных валков, м;

K_H - концентрация валка, кг/м²;

d - просвет под валком, см;

H_e - верхний уровень валка, см;

h - толщина валка, см;

\bar{x} - среднее арифметическое отклонение, см;

σ - среднеквадратическое отклонение, см;

С - коэффициент вариации, %;

Δ - коэффициент осадки, %;

Δ_I - коэффициент усадки, %;

M - мощность валка, кг/п.м.

Распределение колосьев в валке

Показа тели	Ширина экспериментальных валков, см										$N_n, \%$	$\nu_k, \%$	\bar{N}
	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180			
	20	40	60	80	100	120	140	160	180				
1. $K_H = 5,2 \text{ кг/м}^2; B_{ш} = 23,3 \text{ м}$													
I	4	10	41	78	81	51	79	101	94	84,6	51,2	87	
II	0	0	0	3	0	0	2	26	6				
I	39	72	55	85	81	85	71	78	81	96,9	27,1	71	
II	3	8	0	2	3	9	0	3	2				
I	5	9	23	79	93	66	81	115	95	94,2	48,4	70	
II	0	0	0	1	0	2	12	6	5				
2. $K_H = 4,2 \text{ кг/м}^2; B_{ш} = 17,2 \text{ м}$													
I	26	54	73	65	68	74	73	87	54	98,3	26,9	62	
II	0	0	2	0	2	3	3	0	2				
I	2	31	78	22	41	32	54	59	54	89,9	56,1	67	
II	0	0	1	2	5	7	4	8	24				
I	12	22	12	37	54	90	81	79	71	90,3	40,3	90	
II	0	1	0	1	4	4	8	2	9				

Продолжение приложения X

Продолжение таблицы 1

Показа тели	Ширина экспериментальных валков, см										$N_n, \%$	$v_k, \%$	\bar{N}
	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180			
	20	40	60	80	100	120	140	160	180				
3. $K_H = 3,0 \text{ кг/м}^2; B_{ш} = 14,4 \text{ м}$													
I	0	0	5	6	18	46	68	55	67	92,4	50,0	53	
II	0	0	0	0	0	4	3	2	3				
I	0	0	6	11	23	30	43	48	58	95,9	57,6	55	
II	0	0	0	0	0	0	2	1	3				
I	0	0	5	43	59	62	87	34	47	94,1	50,9	63	
II	0	0	0	0	2	2	0	1	4				
4. $K_H = 2,8 \text{ кг/м}^2; B_{ш} = 11,1 \text{ м}$													
I	6	13	16	23	27	31	39	39	34	95	40,5	34	
II	0	1	2	0	4	1	0	0	0				
I	3	5	22	51	49	24	47	61	56	97,5	42,3	43	
II	0	0	3	3	0	0	6	0	3				
I	18	45	34	28	71	45	25	43	31	95,9	40,6	51	
II	0	1	2	0	2	0	0	0	1				

Распределение колосьев в валке

Показатели	Ширина контрольных валков, см							
	0	20	40	60	80	N_n , %	ν_k , %	\bar{N} , шт
	20	40	60	80	100			
$K_H = 2,3 \text{ кг/м}^2; B_o = 5,23 \text{ м}$								
I	30	13	12	0	20	42,2	59,3	38
II	22	17	1	12	46			
I	0	15	23	14	10	40,5	63,7	37
II	20	57	12	-2	2			
I	0	0	12	16	27	37,6	86,4	37
II	0	6	15	26	53			

ПРИМЕЧАНИЕ: N_n - количество колосьев на поверхности валка, %;

ν_k - коэффициент неравномерности распределения колосьев, по ширине валка, %;

K_H - концентрация валка, кг/м

$B_{ш}$, B_o - полоса накопления валков, экспериментальных и контрольных, м;

I - число колосьев на поверхности ячейки, шт.;

II - общее число колосьев в ячейке, шт.;

\bar{N} - среднее арифметическое значение числа колосьев в ячейке, шт.

