

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

На правах рукописи

Пашинин Сергей Сергеевич

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА
УБОРКИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР С ПРИМЕНЕНИЕМ
ПОРЦИОННОЙ ЖАТКИ**

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 – 2016

Содержание

Введение.....	5
1 Современное состояние вопроса. Цель и задачи исследования	10
1.1 Производство зерновых культур в различных природно-экономических зонах страны	10
1.2 Характеристика агробиологических свойств и параметров хлебостоя в период уборки.....	12
1.3 Виды и источники потерь зерна	17
1.3.1 Классификация потерь зерна при уборке.....	17
1.4 Способы уборки зерновых культур и обоснование их выбора	19
1.5 Требования к валку, способы их формирования и потери при двухфазной уборке зерновых культур.....	23
1.6 Недостатки валковых жаток.....	28
1.7 Цель и задачи исследования.....	29
2 Теоретическое обоснование конструктивно-технологических параметров порционной жатки.....	31
2.1 Разработка конструктивно-технологической схемы порционной жатки.....	31
2.2 Обоснование процесса выгрузки хлебной массы при использовании устройства для сбора свободного зерна.....	35
2.3 Определение параметров вентилятора устройства для сбора свободного зерна	42
2.4 Обоснование параметров решета устройства для сбора свободного зерна	46
2.4.1 Выбор параметров отверстий решета	46
2.4.2 Установление оптимальных скоростных режимов движения зерна по решету и оптимальной длины решета	49

2.5	Разработка программно-аппаратного навигационного комплекса	54
	Выводы по главе.....	60
3	Методика экспериментальных исследований порционной жатки.....	61
3.1	Основные положения экспериментальных исследований и условия их проведения	61
3.1.1	Частные особенности проведения полевых экспериментальных испытаний порционной жатки.....	65
3.1.2	Опытная оценка качественных показателей убираемой культуры	66
3.2	Определение основных параметров валка.....	68
3.3	Методика исследования процесса сушки массы в экспериментальном валке и валках серийных жаток.....	69
3.4	Эксплуатационно-технологическая оценка зерноуборочных агрегатов	72
3.5	Определение количества потерь зерна за жаткой.....	73
3.6	Методика исследование результатов применения программно-аппаратного комплекса.....	75
3.7	Методика многофакторного эксперимента по установлению оптимальных параметров и режимов работы устройства для сбора свободного зерна.....	76
	Выводы по главе.....	81
4	Результаты экспериментальных исследований порционной жатки....	82
4.1	Эксплуатационно-технологические показатели работы серийного и экспериментального жатвенных агрегатов на скашивании зерновых культур	82
4.2	Результаты основных исследований	87
4.2.1	Результаты многофакторных исследований работы устройства для сбора свободного зерна.....	87

4.2.2	Результаты исследования эффективности применения программно-аппаратного комплекса.....	98
	Выводы по главе.....	103
5	Экономическая оценка эффективности применения порционной жатки с устройством для сбора свободного зерна.....	105
5.1	Составление базовой и экспериментальной технологических карт механизации процесса возделывания зерновых культур.....	105
5.2	Экономическое обоснование эффективности предлагаемого способа механизации	109
	Выводы по главе.....	113
	Общие выводы	114
	Литература	116
	Приложения	130

Введение

Актуальность темы. Уборка урожая зерновых культур – завершающий и важный этап работ по производству зерна. На этот сложный и энергоёмкий процесс приходится около 70% всех трудовых затрат, связанных с возделыванием зерновых культур. Часто сроки уборочных работ превышают сроки, установленные агротехническими требованиями, что приводит к перезреванию зерна и, как следствие, к повышению потерь. Сведение потерь зерна к минимуму позволяет получить прибавку урожая на 20-30%.

Многообразие факторов, определяющих сроки и качество проведения уборочного процесса, обуславливает необходимость комплексного подхода к его технологическому и техническому обеспечению с учетом природно-климатических, производственных условий и особенностей убираемых культур. Наиболее предпочтительно, чтобы темпы уборочных работ соответствовали интенсивности созревания хлебов. В связи с этим сельское хозяйство начинает всё больше оснащаться высокопроизводительными комбайнами («Дон-1500», «Вектор», «ACROS», «Western», «Case», «Claas» и др.). Однако, современные высокопроизводительные зерноуборочные комбайны часто не являются решением проблем, т.к. за последние года в регионе наблюдается сравнительно невысокая урожайность зерновых, что не позволяет реализовать их производительность в полной мере. При этом следует учитывать высокую энергозатратность данной техники.

В соответствии со Стратегией развития Оренбургской области до 2020 года и на период до 2030 года (стр. 40, пункт «Развитие сельского хозяйства»), целесообразно разрабатывать уборочные машины, позволяющие сократить потери зерна, уменьшить расход топлива и уплотнение почвы, повысить производительность. Решением может являться отдельная уборка – скашивание хлебной массы в валки (применение валковых жаток), дозревание и подбор с обмолотом.

Существующие жатки не обеспечивают полную загрузку молотилки комбайнов, формируют валки низкого качества, не гарантируют формирование ровной валковой полосы без отклонений, что вызывает затруднения при операции подбора валка, а потери зерна при работе данных жаток часто превышают допустимые. Поэтому вопрос создания жатки, формирующей валки оптимальной мощности независимо от урожайности и не допускающей превышения уровня потерь, установленных ГОСТом, и обеспечивающей равномерность укладки формируемого валка является актуальным.

Цель работы. Повысить эффективность процесса работы порционной жатки путем создания устройства для сбора свободного зерна с обоснованием его параметров и обеспечения равномерности формируемой валковой полосы за счет разработки и использования программно-аппаратного навигационного комплекса.

Объект исследования. Технологический процесс формирования хлебного валка и формирования валковой полосы порционной жаткой.

Предмет исследования. Закономерности, характеризующие процесс формирования и выгрузки валка порционной жаткой.

Методика исследований. Выполнение теоретических исследований осуществлялось с использованием основных законов, положений и методов классической механики, математики, аналитической геометрии. Экспериментальные исследования выполнялись в полевых условиях в соответствии с общепринятыми методиками, действующими ГОСТами и ОСТАми. В ходе экспериментальных исследований использовалась теория планирования многофакторного эксперимента. Основные расчетные операции и обработка экспериментальных данных выполнялись с использованием методов математической статистики в компьютерных программах Microsoft Excel, Statistica 6.1. Помимо данных программных пакетов, в ходе выполнения диссертационной работы применялись программы MapInfo Professional 11.5 и Advanced Grapher.

Научная новизна. Установлены закономерности движения хлебной массы по решетку устройства для сбора свободного зерна во время выгрузки порции валка. Обоснованы закономерности изменения потерь зерна при работе порционной жатки в зависимости от основных параметров. Проведено обоснование и разработка программно-аппаратного навигационного комплекса для обеспечения точности укладки валка.

Практическая значимость работы. Разработана конструкция порционной жатки с устройством для сбора свободного зерна (патенты РФ на изобретение № 2523847, №2493685). Обоснованы оптимальные режимы выгрузки валка порционной жаткой при работе с устройством для сбора свободного зерна, позволяющие минимизировать потери свободным зерном. Изготовлен и прошел полевые испытания образец порционной жатки с устройством для сбора свободного зерна, обеспечивающий снижение потерь свободным зерном по сравнению с порционной жаткой без устройства в 3-3,5 раза. Разработан программно-аппаратный навигационный комплекс, обеспечивающий повышение точности укладки валка в 2-2,5 раза. Разработанная для данного комплекса программа зарегистрирована в ФИПС (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ РФ №. 2013661323).

Вклад автора в проведенное исследование. Установлены зависимости движения хлебной массы и зерна по решетку устройства для сбора свободного зерна во время выгрузки валка. Определена оптимальная скорость прохождения хлебной массы по решетку. Установлены закономерности изменения значений конструктивных параметров устройства для сбора свободного зерна. Обоснована конструкция устройства для сбора свободного зерна и его параметры, и режимы работы. Разработан и апробирован программно-аппаратный навигационный комплекс, обеспечивающий повышение точности укладки валка в 2-2,5 раза. Проведены экспериментально-полевые исследования работы порционной жатки с устройством для сбора свободного зерна. Получена регрессионная модель

процесса изменения количества потерь свободным зерном за жаткой в зависимости от основных воздействующих факторов.

Достоверность результатов работы подтверждается высоким уровнем сходимости данных, полученных в ходе проведения теоретических и экспериментальных исследований, проводившихся в рамках диссертационной работы.

Реализация результатов исследований. Экспериментальный образец порционной жатки с устройством для сбора свободного зерна прошел производственные испытания и внедрен в КФХ «ИП Гриценко Д.Г.» Беляевского района, Оренбургской области. Результаты исследований работы экспериментальной порционной жатки вошли в «Рекомендации по уборке урожая в Оренбургской области на 2015 год», утвержденные и принятые к внедрению Министерством сельского хозяйства Оренбургской области. Результаты теоретических и экспериментальных исследований применяются в учебном процессе на кафедре «Механизация технологических процессов в АПК» ФГБОУ ВО Оренбургского ГАУ.

На защиту выносятся следующие положения:

- Закономерность движения хлебной массы по решетку устройства для сбора свободного зерна во время выгрузки порции валка;
 - зависимость для определения оптимальной скорости прохождения хлебной массы по решетку устройства для сбора свободного зерна;
 - результаты исследований количества сохраняемого зерна при работе устройства для сбора свободного зерна от скорости движения транспортера жатки, длины решета, диаметра отверстий решета и частоты вращения вентилятора.
- конструкция устройства для сбора свободного зерна во время выгрузки порции валка (патент РФ на изобретение № 2523847).;
- программно-аппаратный навигационный комплекс, обеспечивающий точность укладки валка хлебной массы (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ РФ №2013661323).

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы доложены, обсуждены и одобрены на международных научно-практических конференциях Оренбургского ГАУ (2008-2015 гг.), международной научно-практической конференции «Проблемы использование космических технологий в сельском хозяйстве. Геоинформационные технологии в сельском хозяйстве», Оренбург (2013г.), международной научно-практической конференции «Влаго- и ресурсосберегающие системы земледелия в засушливых условиях юго-востока», организованной Министерством образования Оренбургской области и Оренбургским ГАУ (2014г.). Макет порционной жатки демонстрировался на областных выставках НТТМ в 2011, 2012, 2014гг.

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 19 работ, из них 5 в изданиях, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки РФ, 3 – в зарубежных изданиях. Получены 2 патента РФ на изобретение (№2493685, №2523847) и 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ РФ (№2013661323).

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, пяти разделов, общих выводов, списка литературы из 158 наименования и 19 приложений. Диссертация изложена на 115 страницах основного машинописного текста, содержит 17 таблиц и 35 рисунков. Общий объем диссертации составляет 176 страниц машинописного текста.

1. Современное состояние вопроса и задачи исследования

1.1 Производство зерновых культур в различных природно-экономических зонах страны

Посевные площади зерновых культур в Российской Федерации занимают около 60% всех посевных площадей, производство зерновых осуществляется во всех природно-экономических районах страны. Наибольшая доля производства зерновых приходится на четыре района – Северокавказский, Поволжский, Уральский и Западно-Сибирский. В данных районах сосредоточено более 60% всех посевных площадей РФ, занимаемых зерновыми, и приходится более 50% убираемого зерна в стране [50, 66, 150].

Таблица 1.1 Динамика производства зерновых культур по природно-экономическим районам России

Природно-экономический район	Посевные площади всех зерновых культур		Валовой сбор зерна, тыс. т	Урожайность зерновых культур, ц/га	Нагрузка на один зерноуборочный комбайн, га	
	тыс. га	% от всей посевной площади			Фактическая (без учета уборки кукурузы)	нормативная
Северо-западный	1022	35,2	1320	13,4	122	80
Центральный	7563	53,1	8641	12,4	165	97
Волго-вятский	4128	61,4	4012	10,1	194	96
Центрально-черноземный	5892	53,9	8204	14,5	194	130
Северо-кавказский	8224	58,3	14133	17,3	196	154
Поволжский	17430	64,8	10894	7,8	230	167
Уральский	9856	63,8	5370	7,4	200	100
Западно-Сибирский	12271	67,0	13221	10,2	188	132
Восточно-Сибирский	5623	65,6	6782	11,7	187	119
Дальневосточный	1117	40,5	1217	11,4	136	61

Как видно из таблицы 1.1, различие в природно-хозяйственных условиях приводит к большим колебаниям урожайности – от 7,4 до 17,3 ц/га. Это также обусловлено структурой зерновых культур, поскольку между разными культурами и разными сортами одной культуры может наблюдаться значительное колебание урожайности [74, 79, 86, 96, 137, 158].

Производство зерновых включает возделывание около десяти основных культур, являющихся сырьем для пищевой и комбикормовой промышленности. Ведущую роль здесь играют колосовые культуры, в частности озимая и яровая пшеница, озимая рожь, озимый и яровой ячмень. Они занимают порядка 80% всех посевных площадей зерновых культур и обеспечивают более 75-85% валового сбора зерна (таблица 1.2).

Таблица 1.2 Динамика производства отдельных зерновых культур в Российской Федерации

Культура	Посевные площади, млн. га			Валовой сбор, млн. т			Урожайность, ц/га		
	2003г.	2008г.	2013г.	2003г.	2008г.	2013г.	2003г.	2008г.	2013г.
Пшеница озимая	13,4	14,1	14,3	39,3	51,7	42,6	21,3	22,7	20,4
Пшеница яровая	31	27	30,5				9,8	12,4	10,2
Ячмень озимый	0,7	0,8	0,8	9,7	19,1	17,3	13,2	14,1	12,9
Ячмень яровой	11,3	13	14,7				11	11,6	9,9
Рожь озимая	9	8,2	8,7	9,3	12,1	11,5	12	12,4	11,3
Овес	4,6	3,3	3,9	3,2	3,1	3,2	8,7	11,4	12,6
Просо	1,8	1,7	2,1	1,07	1,02	1,3	4,5	5,1	4,3
Кукуруза на зерно	2,2	2,4	2,6	6	7,2	7	22,9	27,3	24,8
Гречиха	1,2	2	2,7	0,7	1,1	1,2	3,8	4	4,1
Зернобобовые	4,3	4,1	3,8	5,1	5,3	5,13	10,2	9,7	9,4
По всем зерновым культурам	79,6	76,6	84,1	74,7	100,62	89,23	11,74	13,07	11,99

Таким образом (таблица 1.2) производство зерновых культур в России подразумевает использование больших посевных площадей, расположенных во всех зонах страны и характеризуется разнообразием зерновых, в свою очередь неравномерно расположенных по природно-экономическим районам. Так же следует иметь ввиду, что данные культуры заметно варьируют по урожайности, что обусловлено как агробиологическими и климатическими, так и технологическими факторами. [31, 61, 78, 98, 150].

Говоря об одной из наиболее существенных проблем уборочного процесса, следует отметить, что большая нагрузка на комбайн и простои по

организационно-техническим причинам приводят к тому, что продолжительность уборки недопустимо превышает агротехнические сроки, а отсюда – повышение потерь зерна, как качественных, так и количественных. Потери зерна неизбежны даже при соблюдении агротехнических сроков и максимально качественной работы техники, что также имеет место не всегда, а превышение допустимых сроков может увеличивать потери в разы.

Для того, чтобы лучше разобраться в причинах возникновения потерь зерна при уборке, рассмотрим особенности состояния зерновых культур в период уборки.

1.2 Характеристика агробиологических свойств и параметров хлебостоя в период уборки

С момента посева семян в почву начинается формирование стеблестоя, который ко времени уборки создает определенное количество основной и побочной продукции. Урожайность этой продукции обуславливается очень большим количеством внутренних биологических и внешних природных факторов, а агробиологическое состояние стеблестоя характеризуется разнообразными показателями.

В момент уборки часть биологического урожая, состоящего из зерна, колосьев, стеблей культурных растений и сорняков, срезается режущим аппаратом и укладывается в валки или поступает непосредственно в молотилку зерноуборочного комбайна как хлебная масса [39, 101, 132, 150].

Все технологические регулировки зерноуборочных машин выполняют, исходя из состояния стеблестоя и хлебной массы, поэтому необходимо знать их основные свойства с точки зрения механизированной уборки. Основным технологическим свойством хлебной массы является урожай зерна, величина которого обусловлена количеством стеблей на единице площади, числом зерен в колосе или метелке, массой 1000 зерен и другими факторами. Так как молотильный аппарат зерноуборочного комбайна рассчитан на

определенную пропускную способность хлебной массы в единицу времени, то чем выше урожай зерна, тем сложнее уборка. Снижается часовая производительность и, как следствие, дневная выработка, растягиваются сроки уборки, если не увеличить количество уборочной техники или не применить дорогостоящие высокопроизводительные машины, которые помимо своей высокой стоимости, являются довольно затратными с точки зрения обслуживания и расхода ГСМ [78, 143, 146, 158].

Соотношение зерна и соломы по массе оказывает огромное влияние на качество работы молотилки комбайна: чем выше соломистость тем ниже производительность, тем больше потери зерна.

Характеристика основных технологических свойств стеблестоя приведена в таблице 1.3.

Таблица 1.3 Показатели технологических свойств стеблестоя зерновых.

Показатель	Численное значение	Характеристика состояния стеблестоя
Урожайность зерна, ц/га	Более 40 20-40 10-20 Менее 10	Высокоурожайный Среднеурожайный Малоурожайный Низкоурожайный
Длина хлебостоя, см	Свыше 120 90-120 60-90 Менее 60	Длиннорослый Высокорослый Среднерослый Низкорослый
Густота хлебостоя, шт/м ²	Более 500 400-500 300-400 200-300 Менее 200	Очень густой Густой Нормальной густоты Среднегустой Изреженный
Соотношение зерна и соломы по массе	1:2-1:3,5 1:1-1:2 1:0,3-1:1	Высокосоломистый Среднесоломистый Малосоломистый
Засоренность по массе, %	Свыше 20 10-20 До 10	Сильная Средняя Слабая
Влажность зерна/соломы, %	Свыше 25/35 20-25/20-35 15-20/10-20 7-15/5-10 Ниже 7/5	Сырой Очень влажный Влажный Сухой Пересохлый

По другим культурам (крупяные, зернобобовые) численные значения могут быть несколько иными, но принцип характеристики состояния

стеблестоя присущ всем культурам без исключения. При этом сочетание численных значений состояния показателей может быть самым разнообразным, в зависимости от природно-хозяйственных условий зоны.

Особенностью всех биометрических показателей состояния стеблестоя является довольно существенное варьирование их в пространстве (по различным зонам страны и отдельным полям) и во времени (по годам и срокам уборки). При этом особенно неблагоприятное влияние на эффективность использования и качество работы зерноуборочной техники оказывает колебание этих показателей не только на различных полях, но и в пределах одного поля даже небольшого размера (10-30 га). Изменение урожайности и других биометрических показателей зерновых культур в условиях Российской Федерации показано в таблице 1.4.

Таблица 1.4 Варьирование биометрических показателей хлебной массы зерновых культур в среднем по РФ

Показатель	Культура	Среднее значение показателя			Среднеквадратическое отклонение			Коэффициент вариации		
		2009	2011	2013	2009	2011	2013	2009	2011	2013
Урожайность, ц/га	Озимая рожь	17	12,4	13	6,5	4,7	5,1	38,1	37,9	38
	Озимая пшеница	26	18,3	19,2	8,6	6,9	7,3	33,2	37,6	35,3
	Яровая пшеница	17	12,2	13,7	5,7	5,4	5,5	33,4	44	38,4
Влажность зерна, %	Озимая рожь	16,5	13	14,1	4,9	2	2,9	29,5	15,4	22
	Озимая пшеница	14,9	13,4	14,3	3,5	2	2,4	23,3	14,6	20,1
	Яровая пшеница	16,6	14,3	15,2	4,7	4,2	4,6	28,3	29,4	28,8
Выравненность зерна, %	Озимая рожь	86,4	66,4	74,1	9,8	12,4	10,7	11,3	18,6	14,7
	Озимая пшеница	82	62,8	72,5	13,6	8,7	11,3	16,6	13,8	15,2
	Яровая пшеница	92	70,6	79	8,3	12,6	9,9	9	17,8	16,1

В практической работе особенно важно знать варьирование биометрических показателей не вообще, а конкретно в пределах одного поля, только в этом случае можно применять соответствующие меры для обеспечения более равномерных показателей, характеризующих общее состояние стеблестоя в период уборки.

Варьирование различных биометрических показателей стеблестоя (на примере озимой ржи и озимой пшеницы) в пределах одного поля по годам показывают данные таблицы 1.5.

Таблица 1.5 Характеристика стеблестоя зерновых культур в пределах одного поля при уборке

Год	Урожайность, ц/га			Густота стеблестоя, шт/м ²			Высота стеблестоя, см			Урожай соломы, ц/га			Масса 1000 зёрен, г		
	<i>M</i>	α	ν	<i>M</i>	α	ν	<i>M</i>	<i>A</i>	ν	<i>M</i>	α	ν	<i>M</i>	α	ν
озимая пшеница															
2009	32,3	12,2	27,5	294	74	25,1	91	7	7,6	52,4	24,9	30,8	38,5	1,4	3,7
2010	27,1	11,2	24,8	431	73	16,9	100	10	9,7	48,6	17	34,9	47,9	5	10,5
2011	27,3	11,4	25	474	64	13,4	107	7	6,2	31,1	9,9	31,8	50,9	2	3,9
2012	33,4	13,3	31,2	319	57	18	91	11	12,3	31,3	24,1	33,8	45,6	2,8	6
2013	27,5	11,6	25,1	449	80	17,8	113	5	4,5	47,7	16,5	39,6	42,7	1,9	4,5
Средн.	29,5	11,9	26,7	393,4	69,6	18,2	100,4	8	8,1	42,2	18,5	34,2	45,1	2,6	5,7
озимая рожь															
2009	33,8	8	28,1	343	78	22,6	154	18	11,4	36,9	19	51,4	26,8	1,6	6
2010	27	13,8	29,3	257	88	34,3	145	7	4,6	35,5	16,1	45,2	33,7	1,7	5
2011	27,2	11,9	28,4	252	68	26,8	167	6	3,5	33,6	12,1	35,9	31,8	2,3	7,4
2012	34,5	12,7	31,7	359	72	20,1	145	8	5,7	38,1	17,6	28,3	31,1	1,4	4,4
2013	26,9	11,8	32,4	306	90	29,6	171	22	18,5	36,6	15,4	54,5	27,7	2,1	7,6
Средн.	29,9	11,6	30	303,4	79,2	26,7	156,4	12,6	8,7	36,1	16	43	30,2	1,8	6

Примечание: *M* – среднее значение показателя, α – среднеквадратическое отклонение, ν – коэффициент вариации, %.

Как можно видеть (таблица 1.5), в наибольшей степени варьируют урожай соломы, затем урожайность и густота стеблестоя. В гораздо меньшем диапазоне варьируют высота стеблестоя и массы 1000 штук зерен. Следует отметить, что закономерности варьирования данных показателей аналогичны для обеих рассмотренных культур. При этом в некоторые годы наблюдается значительная неравномерность стеблестоя на одном и том же поле, по урожаю зерна и соломы. Следовательно, улучшение агротехники возделывания позволит получить более равномерную густоту стояния хлебостоя на единице площади поля, что позволило бы заметно снизить неравномерность урожая зерна и соломы в пределах поля.

Варьирование биометрических показателей стеблестоя в пределах одного поля отмечено во всех зонах страны. Как установил Г.Е. Чепурин[149], коэффициент вариации густоты хлебостоя яровой пшеницы для восточных и юго-восточных регионов России при числе растений 350 шт/м² (урожайность 11-14 ц/га) составляет 21,2%, при 400 шт/м² (15-18 ц/га) – 19,6%, а при 450 шт/м² (18,5-21 ц/га) – 17,7%.

Среди множества биометрических показателей, характеризующих, состояние стеблестоя, на качество работы зерноуборочных машин и технологию послеуборочной обработки большое влияние оказывает влажность зерна. Данный показатель наиболее изменчив даже в пределах одного дня. Установлено, что влажность зерна на корню в течение суток подчинена следующей закономерности – утром и вечером она выше, чем днем, так как колебание влажности зерна связано с изменением относительной влажности воздуха.

Неравномерность влажности зерна также отмечается и в колосе. В нижней части колоса зерно чаще всего влажнее, чем в верхней. Данное различие укладывается в довольно значительный интервал – 10-41% при средней влажности 15,5%. К середине дня эта разность резко сокращается, в следствии чего зерно, обмолоченное утром, менее однородно по влажности отдельных зерен, нежели убранное и обмолоченное днем.

Неравномерность стеблестоя по влажности зерна усугубляется тем, что на различных участках поля влажность зерна колеблется в больших пределах. Например, коэффициент вариации данного показателя по озимой ржи – 24%, по овсу и ячменю – от 11,8 до 13,3% [78, 139, 151, 154, 156].

Влажность зерна на корню изменяется под воздействием многих естественных внешних факторов и внутренних свойств зерна: во время дождя, росы, высокой относительной влажности воздуха зерно быстро вбирает влагу, но при повышении температуры воздуха, наличии ветра, снижении относительной влажности воздуха также быстро просыхает. Все

это в равной степени относится и к зерну, дозревающему в валках (при двухфазной уборке).