Таблица 1

Потери зерна при формировании, подборе и обмолоте валков

Вид работ	Вид потерь, кг/га					
	Колос сре- занный	Колос не срезанный	Свободное зерно	Неподбран- ный колос	Общие потери	
					кг/га	% от урожая
1. Скашивание в валки:						
1) валок ЖВР-10, $M = 2,1$ кг/п. м;	16,57	0,75	0,57	-	17,89	1,63
2) валок экспериментальный, $M = 5,0$ кг/п. м;	5,93	1,48	0,03	-	7,44	0,67
$M = 7,6$ кг/п. м;	9,3	0,3	0,02	-	9,62	0,87
2. Подбор валков:						
1)валок ЖВР-10, $M = 2,1$ кг/п. м;	-	-	4,2	21,4	25,6	2,32
2) валок экспериментальный, $M = 5,0$ кг/п. м;	-	-	0,53	10,2	10,73	0,98
$M = 7,6$ кг/п. м;	-	-	0,9	10,1	11,0	1,0
3. Обмолот валков:						
1) валок ЖВН-6, $M = 2,1$ кг/п. м;	-	-	-	-	20,1	1,83
2) валок экспериментальный, $M = 5,0$ кг/п. м;	-	-	-	-	16,5	1,5
$M = 7,6$ кг/п. м;	-	-	-	-	16,0	1,45
4. Всего потерь по технологии:						
1)валок ЖВР-10, $M = 2,1$ кг/п. м;	-	-	-	-	63,59	5,8
2)валок экспериментальный, $M = 5,0$ кг/п. м;	-	-	-	-	34,67	3,15
$M = 7,6$ кг/п. м.	-	-	-	-	36,62	3,32

ПРИМЕЧАНИЕ: M - мощность валка, кг/п. м.

Повреждение зерна при обмолоте комбайном СК-5М

Валок	Дробление зерна, %	Микроповреждение зерна:			
		выбит зародыш, %	поврежден зародыш, %	поврежденный эндосперм, %	сумма, %
Валок ЖВР-10: $K_H = 2,3 \text{ кг/м}^2$	4,44	1,34	28,3	6,93	36,6
Валок экспериментальный: $K_H = 2,7 \text{ кг/м}^2$	3,37	0,44	24,44	8,22	33,1
$K_H = 4,0 \text{ кг/м}^2$	3,18	0,66	24,87	7,55	33,08

ПРИМЕЧАНИЕ: K_H - концентрация валка, кг/м^2

Результаты полевых испытаний комбайна СК-5М на подборе и обмолоте валков

№ опыта	Время, с	Зерно, кг	Солома, кг	Полова, кг	Невытряс в соломе,		Невытряс в полове,		Недомолот в соломе,		Недомолот в полове,		Общие потери,		Подача, кг/с	Вес всего зерна, кг	Дробление, %	Микроповреждения, %	
					кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%					
При обмолоте контрольных валков																			
1	16	29,9	15	15	0,025	0,080	0,045	0,15	0,005	0,01	0,010	0,300	0,085	6,28	3,70	30,75	3,42	32,53	
2	15	36,9	12	16	0,003	0,008	0,025	0,07	0,005	0,01	0,005	0,010	0,038	0,10	4,30	36,94	3,44	37,99	
3	25	29,3	21	15	0,005	0,020	0,003	0,01	0,002	0,01	0,005	0,020	0,015	0,05	2,21	29,32	4,98	36,64	
4	25	32,7	15	16	0,001	0,003	0,003	0,01	0,010	0,03	0,001	0,002	0,015	0,05	2,55	32,72	5,36	31,33	
5	17	28,6	12	13	0,001	0,003	0,010	0,03	0,005	0,02	0,003	0,010	0,019	0,07	2,56	28,62	4,98	40,53	
6	22	56,3	32	25	0,185	0,330	0,230	0,41	0,005	0,01	0,003	0,005	0,423	0,08	5,15	57,33	3,76	29,93	
7	18	58,6	32	22	0,250	0,420	0,690	1,16	0,010	0,02	0,003	0,005	0,953	1,60	6,25	59,55	3,58	25,26	
8	11	53,9	41	25	1,120	1,980	1,450	2,57	0,040	0,07	0,005	0,008	2,615	4,63	10,90	56,52	5,78	34,66	
9	14	54,9	41	25	1,020	1,780	1,370	2,39	0,040	0,07	0,011	0,020	2,441	4,26	8,64	57,34	3,78	37,33	
10	14	63,6	48	24	1,130	1,700	1,570	2,37	0,045	0,07	0,010	0,015	2,755	4,15	9,69	66,36	2,98	31,92	
11	18	57,3	39	22	0,635	1,080	0,670	1,14	0,050	0,03	0,030	0,050	1,385	2,36	6,57	58,69	4,82	37,31	
При обмолоте экспериментальных валков																			
1	24	62,8	27	36	0,300	0,470	0,270	0,43	0,030	0,05	0,030	0,047	0,630	0,99	5,20	63,43	3,30	28,0	
2	23	95,5	60	34	2,400	2,410	1,500	1,51	0,040	0,04	0,200	0,200	4,140	4,15	8,24	99,64	3,14	37,99	
3	28	79,4	39	25	0,100	0,130	0,220	0,28	0,040	0,05	0,020	0,025	0,380	0,48	5,12	79,78	3,96	33,32	
4	30	86,4	43	25	0,150	0,170	0,170	0,19	0,025	0,03	0,025	0,029	0,370	0,43	5,14	86,77	3,06	41,30	
5	30	98,7	70	33	2,700	2,630	1,200	1,17	0,150	0,15	0,025	0,020	4,075	3,96	6,72	102,8	3,83	26,60	
6	29	93,1	56	27	0,570	0,610	0,350	0,37	0,095	0,10	0,010	0,010	1,025	1,09	6,07	94,13	2,66	31,96	

Приложение Ш

Характеристики валков образованных жатвенным агрегатом СК-5 «Нива» + экспериментальная порционная жатка (порционный валок, расстояние между валками – 40м) в хозяйстве ООО «Степь» Акбулакского р-на.