1.3 Виды и источники потерь зерна.

Невозможность полного исключения потерь зерна при уборке является известным фактом. Однако данные потери можно и нужно минимизировать. Для решения данной задачи следует иметь представление о видах потерь, их причинах и факторах, влияющих на количество тех или иных видов потерь.

1.3.1 Классификация потерь зерна при уборке

По типам возникновения потери зерна подразделяются на биологические (естественные) – вызываемые естественными факторами, обусловленными природно-климатическими условиями, и механические – потери, возникающие в результате воздействия рабочих органов уборочных машин и по причине производственно-хозяйственных условий. Оба типа потерь могут носить прямой и косвенный характер. К прямым относят количественные потери урожая, к косвенным – качественные [63, 64, 137].

Биологические прямые потери включают осыпание зерна из колосьев [67] и даже обламывание целых колосьев, прорастание зерна на корню и в валках, снижение урожая от воздействия вредителей и болезней.

Биологические косвенные потери – это снижение качества зерна за счет ухудшения физико-механических и биологических свойств, которые включают обширный круг показателей – товарных, технологических, мукомольных, хлебопекарных, посевных и продуктивных. Источником биологических потерь зерна является срок уборки урожая, который включает начало и продолжительность уборки. Раннее начало, так же, как и затягивание уборки, приводит к значительному недобору урожая и резкому снижению качества зерна не только за счет биологических потерь, но и возрастания механических потерь под воздействием механизмов машин [48, 78, 105, 116].

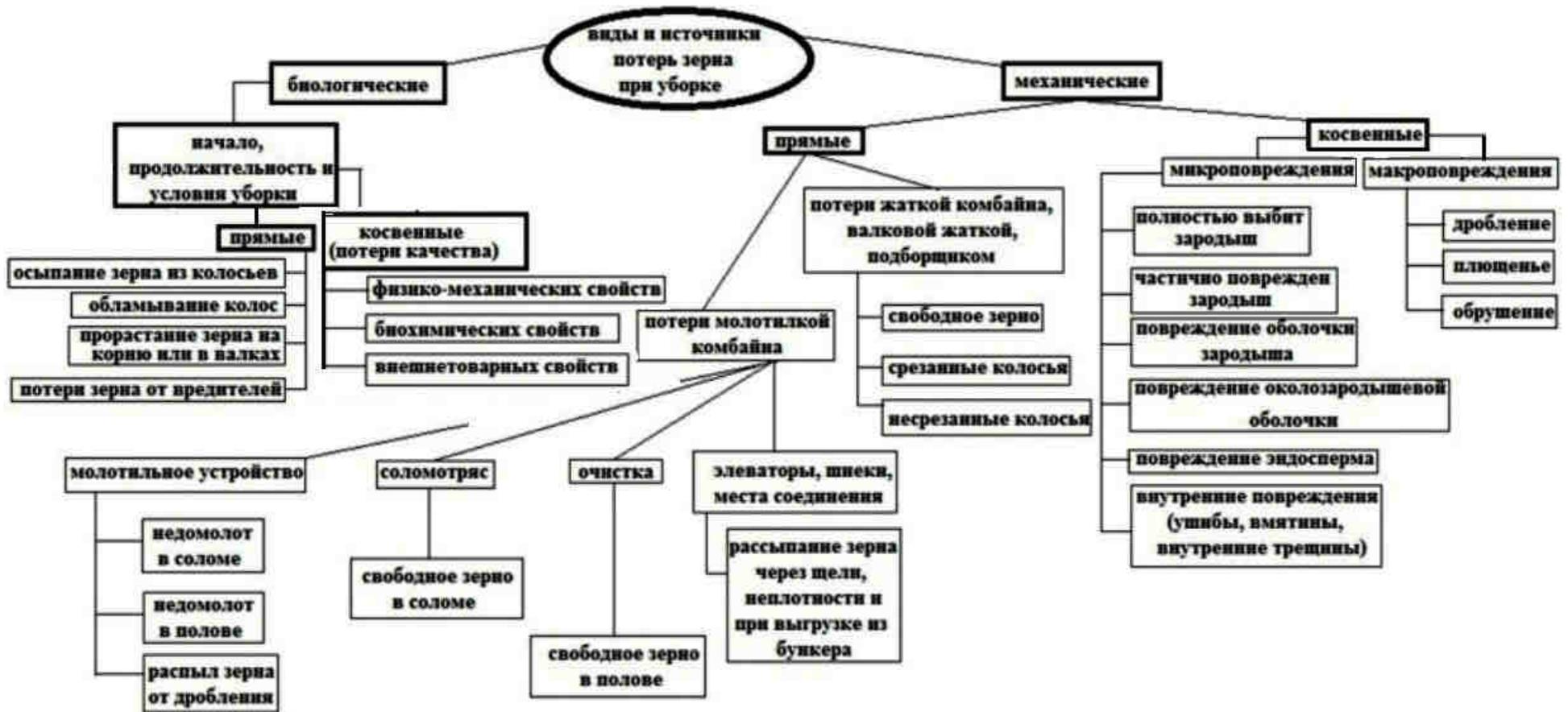


Рисунок 1.1 Классификация видов и источников потерь зерна при уборке

Механические прямые потери – это потери жатками и молотилками зерноуборочных комбайнов при обмолоте. К косвенным механическим потерям относят повреждение зерна рабочими органами машин, что отрицательно влияет на стойкость зерна к хранению, на товарные, хлебопекарные, посевные и продуктивные показатели.

Подробная классификация видов и источников потерь зерна приведена на схеме (рисунок 1), которая показывает обширность видов как прямых, так и косвенных потерь.

Соотношение между механическими и биологическими потерями. В зависимости от многих факторов может быть различным. Они могут быть примерно равны, а могут резко превышать друг друга. Следует иметь в виду, что растягивание сроков уборки приводит к более резкому увеличению прямых механических потерь по сравнению с биологическими.

1.4 Способы уборки зерновых культур и обоснование их выбора

Для механизированной уборки зерновых культур используют два способа: однофазный, или прямое комбайнирование, и двухфазный, или раздельное комбайнирование. Для их осуществления используют валковые жатки и зерноуборочные комбайны. При прямом способе уборки работает одна машина – зерноуборочный комбайн, который скашивает стеблестой и одновременно обмолачивает его за один проход. При раздельном способе уборки в операции задействованы два вида машин – валковая жатка и зерноуборочный комбайн. Вначале валковой жаткой стеблестой скашивают в валки, а после дозревания зерна и высыхания хлебной массы валки подбирают и обмолачивают комбайном с подборщиком.[48, 65, 78].

Выбор способа уборки в конкретных природно-хозяйственных условиях осуществляют, исходя из трёх факторов – природно-климатических особенностей зоны расположения хозяйства, агробиологического состояния хлебостоя в момент начала уборочных работ и оснащённости конкретно взятого хозяйства соответствующей уборочной техникой [39, 49, 78, 96, 153].

По степени влияния природно-климатических условий на уборочные процессы территорию нашей страны можно разделить на четыре зоны (рисунок 1.2) [80, 96, 98, 114, 150, 151]. Рисунок 1.2 выполнен в программной среде «MapInfo Professional 11.5».

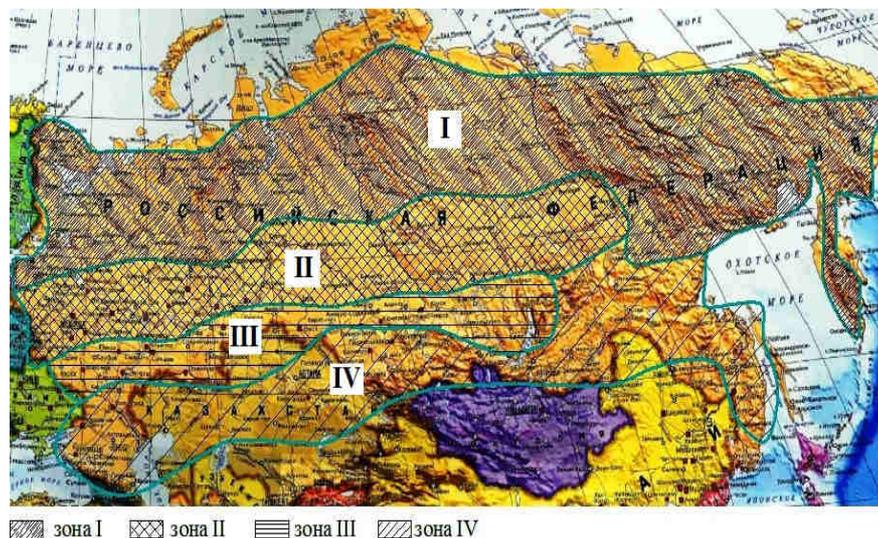


Рисунок 1.2 Зоны уборки зерновых культур различными способами в Российской Федерации

Первая зона (I) – северная часть страны. Включает северо-запад и северо-восточные области. Неблагоприятные агрометеорологические условия в период уборки составляют 70-80% лет, т.е. из каждых 10 лет только 2-3 года могут иметь хорошие погодные условия для уборки зерновых культур. Ежедекадно в период уборки бывает 4-5 дней с осадками около 30 мм. Средний дефицит влажности воздуха – 300 н/м². Высокая влажность воздуха при сравнительно теплой погоде зачастую приводит к прорастанию зерна на корню, а затягивание уборки – к осыпанию зерна и резкому ухудшению его качества. При обмолоте сырого зерна происходят значительные потери. Основной способ уборки – прямое комбайнирование. Раздельный способ в данных районах страны используется крайне редко, в исключительных случаях в некоторые годы, наиболее благоприятные по погодным условиям на засоренных полях. Имеет место применения много

фазного способа (близок к двухфазному, но обмолот производится стационарно).

Вторая зона(II) – включает незначительную часть северо-запада, Центрально-Нечерноземную зону, Средний Урал, Западную Сибирь (кроме юга Омской области и юго-запада Алтайского края). Вероятность благоприятных условий погоды во время уборки составляет только 40-60% лет. Около 50-70% валового сбора зерна требует сушки, так как уборочная влажность зерна зачастую достигает 22-25%. Дожди выпадают 3-4 раза в декаду. Дефицит влажности воздуха составляет 300-400н/м². Просыхание хлебной массы в валках достигает полной спелости одновременно со стеблестоем на корню. Высокая влажность воздуха, наличие росы по утрам и вечерам не позволяет работать зерноуборочным комбайнам более 10-12 часов в сутки. Валки зачастую ложатся на почву, а зерно в них частично прорастает. Поэтому в данной зоне предпочтительнее использовать прямое комбайнирование (75-78%), а отдельный способ применять только на отдельных полях (22-25%), затруднительных для прямого комбайнирования по агробиологическому состоянию хлебостоя (стеблестой с подгоном, сильно засоренный).

Третья зона(III) включает Центрально-Черноземную зону, автономные республики Поволжья, Башкирию и юго-запад Алтайского края. Вероятность благоприятных условий погоды во время уборки составляет 60-80% лет. При благоприятных погодных условиях зерноуборочная техника может работать 15-18 часов в сутки. Осадки составляют 20 мм в декаду. Средний декадный дефицит влажности воздуха около 800 н/м². Уборочная влажность зерна 18-20%, при этом 30-40% валового сбора зерна требуют сушки. Хлебная масса в валках просыхает за 6-8 дней. Эффективность прямого комбайнирования и отдельной уборки приблизительно равнозначна, оба способа в третьей зоне можно применять в одинаковой степени.

Четвертая зона (IV) – южная часть страны проходит, северная граница зоны проходит приблизительно по линии Самара-Оренбург-Челябинск.

Вероятность благоприятных условий погоды во время уборки составляет 80-90% лет, то есть из каждых десяти лет 1-2 года подвержены отклонениям от нормальных условий.

В период уборки в четвертой зоне условия благоприятны для работы уборочных агрегатов по 20-22 часа в сутки. В декаду могут выпадать 1-2 раза небольшие дожди (до 10 мм осадков). Средний декадный дефицит влажности воздуха в этот период составляет 1000-1500 н/м². Это позволяет до 80-90% валового сбора зерна убирать с кондиционной влажностью. Стеблестой, скошенный в валки, просыхает за 4-5 дней. Наиболее эффективный, а отсюда предпочтительный и основной способ уборки – раздельный [47, 72, 75, 78].

На эффективность работы жаток комбайнов или валковых жаток влияет состояние стеблестоя на поле, который может быть прямостоячим, полеглым, пониклым, спутанным и в различной степени засоренным.

Прямым комбайнированием обязательно следует убирать изреженный низкорослый хлебостой – высота растений ниже 70см и густота менее 300шт/м², – равномерно созревающие культуры, незасоренные и сухие участки зерновых культур. Неравномерность стеблестоя при двухфазной уборке вызывает формирование валка с большим варьированием биометрических показателей, характеризующих валок.

Как известно, раздельную уборку организационно осуществляют по двум основным вариантам:

- последовательным использованием машин, когда вначале стеблестой скашивают в валки жатками, а затем их подбирают зерноуборочными комбайнами;

- параллельным использованием машин, когда скашивают и подбирают валки после подсыхания хлебной массы параллельно.

По первому варианту двухфазную уборку организуют при недостатке машин для уборки посевных площадей возделываемых зерновых культур в агротехнические сроки. При этом число дней скашивания стеблестоя в валки

и число дней подбора хлебной массы в сумме должно быть равно рекомендуемой продолжительности отдельной уборки.

По второму варианту скашивание стеблестоя в валки и подбор хлебной массы ведут параллельно (одновременно), но со сдвигом подбора валков на число дней, необходимое для дозревания зерна и подсыхания хлебной массы.

Общий принцип определения площади скашивания хлебостоя в валки – скашиваются хлеба с такой площади, с которой валки могут быть подобраны и обмолочены до начала прорастания зерна в валках.

Следует отметить, что, исходя из вышеизложенного, Оренбургская область, на территории которой и планируется проводить исследования, находится в третьей зоне (III). Поскольку для данной зоны предпочтительным способом уборки зерновых является отдельный, то в дальнейшей работе будем рассматривать его. Также следует отметить, что данные исследования не будут иметь узкую направленность на один регион – условия возделывания зерновых в Оренбургской области сопоставимы с условиями в ряде других регионов – юга Челябинской области, степной части Ставропольского края, Ростовской, Саратовской, Волгоградской, Самарской областей России, а также северных областей Казахстана.

1.5 Требования к валку, способы их формирования и потери при двухфазной уборке зерновых культур

Важную роль в решении вопросов отдельной уборки зерновых – совершенствования конструктивно-технологических параметров валковых жаток и способов формирования образуемых ими валков, имеют работы Баранова А.Л., Бледных В.В., Бугрова А.Н., Будко А.И., Важенина А.Н., Воцкого З.И., Горячкина В.П., Джамбуршина А.Ш., Ерохина М.Н., Жалнина Э.В., Жука Я.М., Завражнова А.И., Клемина Н.И., Кондаурова Д.И., Константинова М.М., Косилова Н.И., Летошнева М.Н., Липковича Э.И., Ловчикова А.П., Лукиных Г.Ф., Мещерякова В.А., Недовесова В.И., Окунева Г.А., Пенкина М.Г., Пермякова А.Ф.,

Пугачева А.Н., Селихова В.Т., Терскова Г.Д., Халанского В.М., Чепурина Г.Е., Шепелева С.Д. и др.

Срезанные и уложенные определенным образом на стерню стебли представляют валок. К определяющим параметрам хлебного валка относятся ширина, толщина, форма, структура, линейная плотность и высота его расположения над почвой. Вышеназванные параметры оказывают большое влияние на дозревание зерен, просыхание стеблей и эффективность последующих процессов подбора и обмолота [38, 45, 133, 134, 149].

Известно несколько типов валков (рисунок 1.3), которые отличаются друг от друга как способом формирования, так и агротехническими особенностями [37, 118].



Рисунок 1.3 Виды валков, формируемых валковыми жатками

Растильный валок образуется простой укладкой срезанных стеблей на стерню по принципу безвалковых косилок. Такой вариант обеспечивает интенсивную сушку массы, однако многие стебли и колосья проваливаются сквозь стерню на землю, что приводит к потерям при подборе.

Группирование стебельной массы в валках может осуществляться с помощью только пассивных элементов: скатных досок, отражателей, суживателей и т.п. Стебли в этом случае располагаются беспорядочно, и валок не имеет стабильных размеров. Валки формируются преимущественно

при помощи одного или двух движущихся навстречу транспортеров. При втором варианте достигается наиболее равномерное распределение зерна и стеблевой массы по длине и ширине вала. Если принять, что пропускная способность молотилки на подборе одинарного вала с боковой укладкой стеблей составляет номинальные 100%, то при подборе одинарного встречно-поточного вала колосом наружу она увеличивается на 10-15%, при подборе одинарного широкого тонкослойного – на 20-25%, а при подборе сдвоенного вала с боковой укладкой – на 5-10%.

Мощность хлебного вала определяется исполнителем операции аккумулярования хлебной массы [100, 119]. Поэтому признаку способы формирования валков подразделяются следующим образом [69, 71, 117]:

- Аккумулярование срезанной массы в направлении, перпендикулярном рабочему ходу жатки. Данный вариант аккумулярования хлебной массы не обеспечивает формирование вала необходимой мощности и концентрации при переменной урожайности, поскольку жатки имеют ограниченную ширину захвата. Валки, формируемые жатками при этом способе, некачественные. Под качеством валков подразумевается: равномерность распределения колосьев и стеблей по длине и ширине вала, устойчивость вала на стерне, отсутствие прорастания зерна и т.д. Таким способом формируют валки многие базовые жатки – ЖВН-6А, ЖВН-10 и др. [88, 116, 120, 148].

- Комбинированное аккумулярование срезанной массы. Формирование валков комбинированным способом осуществляется жатками, снабженными рулонными или ленточными аккумуляторами. Накопившаяся масса сгружается порцией на стерню за счет увеличения скорости движения транспортера-аккумулятора или реверсивным движением транспортера или ленты, при этом сгружаемая хлебная масса соединяется с вновь скашиваемой [40, 46]. Недостатком данного способа является то, что валки при разгрузке подвергаются ворошению, а сам накопитель, установленный в выгрузном окне жаток, приминает стерню. Это нарушает связность и устойчивость

валков. При подборе таких валков возрастают потери за подборщиком. На формирование подобных валков затрачиваются дополнительные мощности на протаскивание накопителя по полю [104, 111].

- Аккумуляция срезанной хлебной массы в направлении рабочего хода жатвенного агрегата. Растительную массу после скашивания предварительно собирают на транспортере, движущемся противоположно движению жатки со скоростью, меньшей скорости МЭС. При достижении момента образования валка хлебная масса укладывается отдельной порцией благодаря повышению скорости транспортера [103, 112]. Валки получаются с заданными параметрами независимо от урожайности, обеспечивают полную загрузку молотилки высокопроизводительных зерноуборочных комбайнов.

В процессе работы над созданием жатки накопителя в ЧИМЭСХ пришли к выводу о том, что первый и второй способы не могут быть использованы. Недостатком первого является то, что мощность валка при этом способе определяется только шириной захвата жатки, а ширина ограничивается техническими условиями. Вследствие прерывистости валков при комбинированном способе комбайны на поле имеют длинные проходы, снижающие эффективность уборки.

По влажности стеблестой бывает пересошим – влажность зерна 6-7%, влажность соломы 4-5%, сухим – соответственно 7-16% и 5-10%, влажным – 16-20% и 10-20%, очень влажным – 20-25% и 20-35%, сырым – более 25% и более 35% соответственно. Интенсивность сушки снижается с увеличением толщины валка и уменьшением его впускности [32, 72, 140]. Так, за счет увеличения толщины валка с 50 до 200 мм интенсивность сушки зерна в валке уменьшается в 2 раза. Для ускорения сушки валки впускают или перемещают на другое место.

В целях обеспечения оптимальных условий дозревания зерна, толщину валка необходимо выбирать в зависимости от климатической зоны и погодных условий. При низкой температуре и высокой влажности воздуха целесообразно формировать тонкие валки толщиной 70-100мм с линейной

плотностью не более 2,5 кг/м. При высокой температуре и низкой влажности воздуха – толщина валка 150-250 мм, а линейная плотность 3,5-5 кг/м. Следует учитывать тот факт, что с уменьшением толщины валка снижается его связность и повышаются потери. При неравномерной линейной плотности валка увеличиваются потери при подборе и обмолоте [89, 91, 94].

Валок должен иметь вполне определенную структуру. Понятие структуры валка включает взаимное расположение стеблей, их ориентацию относительно валка, распределение колосьев по толщине и ширине. Когда стебли в валках ориентированы вдоль хода жатки с отклонением на 15-25°, то колосья укладываются поверх ранее срезанных внахлест. Валок получается связным и поступает на подборщик сплошным. Такой валок устойчив к оседанию, меньше подвержен разбрасыванию ветром и быстро сохнет. Колосья в таком валке равномерно распределены по ширине.

Если стебли в валке располагаются под большим углом или поперек направления движения агрегата, то все колосья оказываются сконцентрированными на одной стороне валка, что приводит к неравномерной загрузке молотилки. Помимо этого часть валка, где сосредоточены колосья, оказывается тяжелой и проседает сильнее. В случае осадков вода стекает на колосья, отчего семена намокают и портятся.

При неустойчивой или прохладной погоде в период скашивания валок толщиной более 250мм просыхает неравномерно, что затрудняет обмолот.

На сегодняшний день одной из наиболее распространенных валковых жаток является ЖВН-6А. Однако следует отметить, что формируемый ею валок по своим параметрам соответствует далеко не каждым природно климатическим условиям регионов страны, в частности он не в полной мере соответствует и условия Южного Урала [90, 99].

При уборке зерновых культур правильно сформированный валок должен удовлетворять следующим требованиям [63, 73]:

- 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 [155].

Потери зерна во время работы валковой жатки включают три вида: потери свободным зерном, выбитым из колосьев рабочими органами жатки или вытертые из колоса в результате трения о рабочие поверхности, срезанными колосьями и не срезанными колосьями. [64, 76, 82, 137].

Таким образом, для снижения потерь при отдельной уборке зерновых культур необходимо формировать валки с расположением колосьев на поверхности.

1.6 Недостатки валковых жаток

Подробно классификация валков жаток рассмотрена в Приложении 5. При всех достоинствах рассмотренных жаток, следует отметить и существующие недостатки. В качестве недостатков проанализированных конструкций следует отметить неспособность большинства жаток создавать валок регулируемой концентрации вне зависимости от урожайности либо варьирование данного показателя в недостаточном диапазоне, значительная его зависимость от условий на конкретно взятом поле; трудности в стыковке вновь выгружаемых порций и уже выгруженных – это приводит к несимметричному расположению валка по всей длине (нестыковка достигает 2,5м), что доставляет существенные трудности при подборе; высокую

энергозатратность отдельной уборки и дополнительное давление на почву тяжелых машин (необходимость использовать МЭС при работе жатки и, далее, применять зерноуборочные комбайны, что удваивает количество проходов техники по полю); высокие потери за существующими жатками и их довольно значимую зависимость от конкретных условий, т.е. недостаточная универсальность жатвенных машин. Два последних недостатка имеют зависимость и с тем фактом, что в недостаточной степени разработан вопрос повышения производительности агрегатов: при меньшей загрузке техники на двухфазной уборке была бы возможность повысить производительность работ, а при повышении производительности сократились бы сроки уборки, что позволило бы значительно снизить потери зерна, возникающие в результате нарушения агротехнических сроков. Перечисленные выше недостатки следует устранять, проектируя новые машины и механизмы, в которых будут предусмотрены меры по повышению качества работы машин и учтены достоинства уже разработанной и внедренной техники.

1.7 Цель и задачи исследования

Анализ практического опыта и научных трудов, направленных на изучение и совершенствование процесса уборки зерновых культур отдельным способом, а так же принципа работы и конструктивных особенностей существующих валковых жаток, проведенный нами и изложенный в рамках первой главы, позволил сформулировать цель и задачи исследования.

Цель работы. Повысить эффективность процесса выгрузки валка порционной жаткой путем создания устройства для сбора свободного зерна с обоснованием его параметров и обеспечения равномерности формируемой валковой полосы.

Задачи исследования:

1. Выполнить теоретические и экспериментальные исследования порционной жатки с устройством для сбора свободного зерна и установить

закономерности для определения оптимальных режимов и параметров процесса выгрузки порции валка, обеспечивающие уменьшение потерь зерна.

2. Разработать конструкцию порционной жатки с устройством для сбора свободного зерна, обеспечивающую снижение потерь зерна в сравнении с базовыми жатвенными агрегатами и формирование качественного хлебного валка посредством оптимизации процесса выгрузки порции.

3. Разработать навигационный программно-аппаратный комплекс, позволяющий повысить качество формируемой валковой полосы за счет повышения точности при выгрузке порции, провести его полевые испытания и оценить их результаты.

4. Дать оценку экономической эффективности применения порционной жатки.