Замеры вне колеи							Замеры вне колеи						
Ширина валка	Толщина валка			Просвет до почвы			Ширина валка	Толщина валка			Просвет до почвы		
	Слева	В сред.	Справа	Слева	В сред.	Справа		Слева	В сред.	Справа	Слева	В сред.	Справа
300	22	18	20	10	14	16	271	15	11	9	0	0	0
350	25	20	15	6	14	15	297	24	16	16	0	5	7
320	8	18	16	13	14	10	280	11	19	8	10	10	5
330	15	15	9	10	14	9	280	15	12	8	0	10	6,5
350	22	17	9	6	10	14	300	18	15	10	2	6	3
380	14	20	7	12	10	7	345	0	10	12	0	0	0
320	4	20	17	16	10	0	265	10	16	17	0	0	0
340	21	18	10	0	3	8	280	20	19	10	0	3	0
360	11	16	14	11	10	10	300	12	18	12	0	3	0

Продолжение приложения Ш

Характеристика валков, образованных жатвенным агрегатом СК-5 "Нива"+экспериментальная порционная жатка (порционный валок, расстояние между валками – 40м) в хозяйстве ООО «Степь» Акбулакского р-на

Ширина валка	Толщина валка			Просвет до почвы		
	Слева	В середине	Справа	Слева	В середине	Справа
318	23	25	21	12	10	10
341	17	27	25	5	8	9
302	14	20	16	11	11	7
307	19	21	18	9	7	12
350	17	25	18	10	10	9
325	16	23	21	15	12	10
330	19	26	15	11	9	7
330	17	23	19	9	6	6

Показатели качества работы жатвенных агрегатов ЖВР-10 и экспериментальной порционной жатки
(ООО «Степь», Акбулакский р-н)

Жатвенные агрегаты	Площадь рамки, м ²	Фактическая влажность зерна, %	Биологическая урожайность при 14% влажности	Срезанный колос		Несрезанный колос		Свободное зерно		Общие потери, %
				Потери, кг/га	%	Потери, кг/га	%	Потери кг/га	%	
СПЖ-8-ОГАУ, участок поля №1	1 x 10	25,0	17,4	12,5	0,72	2,8	0,14	20,7	1,19	2,05
ЖВР-10, участок поля №2	1 x 10	23,0	17,9	60,1	3,36	-	-	23,3	1,31	4,67
СПЖ-8-ОГАУ, участок поля №3	1 x 8,6	22,0	17,4	99,5	5,71	12,2	0,70	59,3	3,4	9,81
ЖВР-10, участок поля №4	1 x 8,6	23,0	14,5	73,7	5,09	6,07	0,42	80,7	5,56	11,77

Технические характеристики орудий при расчете экономической эффективности в период формирования хлебных валков

	Базовый вариант	Новый вариант
Параметры	Жатка ЖВР-10	Порционная жатка с устройством образования стерневых кулис
Энергетическое средство	Комбайн СК - 5 «Нива»	Комбайн СК - 5 «Нива»
Ширина захвата агрегатов, м	6	8
Рабочая скорость, км/ч	7	7
Часовая производительность агрегата, га/ч	3,36	3,48
Расход топлива, кг/га	6,2	6,2
Конструктивная масса орудия, кг	$7500+1090=8590$	$7500+1600=9100$
Количество обслуживающего персонала, чел.	1	1
Коэффициент использования рабочего времени	0,8	0,8

Исходные данные для расчета экономической эффективности в период
формирования хлебных валков

Показатели	Ед. измер.	Базовый вариант	Новый вариант
		Жатка ЖВР-10	Порционная жатка с устройством образования стерневых кулис
Балансовая цена: комбайна жатки	тыс.	1648	1648
	руб.	168	305,6
Годовая загрузка: комбайна жатки	ч.	160	160
	ч.	90	90
Комплексная цена топлива	руб.	21	21
Норматив амортизационных отчислений (на	%	14,2	14,2
Норматив затрат на техническое обслуживание и ремонт: комбайна	%	11,2	11,2
Тарифная ставка	руб/ч	20,77	20,77
Урожайность	т/га	1	1
Цена реализации	руб/т	5700	5700
Продолжительность рабочей смены	ч	10	10