2. Теоретическое обоснование конструктивно-технологических параметров порционной жатки

2.1 Разработка конструктивно-технологической схемы порционной жатки

Проанализировав ныне существующие конструкции валковых жаток, образующих порционный валок и их технологические процессы (раздел 1) мы отметили их достоинства и определили недостатки. Это позволило нам разработать порционную жатку (рисунок 2.1), предназначенную для функционирования при двухфазной уборке зерновых, конструкция и технологический процесс которой позволяют снизить потери зерна, а также оптимизировать процесс выгрузки валка и его стыковки с предыдущими порциями (патент РФ на изобретение № 2523847, приложение 1).

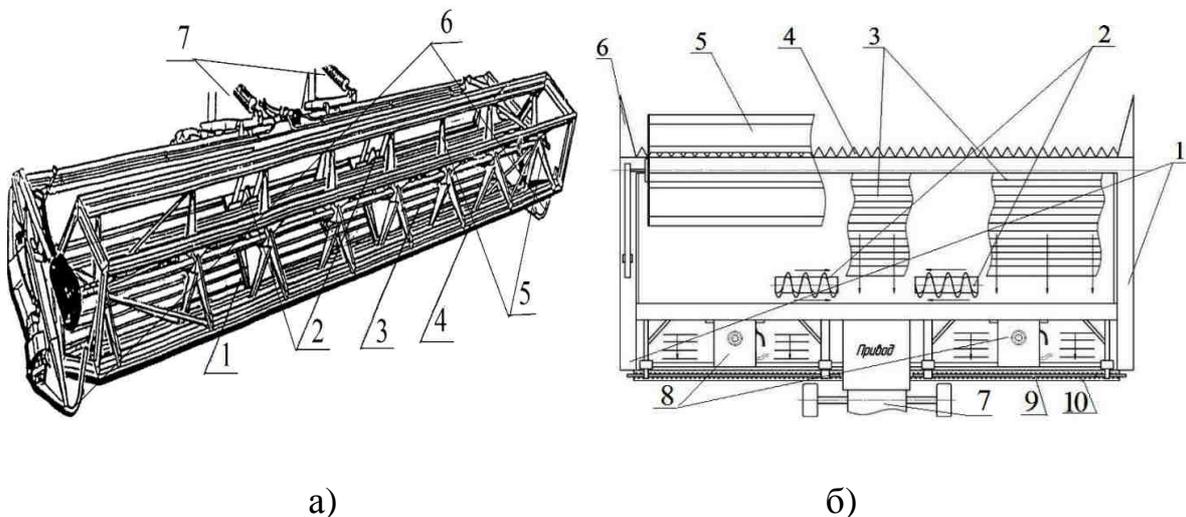


Рисунок 2.1 – Порционная жатка: а) общий вид; б) вид сверху:
 1-рама жатки; 2- устройства отвода хлебной массы от колес; 3- транспортер;
 4- режущий аппарат; 5- мотовило; 6-делители; 7-навеска; 8-бункер для
 свободного зерна; 9-решето с воронками; 10-выгрузная заслонка

Данная жатка выполнена в навесном варианте, так как это исполнение имеет ряд преимуществ перед прицепным – такой вариант агрегатирования

даёт большую маневренность и обеспечивает оптимальный обзор всего технологического процесса для механизатора.

Основными узлами жатки являются мотовило, режущий аппарат, устройства для отвода хлебной массы от колес мобильного энергетического средства (шнековые делители), установленный за режущим аппаратом транспортер и устройство для сбора свободного зерна. В конце транспортера расположена выгрузная планка со щетками, соединенная с механизмом подъема. Помимо перечисленных узлов важную роль играют механизмы привода и гидравлическая система привода основных узлов (приложение б), причём транспортер и шнековые делители имеют общий привод.

Технологический процесс предлагаемой жатки выглядит следующим образом (рисунок 2.2). 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).

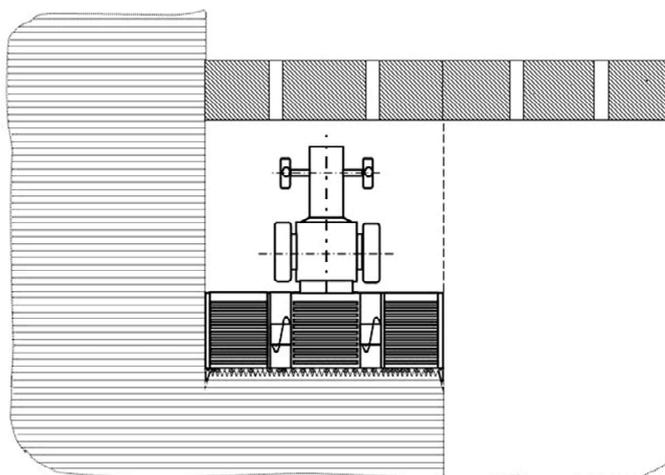


Рисунок 2.2 – Технологическая схема работы порционной жатки

Устройства для отвода хлебной массы от колес непрерывно сдвигают скошенную массу на слой, срезанный ранее, находящийся на транспортере. По мере накопления массы на транспортере стебли перемещаются от

режущего аппарата к решетку с воронками и заслонке, которая предотвращает выдувание стеблей и колосьев, и расположенным на ней щеткам, которые не допускают преждевременный сход массы. Происходит процесс аккумуляции хлебной массы на транспортере (на его ленте) и частично на решетке. В момент окончания накапливания хлебной массы и достижения полосы формирования валка заслонка со щетками поднимается посредством механизма подъема и повышается скорость движения транспортера. В результате вышеописанных действий порция укладывается на стержень. Стоит отметить, что при этом вновь выгружаемые порции пристыковываются к порциям, сгруженным при предыдущих проходах.

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

Отличительная конструктивная особенность предлагаемой жатки – устройство для сбора свободного зерна с датчиком заполнения бункера.

На рисунке 2.1б можно видеть расположение основных узлов устройства для сбора свободного зерна. Условно данное можно подразделить бункер 8 и решето с воронками 9.

Бункер для зерна, вышедшего из колоса во время скашивания и транспортирования хлебной массы, представляет емкость, которая посредством конусной камеры соединяется внутренней полостью с вентилятором (рисунок 2.3).

Конструкция устройства для сбора свободного зерна помимо вышеназванных узлов включает установленные под транспортером жатки решето 3 и воронки 4 (рисунок 2.4). Между транспортером и решетом установлены щетки, которые предотвращают сход зерна в зазор между транспортером и решетом. Проходя через решето, зерно очищается от крупных примесей и поступает в воронки 4 под действием разряжения,

создаваемого вентилятором. Из воронок зерно по трубопроводу поступает в бункер.

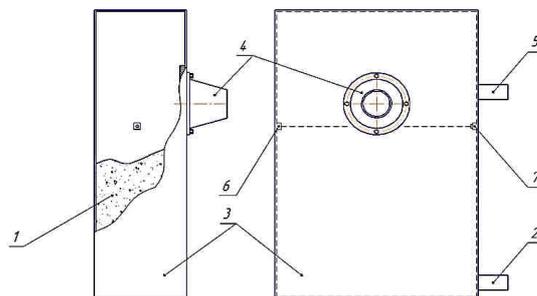


Рисунок 2.3 – Схема бункера устройства для сбора свободного зерна с датчиком заполнения бункера: 1- зерно; 2- трубопровод для пневматической разгрузки; 3- корпус бункера; 4- конусная камера (камера разряжения); 5- трубопровод для поступления зерна; 6- приемник света; 7- источник света.

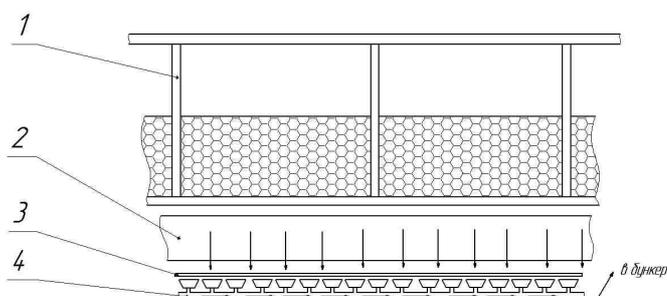


Рисунок 2.4 – Схема расположения решета и воронок устройства для сбора свободного зерна: 1- выгрузная заслонка; 2- транспортер; 3- решето; 4- воронки.

Принцип работы устройства для сбора свободного зерна заключается в том, что в бункере с помощью вентилятора через конусную камеру создается разряжение, которое по трубопроводу достигает воронок. Свободное зерно, проходя через решето, препятствующее сходу к воронкам основной стебельной массы, попутно очищается от крупных примесей и засасывается в воронки. Далее по трубопроводу оно поступает в бункер. О заполнении данного бункера зерном свидетельствует сигнал, поступающий в кабину МЭС от датчика заполнения. Для выгрузки зерна вентилятор подключают к трубопроводу для пневматической разгрузки и с помощью циклона,

закрепленного на конце трубопровода, осуществляется пневматическая разгрузка бункера.

После общего анализа работы порционной жатки целесообразно рассмотреть некоторые её узлы и механизмы, а также их технологический процесс подробнее

2.2. Обоснование процесса выгрузки хлебной массы при использовании устройства для сбора свободного зерна

Существенной конструктивной особенностью рассматриваемой нами жатки является наличие среди прочих узлов и деталей устройства для сбора свободного зерна, находящегося на транспортере. Принцип его функционирования был рассмотрен в разделе 2.1. Теперь целесообразно изучить закономерности работы данного устройства и проанализировать его взаимодействие с другими узлами жатки, что позволит нам выявить важные для общего технологического процесса рассматриваемой жатки режимно-технологические и конструктивные параметры.

Устройство для сбора свободного зерна, предназначенное для предотвращения и минимизации соответствующих потерь, вступает в технологический процесс жатки непосредственно после её транспортера, соприкасаясь с последним своим решетом, и конструктивно являясь как бы его продолжением (рисунок 2.1, б, рисунок 2.4).

Режимы и параметры работы транспортера порционной жатки были рассмотрены и обоснованы в ряде работ, в частности в [41, 48, 77, 78, 81, 84]. Особая роль в них отводится обоснованию закономерностей движения массы на транспортере и её выгрузки на стерню. Также в этих работах довольно подробно рассмотрены и обоснованы скоростные режимы транспортёра, их соотношения с другими параметрами функционирования жатки и вопрос оптимальных габаритных параметров узлов и деталей транспортера, в частности, его длины и ширины. Однако, в нашем случае необходимо учитывать важное отличие – масса не сходит с подвижного транспортера на

стерню сразу, а предварительно преодолевает неподвижное решето. Очевидно, что данное обстоятельство не может не повлиять на закономерности, характеризующие процесс выгрузки порции, также весьма вероятно, что при определенных условиях наличие решета может оказать негативное влияние на процесс выгрузки, что приведет к потерям качества валка. В этой связи целесообразно рассмотреть процесс выгрузки хлебной массы с учетом её контакта с решетом и установить оптимальные параметры, характеризующие данный процесс, позволяющие при получении необходимого полезного эффекта применения рассматриваемого устройства – сбора свободного зерна, исключить нарушение условий, необходимых для получения валка высокого качества и минимизации других видов потерь зерна.

При рассмотрении процесса работы порционной жатки был принят ряд условий, которые распространяются на весь процесс движения скошенной массы – от режущего аппарата до выгрузки:

- лента транспортера и жатвенный агрегат движутся равномерно с разными скоростями;
- скашиваемые стебли равномерно распределены по полю и являются прямостоящими;
- срезанные стебли укладываются на транспортерную ленту по ходу движения жатки, под прямым углом к режущему аппарату;
- послонное смещение стеблей не учитывается;
- габаритные характеристики всех стеблей и колосьев одинаковы.

Масса движется по транспортеру от режущего аппарата к выгрузке, располагаясь на транспортерной ленте связным слоем, а транспортер расположен горизонтально и имеет однородную поверхность, что позволяет принять следующее допущение – слой хлебной массы на транспортере будем рассматривать, как однородное тело. С другой стороны, перед выгрузкой, часть массы, наиболее близкая к выгрузному окну оказывается на решете. Данная часть по прежнему сохраняет внутреннюю связность, ее всё еще

можно рассматривать, как однородное тело в силу вышеозначенного допущения, однако поверхность под ней имеет другие характеристики, нежели лента транспортёра – решето неподвижно и имеет другие характеристики поверхности. Исходя из вышесказанного, примем еще одно допущение – будем рассматривать слои хлебной массы на транспортере и на решете как два различных однородных тела, состоящих из одного материала и имеющих непосредственный контакт на стыке ленты транспортёра и решета. На рисунке 2.5 представлена соответствующая схема расположения и движения хлебной массы на жатке, где m_1 – масса формируемой порции, находящейся на решете устройства для сбора свободного зерна, m_2 – масса порции на транспортерной ленте, v_T - скорость движения транспортера.

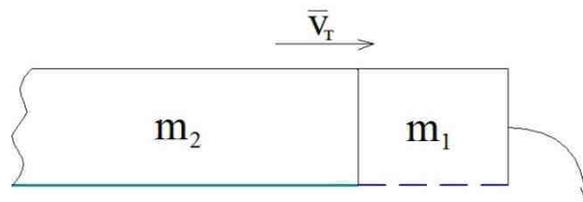


Рисунок 2.5 – Схема распределения хлебной массы на транспортере и решете при выгрузке порции

Исходя из всего, сказанного выше, в рамках наших исследований наибольший интерес представляет движение скошенной массы по решету. Рассмотрим данную составляющую технологического процесса порционной жатки подробнее (рисунок 2.6). На хлебную массу m_1 , находящуюся на решете устройства для сбора свободного зерна, осуществляют воздействие сила тяжести m_1g , нормальная сила N_1 (реакция решета на находящуюся на нем хлебную массу, $N_1 = m_1g$).

Помимо названных сил на скошенную массу на решете действуют возникающая при контакте движущегося к выгрузному окну хлебного слоя с неподвижным решетом сила трения $F_{тр}$, сила засасывания $F_{зс}$, создаваемая в результате рабочего процесса устройства для сбора свободного зерна и сила

F_{MT} , являющаяся результатом воздействия на массу на решетке, массы m_2 (рисунок 2.5) на транспортере, движущейся в направлении выгрузного окна со скоростью транспортерной ленты.

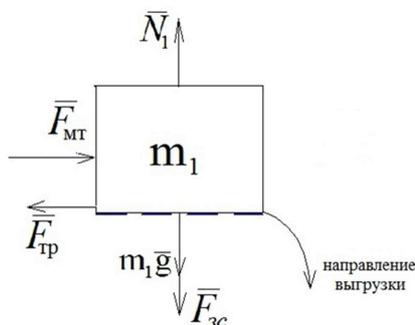


Рисунок 2.6 – Схема сил при движении хлебной массы по решетку.

Теперь рассмотрим подробнее некоторые силы, воздействующие на массу m_1 . Сила трения $F_{\text{тр}}$ фактически является результатом трения хлебной массы о металл решета, тогда можем записать для нее стандартное равенство: $F_{\text{тр}} = f_{\text{реу}} N_1 = f_{\text{реу}} m_1 g$. Однако очевидно, что решето имеет несплошную поверхность, в которой контур решета перемежается с отверстиями. Данным фактом можно было бы пренебречь в качестве еще одного допущения, так как отверстия сами по себе не оказывали бы существенного влияния на движение массы, т.к. габаритные размеры стеблей значительно больше габаритов отверстий. Однако такое допущение в нашем случае привело бы к искажению принципа работы устройства для сбора опавшего зерна, а именно, рассматривая поверхность решета, как сплошную, мы были бы должны исключить силу засасывания $F_{\text{зс}}$. Данную силу мы рассматриваем, как суммарное действие на массу засасывания через отверстия решёт, которое возникает вследствие создаваемого вентилятором устройства для сбора свободного зерна разряжения для засасывания сквозь решето зерна, которое без действия разряжения могло бы преодолеть отверстия решет в силу кинематических особенностей своего перемещения. С другой стороны понятно, что сила засасывания действует на массу только через отверстия решет и не имеет возможности

воздействовать на нее через металлическую часть решета. В итоге имеем следующую картину: на металлической части рассматриваемого решета перемещению хлебной массы препятствует сила трения $F_{\text{тр}}$, а в отверстиях препятствие для перемещения создаёт сила засасывания $F_{\text{зс}}$ (рисунок 2.7). Если учесть, что перемещение материала происходит только в горизонтальной плоскости, то можно рассмотреть действие силы засасывания как дополнительное трение движущегося материала о решето, представив решето в данном случае, как поверхность, состоящую из двух материалов с различными коэффициентами трения.

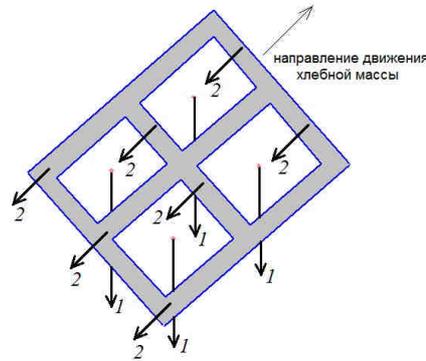


Рисунок 2.7 – Схема действия препятствующих перемещению хлебной массы по участку решета факторов: 1- действие засасывания через ячейки решета; 2 – действие трения по поверхности решета

Тогда можем ввести силу, включающую в себя действие силы трения $F_{\text{тр}}$ и дополнительного трения, создаваемого за счёт силы засасывания. Назовём её комплексной силой трения и обозначим как $F_{\text{к.тр}}$. В таком случае движение массы по решетку будет иметь вид, показанной на рисунке 2.8.

Тогда выражение, описывающее движение хлебной массы по решетку:

$$F_{\text{мт}} - F_{\text{к.тр}} = m_1 a_{\text{реш}}, \quad (2.1)$$

или

$$F_{\text{мт}} - m_1 g (f_{\text{реш}} + f_{\text{зс}}) = m_1 a_{\text{реш}}, \quad (2.2)$$

где $a_{\text{реш}}$ – ускорение хлебной массы на решетке, м/с^2 ; $f_{\text{реш}}$ – коэффициент трения хлебной массы о решето; $f_{\text{зс}}$ – коэффициент трения, эквивалентного

воздействию засасывания, препятствующему движению хлебной массы;
 g – ускорение свободного падения тела, $g=9,81 \text{ м/с}^2$.

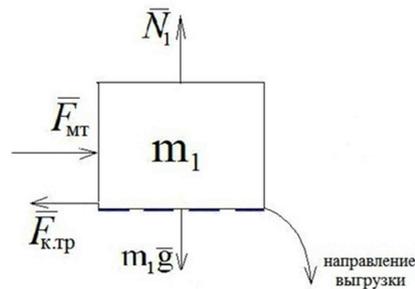


Рисунок 2.8 – Схема движения хлебной массы по решету с учетом комплексной силы трения

Сила воздействия массы, движущейся на транспортере, на массу на решете ($F_{мт}$), по своей сути является реактивной, т.к. возникает только в результате соприкосновения хлебных масс на решете и на транспортере. До того момента, как масса достигает решета и разделяется на две части, как показано на рисунке 2.5, она находится на ленте транспортера, относительная её скорость равна нулю, поскольку она движется со скоростью транспортерной ленты, находясь в состоянии устоявшегося движения, после своей укладки мотовилом на транспортер. Условием для возникновения рассматриваемой нами силы, является движение хлебной массы на транспортере относительно него: часть массы, оказавшаяся на неподвижном решете в первый момент времени продолжает некоторое движение по инерции, которое замедляется за счет силы комплексного трения $F_{к.тр}$ (рисунок 2.8). В тот же момент времени масса, остающаяся на транспортере, продолжает движение со своей прежней скоростью (скоростью транспортера), упираясь в массу на решете, теряющую свою прежнюю скорость. В сущности, именно масса на решете, находящаяся теперь в неустоявшемся движении, осуществляет давление, на соприкасающуюся с ней массу на транспортере, неподвижную в той же системе отсчета, как бы

пытаясь сдвинуть ее в направлении, обратном направлению выгрузки – это выводит последнюю из равновесия (рисунок 2.9).

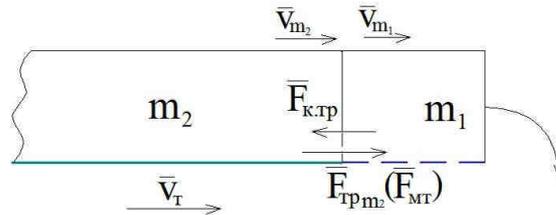


Рисунок 2.9 – Схема взаимодействия хлебной массы на транспортере и на решете

Данное условие соблюдается при выполнении следующего соотношения скоростей транспортера, массы на нем и массы на решете:

$$v_{m1} < v_{m2} < v_T \quad (2.3)$$

В этой ситуации между лентой и массой на ней возникает сила трения, которая, как известно, всегда направлена в сторону, противоположную воздействию, т.е. в нашем случае возникшая сила трения $F_{трm2}$ направлена в сторону выгрузки и именно эта сила создает необходимое давление массы на транспортере на массу на решете. Исходя из вышесказанного сила F_{MT} фактически является силой трения, сонаправленной с движением транспортера и будет справедливо следующее её выражение:

$$F_{MT} = F_{трm2} = f_{тр} m_2 g \quad (2.4)$$

где $f_{тр}$ – коэффициент трения между транспортером и хлебной массой;
 m_2 – масса порции на транспортерной ленте, кг.

Подставляя полученное выражение 2.4 в формулу 2.2, получим следующую зависимость:

$$f_{mp} m_2 g - m_1 g (f_{реш} + f_{зс}) = m_1 a_{реш}, \quad (2.5)$$

или, с учётом того, что $m = m_1 + m_2$

$$f_{mp} g (m - m_1) - m_1 g (f_{реш} + f_{зс}) = m_1 a_{реш} \quad (2.6)$$

После ряда преобразований зависимости 2.7 запишем выражение, описывающее закон движения хлебной массы по решету устройства для сбора свободного зерна во время выгрузки порции:

$$a_{\text{реш}} = g \left[f_T \left(\frac{m}{m_1} - 1 \right) - f_{\text{реш}} - f_{\text{зс}} \right], \text{ м/с}^2 \quad (2.7)$$

Таким образом, в результате проведенных аналитических и теоретических исследований, были выявлены основные факторы, от значений которых зависит процесс выгрузки хлебной массы в валок при наличии устройства для сбора свободного зерна, а также установлена их взаимосвязь.

2.3. Определение параметров вентилятора устройства для сбора свободного зерна

Вентилятор является одним из основных частей конструкции устройства сбора свободного зерна. Поэтому важно и целесообразно рассмотреть теоретические зависимости и факторы, которые влияют на его рабочие характеристики, так как это позволит выбрать оптимальный вентилятор.

Вентиляторы бывают осевые и радиальные: в первых воздух движется параллельно оси вращения, во-вторых – перпендикулярно, по радиусам от центра к периферии. Существенный недостаток осевых вентиляторов заключается в том, что действие лопастей по их длине на частицы воздуха неодинаково: чем ближе частицы воздуха находятся к центру, тем менее они захватываются лопастями; конструкция этой системы мало разработана. Осевые вентиляторы дают сравнительно небольшое разрежение. Потому наиболее выгодным вариантом будет применение радиального вентилятора.

Основные параметры вентилятора – это мощность привода вентилятора, частота его вращения и потребный расход воздуха [50, 74, 95, 141].

Мощность привода для вентилятора можно рассчитать[141]:

$$N_e \geq \frac{K_{\text{зв}} \cdot V \cdot L_m}{\eta_{\text{пр}} \cdot \eta_e}, \text{ Вт} \quad (2.8)$$

Где: $K_{\text{зв}}$ - коэффициент запаса, равный 1,6[141]; V - потребный расход

воздуха $\text{м}^3/\text{с}$; L_m - теоретическое давление вентилятора при разрежении, Па[141]; η_e - КПД центробежного вентилятора 0,4 [141]; η_{np} - КПД привода 0,7[141].

Теоретическое давление вентилятора при разрежении выбирается из графика[141] в зависимости от разрежения P :

$$P = 10^5 - \Delta P_{\text{общ}}, \text{ Па} \quad (2.9)$$

где: ΔP_{Σ} - общая потеря давления [141]:

$$\Delta P_{\text{общ}} = \Delta P_B + \Delta P_M + \Delta P_{II} + \Delta P_P, \text{ Па} \quad (2.10)$$

где: ΔP_B - потери давления в трубопроводе при движении чистого воздуха, Па; ΔP_M - потери давления при движении материала, Па; ΔP_{II} - потери давления при подъеме материала, Па; ΔP_P - потери давления на разгон, Па[141];

$$\Delta P_B = \lambda_e \frac{L_{np.e}}{d_T} \cdot v_e^2 \cdot \gamma_e, \text{ Па} \quad (2.11)$$

где: λ_e - коэффициент сопротивления при движении чистого воздуха, для стальной или пвх трубы, и диаметра трубопровода $d_T \leq 100$ мм равен 0,02 Па[141]; $L_{np.e}$ - приведенная длина транспортного трубопровода при движении чистого воздуха, м; d_T - диаметр трубопровода, м; v_e - скорость транспортирующего потока, м/с (для зерна – 2,2м/с)[141]; γ_e - плотность воздуха, кг/м³.

Плотность воздуха выбирается в каталоге в зависимости от конструкции устройства, для нашего случая принимаем 1,2 кг/м³ [141, 145].