Структура затрат при расчете экономической эффективности в период формирования хлебных валков, руб./га

Статьи затрат	Базовый вариант			Новый вариант		
	Жатка ЖВР-10	Комбайн СК-5А «Нива»	Итого по агрегату	Порционная жатка с устройством образования	Комбайн СК-5А «Нива»	Итого по агрегату
Амортизационные отчисления	68,62	435,36	503,98	126,32	435,36	561,68
Техническое обслуживание и ремонт	76,86	343,33	420,19	141,49	343,33	484,82
Топливо	-	130,20	130,20	-	130,20	130,20
Оплата труда	-	15,86	15,86	-	15,86	15,86
Эксплуатационные затраты (всего)	-	-	1070,23	-	-	1192,56
Прямые затраты	-	-	1070,23	-	-	1192,56
Косвенные затраты	-	-	141,00	-	-	159,35
Издержки производства	-	-	1211,23	-	-	1351,91
Удельные кап.вложения	549,02	3065,47	3614,49	810,61	3065,47	3876,08
Приведенные затраты	-	-	1771,44	-	-	1981,34

Технические характеристики орудий при расчете экономической эффективности в период формирования хлебных валков

	Базовый вариант	Новый вариант
Параметры	Жатка КазНииМЭХС	Порционная жатка с устройством образования стерневых кулис
Энергетическое средство	Комбайн СК - 5 «Нива»	Комбайн СК - 5 «Нива»
Ширина захвата агрегатов, м	6	8
Рабочая скорость, км/ч	7	7
Часовая производительность агрегата, га/ч	3,1	3,48
Расход топлива, кг/га	6,2	6,2
Конструктивная масса орудия, кг	$7500+1020= 8520$	$7500+1600=9100$
Количество обслуживающего персонала, чел.	1	1
Коэффициент использования рабочего времени	0,7	0,8

Исходные данные для расчета экономической эффективности в
период формирования хлебных валков

Показатели	Ед. измер.	Базовый вариант	Новый вариант
		Жатка КазНииМЭХС	Порционная жатка с устройством образования стерневых кулис
Балансовая цена: комбайна жатки	тыс. руб.	1648	1648
	тыс. руб.	270	305,6
Годовая загрузка: комбайна жатки	ч.	160	160
	ч.	90	90
Комплексная цена топлива	руб.	21	21
Норматив амортизационных отчислений (на реновацию): комбайна	%	14,2	14,2
Норматив затрат на техническое обслуживание и ремонт: комбайна	%	11,2	11,2
Тарифная ставка	руб/ч	20,77	20,77
Урожайность	т/га	1,1	1
Цена реализации продукции	руб/т	5700	5700
Продолжительность рабочей смены	ч	10	10

Структура затрат при расчете экономической эффективности в период формирования хлебных валков, руб/га

Статьи затрат	Базовый вариант			Новый вариант		
	Жатка КазНииМ ЭХС	Комбайн СК-5А «Нива»	Итого по агрегату	Порционная жатка с устройством образования стерневых кулис	Комбайн СК-5А «Нива»	Итого по агрегату
Амортизационные отчисления	93,98	435,36	529,34	126,32	435,36	561,68
Техническое обслуживание и ремонт	90,80	343,33	434,13	141,49	343,33	484,82
Топливо	-	130,20	130,20	-	130,20	130,20
Оплата труда	-	15,86	15,86	-	15,86	15,86
Эксплуатационные затраты (всего)	-	-	1113,23	-	-	1192,56
Прямые затраты	-	-	1113,23	-	-	1192,56
Косвенные затраты	-	-	155,00	-	-	159,35
Издержки производства	-	-	1268,23	-	-	1351,91
Удельные кап.вложения	610,34	3065,47	3675,81	810,61	3065,47	3876,08
Приведенные затраты	-	-	1810,40	-	-	1981,34

Экономические показатели применения порционной жатки при
раздельной уборке зерновых культур

Показатели	Базовый вариант	Базовый вариант	Новый вариант
	Жатка ЖВР-10	Жатка КазНииМЭХС	Порционная жатка с устройством образования стерневых кулис
Объем дополнительной продукции, т/га	-	-	0,018
Стоимость дополнительной продукции, руб/га	-	-	110
Годовая прибыль от дополнительной продукции, руб.	-	-	110000
Себестоимость единицы продукции, руб.	271,66	265,42	211,00
Годовой экономический эффект, руб.	-	-	214200
Срок окупаемости жатки, лет	-	-	1,4