Приведенная длина транспортного трубопровода при движении чистого воздуха равна [145]:

$$L_{np.e} = L_2 + L_e, \text{ м} \quad (2.12)$$

где: L_2 - длина горизонтальной части трубопровода, м; L_e - длина вертикальной части трубопровода, м;

Диаметр трубопровода d_T определяется как[141]:

$$d_T = \sqrt{\frac{Q}{\pi \cdot v_g \cdot \mu}}, \text{ м} \quad (2.13)$$

где: Q - производительность, кг/с; μ - весовая концентрация смеси, кг/м³.

Для сложной смеси, состоящей из воздуха, зерна и возможных примесей весовая концентрация принимается равной 25 кг/м³[141].

Производительность устройства для сбора свободного зерна определяется как:

$$Q = \frac{B \cdot \Delta \cdot \Psi \cdot b_{м.в.} \cdot b_{ж.}}{t_{раз}}, \text{ кг/с} \quad (2.14)$$

где: B - урожайность культуры на поле в пересчете на 1м², кг/м²; Δ - коэффициент потерь зерна до контакта с устройством; Ψ - коэффициент, учитывающий компенсацию потерь при сохранении свободного зерна, 0,65...0,90[141]; $b_{ж.}$ - ширина транспортера, 8 м; $b_{м.в.}$ - межвалковое расстояние (поправка на участки жатки, не занятые транспортером по ширине), м; $t_{раз}$ - время разгрузки порции, с.

Время разгрузки вычисляется следующим образом:

$$t_{раз} = \frac{b_g}{v_{агр}} \quad (2.15)$$

где: b_g - ширина вала, м; $v_{агр}$ - скорость жатки, м/с;

Подставив выражения 2.14 и 2.15 в формулу 2.13, получим:

$$d_T = \sqrt{\frac{B \cdot \Delta \cdot \Psi \cdot b_{м.в.} \cdot b_{ж.} \cdot v_{агр}}{\pi \cdot v_g \cdot \mu \cdot b_g}}, \text{ м} \quad (2.16)$$

В результате расчетов (Приложение 7) и проведенных исследований было установлено, что диаметр трубопровода устройства для сбора свободного зерна должен находиться в пределах 0,16-0,22м.

Потери давления при движении материала определяются по следующей формуле[141]:

$$\Delta P_m = \lambda_m \cdot \mu \frac{L_{нр.м}}{d_T} \cdot v_g^2 \cdot \gamma_g, \text{ Па} \quad (2.17)$$

где λ_m - сила сопротивления при движении смеси и воздуха, выбирается по графику, 0,015 Па[141]; $L_{np.m}$ - приведенная длина трубопровода при движении чистого воздуха с материалом, м.

$$L_{np.г} = L_z + L_г + L_{эсм}, \text{ м} \quad (2.18)$$

где $L_{эсм}$ -длина трубопровода для местного эквивалентного сопротивления, м.

Потери давления на подъем материала определяются:

$$\Delta P_n = \mu \cdot \gamma_г \cdot H \cdot g \cdot \frac{v_г}{v_m}, \text{ Па} \quad (2.19)$$

где v_m - скорость движения материала, для зерна равна 13 м/с[141]; H - высота вертикального участка трубопровода, м.

Потери давления на разгон материала определяются[141]:

$$\Delta P_m = \Omega \cdot \varepsilon \cdot \mu \cdot v_г^2 \cdot \gamma_г, \text{ Па} \quad (2.20)$$

где Ω - количество входов; ε - коэффициент изгиба, зависящий от радиуса изгиба, угла изгиба и числа Рейнольдса, определяется каталожным путем[141].

Потребный расход воздуха V , для текущей производительности определяется[141]:

$$V = \frac{\pi \cdot d_T^2}{4} v_г, \text{ м}^3 / \text{с} \quad (2.21)$$

Подставив выражения 2.10-2.20 в формулу 2.9, получим:

$$P = 10^5 \cdot \left(\left[\frac{\lambda_г \cdot L_{np.г} + \lambda_m \cdot \mu \cdot L_{np.m}}{d_T} + \frac{\mu \cdot H \cdot g}{v_г \cdot v_m} + \Omega \cdot \varepsilon \cdot \mu \right] \cdot v_г^2 \cdot \gamma_г \right), \text{ Па} \quad (2.22)$$

Используя принятые обозначения, запишем выражение 2.8 в окончательном виде:

$$N_г \geq \frac{K_{зy}}{\eta_{np} \cdot \eta_г} \cdot \frac{\pi \cdot d_T^2}{4} v_г \cdot L_m, \text{ Вт} \quad (2.23)$$

В результате проведенных исследований и расчетов (Приложение 7), были установлены диапазоны ряда параметров вентилятора, пригодного для

использования в устройстве для сбора свободного зерна, устанавливаемого на порционной жатке. Так, потребляемая мощность рассматриваемого вентилятора должна быть не менее 4,7 кВт, производительность (при работе без зерна для установления соответствия с заводскими данными) – $0,412 \div 0,476$ кубометров воздуха в секунду, создаваемое в системе давление не менее 1100 Па, частота вращения – до 43 с^{-1} .

Исходя из названных данных, нами был выбран радиальный вентилятор ВР 86-77М-4,0.

2.4. Обоснование параметров решета устройства для сбора свободного зерна

2.4.1. Выбор параметров отверстий решета.

В предыдущем пункте были рассмотрены и выявлены факторы, влияние которых стоит учитывать во время выгрузки хлебной порции исходя из наличия решета после транспортера порционной жатки. Теперь не менее важно определить основные параметры работы решета устройства для сбора свободного зерна, а также определить их оптимальные значения. Это позволит подобрать решето, характеристики которого не будут противоречить уже установленным закономерностям и обеспечат максимально полезное использование устройства сбора свободного зерна.

Актуальным вопросом при выборе типа решет для различных целей является подбор его оптимальной конфигурации, в частности габаритов отверстий и их формы. Данные характеристики непосредственно влияют на просеивающую или пропускную способность решета [144].

Форму отверстий решета примем круглую, т.к. семена зерновых культур могут иметь довольно разнообразную форму и габаритные характеристики даже для одной культуры. Чтобы достичь максимального универсализма устройства для сбора свободного зерна и не менять его решето под различные культуры и их сорта, данная форма отверстий представляется наиболее удобной.

Существует множество вариаций рассматриваемых параметров решета и их комбинаций. Пропускная способность связана с величиной отношения

диаметра отверстий к длине семян. При отсутствии подбрасывания семена при движении располагаются наибольшей осью параллельно рабочей поверхности решета. Рассмотрим наиболее часто встречающиеся случаи (рисунок 2.10). Если диаметр отверстия d меньше половины длины семян b , то семена не смогут пройти в отверстия, так как передняя часть зерна начнет опираться на противоположный край отверстия раньше, чем центры тяжести их окажутся над отверстием. Будем называть такие отверстия малыми.

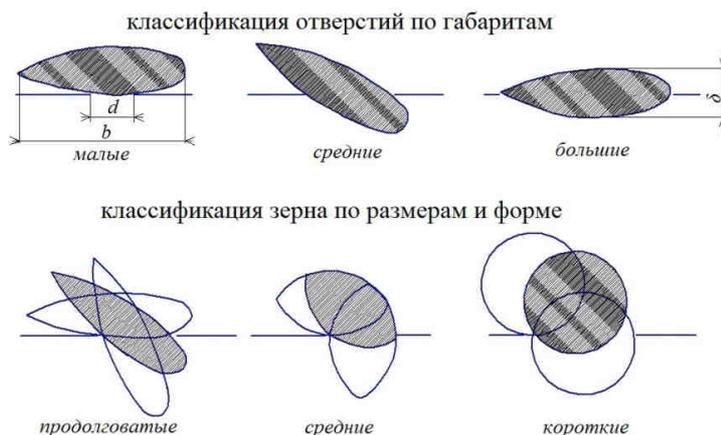


Рисунок 2.10 – Условия прохождения семян в отверстия решет при различных сочетаниях их габаритных характеристик

Если $0,5b < d < b$, то семена могут проходить в отверстия после того момента, когда центры их тяжести окажутся над отверстием. Однако эта возможность будет реализована только путем поворота зерна около края отверстия. Примем эти отверстия за средние. Если же $d > b$, то семена будут проходить в отверстия решёт любым способом. Такие отверстия будем считать большими.

Из схемы можно заключить, что пропускная способность на решетках с малым диаметром отверстий будет незначительной, а их использование целесообразно преимущественно в системе машин для очистки зерна в целях отделения мелких примесей. Данный аналитический вывод подтверждается работами 95, 144, в которых не рекомендовано применение решет, у которых диаметр отверстий меньше половины длины семян.

В качестве зерновых решет на практике применяются, как правило, решета со средним размером отверстий. Поэтому поворот семян около края отверстия будет почти всегда происходить при работе зерновых решет.

Процесс поворота семян около края отверстий зависит от величины отношения поперечного размера зерна δ к его длине b и от толщины слоя на решетке, а следовательно, и от нагрузки на решето. В ходе проводимых нами исследований, а также, проанализировав опытные данные, представленные в работах [74, 95, 137, 144], были выявлены следующие закономерности:

- если $\delta/b < 0,6$, то поворот семян около средней точки их длинной стороны сопровождается приподниманием семян, лежащих выше; такие семена следует называть продолговатыми;

- если $\delta/b > 0,7$, то процесс поворота будет сопровождаться опусканием семян, лежащих выше; эти семена можно назвать короткими;

- если $\delta/b \approx 0,6 - 0,7$, то поворот семян может происходить без изменения положения семян, лежащих выше; такие семена назовем средними.

В соответствии с этим следует ожидать, что давление семян, лежащих выше, будет затруднять поворот продолговатых семян и, наоборот, облегчать поворот коротких.

Если при проектировании решета соотнести размер отверстий с длиной зерна (либо максимальным диаметром для зерен, имеющих скругленную форму) и изготовить решето, отвечающее при этом условию $d > b$, т.е. с большими отверстиями по принятой нами классификации, то пропускная способность будет иметь показатели, стремящиеся к 100%. На сегодняшний день на практике такие решета применяются главным образом в очистительных машинах для отделения от зерна фракции крупных примесей. Однако устройство для сбора свободного зерна не имеет такой функции, как очистка и сортировка зерна. Следовательно, основной интерес при создании данного устройства представляет возможность собрать максимальное количество вышедшего зерна и тем самым минимизировать потери

свободным зерном. В отношении решета устройства сбора зерна в данном случае является обеспечение максимальной пропускной способности, не препятствующей в тоже время движению хлебной массы на выгрузку.

Итак, рассмотрев все основные варианты соотношений решет габаритов зерна, можно принять для устройства сбора свободного зерна решета с большими круглыми отверстиями, т.е. отвечающими условию $d > b$.

Проведенные расчёты и анализ культур, уборка которых целесообразна по отдельной технологии, позволили установить с учетом условия отсутствия излишних помех для перемещения хлебной массы диапазон возможных значений диаметра отверстий решета – от 7 до 12мм.

2.4.2. Установление оптимальных скоростных режимов движения зерна по решету и оптимальной длины решета

Чтобы свободное зерно, выделившееся на транспортере при укладке на него скошенных стеблей и во время их дальнейшего движения, проходило через отверстия решета устройства для сбора свободного зерна, важны не только габаритные параметры семян и отверстий, рассмотренные в предыдущем разделе, но и соответствующий скоростной режим движения зерен, задаваемый им на транспортере. Основные закономерности движения хлебной массы в целом по транспортеру и решету были обоснованы в разделе 2.3. Однако, учитывая тот факт, что главной задачей применения устройства для сбора свободного зерна является предотвращение потерь из-за преждевременного выхода семян из колоса, следует в частном порядке изучить и обосновать скоростные характеристики движения свободного зерна по решету и установить режимы, позволяющие сохранять его максимальное количество.

Относительную скорость движения свободного зерна, при которой оно может пройти через отверстия, а не преодолеть их, будем называть максимально допустимой. Если скорость относительного движения зерна больше максимально допустимой, сохранение свободного зерна в устройстве

для его сбора будет затруднено за счёт «проскакивания» определенного количества зерен, не попав в отверстия.

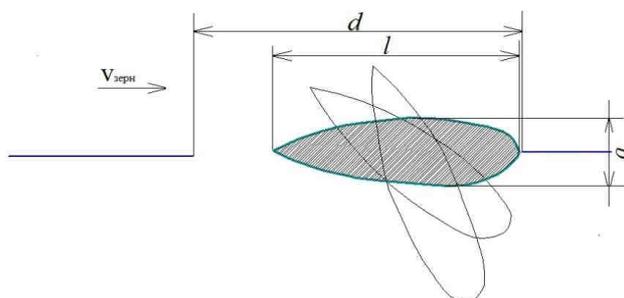


Рисунок 2.11 – Схема прохождения зерна через отверстие решета устройства для сбора свободного зерна

Для установления зависимости, характеризующей предельную скорость движения зерна до его прохода сквозь отверстия решета (рисунок 2.11), обозначим через l – длину (большой габаритный размер) зерна, м, d – диаметр отверстия решета, м, $v_{\text{зерн}}$ – предельная скорость перемещения зерна при подходе к краю отверстия, м/с, b – ширина зерна, м, t – время свободного полета зерна, с. В силу того, что нами были приняты круглые отверстия решета с диаметром, заведомо большим максимального габаритного размера зерна возможных убираемых культур, мы рассматриваем движение культуры, зерна которой имеют продолговатой формы. При этом дальность полёта одного зерна в горизонтальной плоскости (плоскости поверхности решета) будет равна

$$d - \frac{l}{2} = v_{\text{зерн}} t, \quad (2.24)$$

откуда

$$t = \frac{d - l/2}{v_{\text{зерн}}} \quad (2.25)$$

или

$$t = \frac{2d - l}{2v_{\text{зерн}}} \quad (2.26)$$

За это время под действием своего веса зерно должно опуститься на расстояние $l/2$ вниз (условие для исключения возможности «выталкивания»

зерна из-за внешних воздействий – другие зерна, хлебная масса и др.), чтобы пройти через отверстие решета. Для данного расстояния будет справедливым следующее выражение:

$$\frac{l}{2} = \frac{g(d - \frac{l}{2})}{2v_{\text{зерн}}^2}, \quad (2.27)$$

где l – длина зерна, м, d – диаметр отверстия решета, м, g – ускорение свободного падения зерна, м/с² ($g = 9,81$ м/с²), $v_{\text{зерн}}$ – предельная скорость перемещения зерна при подходе к краю отверстия, м/с.

Проведя ряд преобразований, получим выражение, описывающее предельную скорость перемещения зерна при подходе к краю отверстия решета, которую также можно считать, предельной скоростью движения зерна по решетке, так как диаметр отверстий решет много меньше суммарной длины транспортера и решета, что позволяет им пренебречь:

$$v_{\text{зерн}} = \sqrt{\frac{d^2g - gdl - \frac{l^2g}{4}}{l}} \quad (2.28)$$

Данное выражение справедливо при движении массы по решетке без дополнительных на нее воздействий. Однако вентилятор устройства сбора свободного зерна вносит коррективы в пропускную способность решета, что было подробно рассмотрено в разделе 2.3. Таким образом, выражение 2.28 нуждается в корректировке: внесем коэффициент, отражающий фактор работы вентилятора в соответствии с формулами 2.1 и 2.2:

$$v_{\text{зерн}} = \sqrt{\frac{dg(f_{\text{реш}} + f_{\text{зс}})(d - l - \frac{l^2}{4d})}{l}}, \quad (2.29)$$

где $(f_{\text{реш}} + f_{\text{зс}})$ – сумма коэффициента трения хлебной массы о решето и коэффициент трения, эквивалентного воздействию засасывания, препятствующему движению хлебной массы, соответственно, учитывающая воздействие вентилятора.

В ходе исследований [81, 85, 132], было установлено, что максимально допустимая скорость зерна на решетке не должна превышать 3,1 м/с.

Если данное значение скорости зерна будет превышено, то конкретно взятое зерно сможет преодолеть отверстие решета, что приведет к увеличению потерь, как показано на графике (рисунок 2.12).

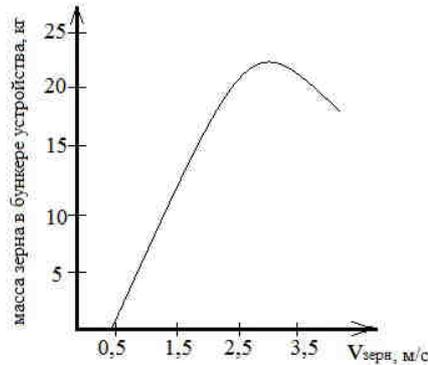


Рисунок 2.12 – Зависимость количества сохраняемого свободного зерна от скорости зерна на решетке

Как видно из рисунка 2.12, потери свободным зерном на незначительных скоростях малы и их можно считать близкими к нулю. Это объясняется минимальным контактом-трением между колосьями транспортером. С того момента, как скорость достигает определенного диапазона, трение стеблей о транспортер и друг о друга усиливается, что приводит к возрастанию преждевременного выхода зерен из колосьев. Логично, что с возрастанием скорости увеличивается и выход зерна. Однако, при задании необходимых режимов работы транспортера, влияющих на скорость выгрузки массы, и использовании устройства для сбора свободного зерна значительная масса свободного зерна собирается в бункере. В то же время, при превышении максимально допустимой скорости движения массы по решетку, возрастает количество выделяемых из колоса семян, а зерно начинает преодолевать отверстия решета, что ведет к повышению количества зерна, которое уходит при выгрузке валка – соответственно, количество зерна в бункере уменьшается.

Скорость движения зерна по решетке фактически является скоростью движения всего материала во время выгрузки, что может наложить дополнительные ограничения на скоростной режим. Проинтегрировав выражение (2.7), получим закономерность для определения оптимальной скорости схода массы с транспортера и решетки, учитывающую общие условия, обеспечивающие оптимальные параметры выгрузки и, как следствие, оптимальные параметры формируемого валка:

$$v_{opt} = gdt \left[f_T \left(\frac{m}{m_1} - 1 \right) - f_{peu} - f_{zc} \right] \quad (2.30)$$

Исходя из этой формулы, оптимальная скорость транспортера при выгрузке находится в пределах от 1,6 до 2,8 м/с в зависимости от условий работы. В нашем случае скорость необходимо увеличивать, чтобы хлебная масса могла пройти решетку устройства для сбора зерна: в выражении 2.23 скорость на преодоление решетки характеризуется вторым слагаемым. Результаты наших исследований и подсчетов позволяют заключить, что оптимальные скорости транспортера при работе жатки, оснащенной устройством для сбора свободного зерна находятся в диапазоне 1,75÷3,0 м/с. Как видно, максимально допустимое значение скорости при этом ниже предельно возможной скорости движения зерна по решетке, что окончательно исключает возможность превышения последнего.

Длина решетки должна отвечать двум взаимосвязанным условиям: решетка должна обеспечивать сбор максимального количества свободного зерна и не оказывать негативного влияния на процесс выгрузки валка за счет излишнего увеличения пути, проходимого хлебной массой при выгрузке. Параметры и режимы работы устройства сбора зерна, влияющие на его оптимальную работу, были рассмотрены выше и в предыдущих разделах. Чтобы выяснить предельно допустимую длину решетки, установим длину расстояния, проходимого массой до выгрузки. Для этого дважды проинтегрируем выражение 2.7:

$$L_{peu} = \left[f_T \left(\frac{m}{m_1} - 1 \right) - f_{peu} - f_{zc} \right] gdt^2, \quad (2.31)$$

где gdt^2 – вторая первообразная ускорения свободного падения от времени выгрузки, м; t - время выгрузки порции хлебной массы, с.

Зная требуемые параметры формируемого валка и оптимальные режимы выгрузки, а также оптимальные значения для длины транспортера порционной жатки – 1,4-1,7 м [48], мы установили, что максимально допустимая длина решета устройства для сбора свободного зерна не должна превышать 0,25-0,3м в зависимости от условий работы.

2.5 Разработка программно-аппаратного навигационного комплекса

Проблема стыковки порций валков при выгрузке, рассмотренная в первой главе, продиктована спецификой выполняемых операций. Фактически, при существующих условиях точность в стыковке выгружаемых и выгруженных валков полностью зависит от опыта и уровня подготовки механизатора, управляющего уборочным агрегатом. Как показывает практический опыт [87, 113, 157], далеко не все порции хлебной массы укладываются строго в одну линию, погрешность может достигать 2,5м как из-за незначительного опоздания выгрузки, так и из-за незначительного опережения. Если учесть, что указанная погрешность взята в среднем, то становится ясно, что структура уложенного валка очерчивается линией, существенно отличающейся от прямой. В современных условиях производства повышение точности различных процессов, осуществляемых в динамике, возможно за счет применения компьютерных и навигационных технологий, что находит применение и в сельском хозяйстве, в сфере так называемого точного земледелия. Ознакомившись с опытом исследований в рассматриваемой области и уже имеющимися достижениями, а так же с существующим оборудованием [55, 87, 108, 113, 152, 157], нами было принято решение о разработке и реализации специального программно-аппаратного комплекса, основной задачей применения которого является устранение существующих погрешностей при формировании валковой полосы (приложение 3).

В общем виде смысл использования программно-аппаратного комплекса состоит в обеспечении параллельного движения энергосредства с навешиваемой на него порционной жаткой по полю для обеспечения прямолинейности валка на поле. Для достижения названного выше результата нужно учитывать ряд допущений и нюансов: погрешности при определении местоположения с помощью системы GPS; на практике маршрут первого прохода будет представлен в виде кривой; координаты местоположения выдаются в виде долготы и широты в формате данных, описанном в протоколе NMEA-0183 [108].

Качественно уменьшить погрешность определения местоположения можно снизить за счет применения Differential GPS (дифференциальной коррекции) [152]. Суть данного метода состоит в следующем – применяются два навигационных приемника GPS. Первый находится неподвижно в точке с известными координатами (первыми, что приемник определил сразу после установки). Он определяет отклонение текущих координат от известных принятых за эталон. При условии, что разность между эталонными и текущими координатами не равна нулю, результат передается на мобильную станцию - второй приёмник). Передаваемый результат разности представляет из себя коэффициент погрешности, позволяющий уменьшить неточность местоположения до 20 см.

Рассмотрим программно-аппаратное обеспечение и принцип работы предлагаемого комплекса подробнее. Он состоит из двух основных устройств – бортового компьютера и базовой станции. В общем виде схема совместной работы этих элементов представлена на рисунке 2.11.

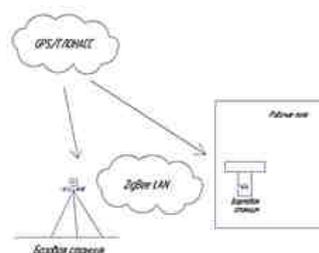


Рисунок 2.11 – Схема совместной работы бортового компьютера и базовой станции ПАК

Из схемы видно, что бортовой компьютер и базовая станция (рисунок 2.12) обращаются к системе глобального позиционирования GPS/ГЛОНАСС и получают данные о своем местоположении. Базовая станция является стационарным элементом, что позволяет вычислять коэффициент погрешности местонахождения компьютера (перемещается вместе с агрегатом), который является результатом разницы первоначальных координат и текущих. Получив коэффициент погрешности, базовая станция передает данные на бортовой компьютер, который соответственно использует его как поправку для определения своего реального местоположения.

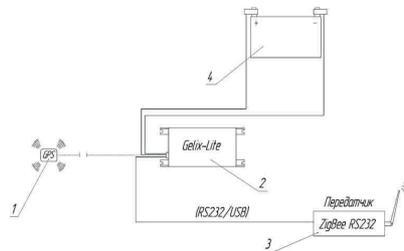


Рисунок 2.12 – Принципиальная схема базовой станции программно-аппаратного комплекса: 1 – антенна-GPS; 2 – навигационный приемник «Gelix-Lite»; 3 – передатчик беспроводной сети «ZigBeeRS232»; 4 – источник питания аккумуляторного типа

Навигационный приемник «Gelix-Lite» 2 получает координаты базовой станции. Он имеет сравнительно низкую погрешность, а также небольшие размеры. Питание приемника осуществляется посредством источника аккумуляторного типа 4. Антенна-GPS 1 исходя из рекомендаций производителя устанавливается на уровне навигационного приемника бортового компьютера. Навигационные данные между устройствами передаются в формате NMEA-0183. Посредством передатчика беспроводной сети «ZigBeeRS232» 3 навигационные данные передаются от базовой станции. Данный передатчик подключается к навигационному приемнику 2 через шину RS232. Действия передатчика 3 на открытой местности распространяется на расстояние чуть более 4км [108, 152].

Бортовой компьютер CARPC (INTELATOMDUALCORE 1.6G), установленный на МЭС, в первую очередь предназначен для определения навигационных данных в конкретно взятый момент времени с учетом коэффициента погрешности. Исходя из названных данных компьютер прокладывает маршрут движения агрегата.

Контроллер KE-USB24A, подключаемый к бортовому компьютеру, предназначен для управления полярностями нагрузок, имеет 24 линии ввода/вывода и 10-ти разрядный АЦП. Электротехническая схема подключения контроллера к электроприводу показана на рисунке 2.13. Питание, как и управление контроллера происходит по шине USB. К выводу 1 подключается «+» электропривода, а вывод 16 подключается к «-» выводу электропривода. Аналогично подключены приемник света и излучатель, которые входят в состав датчика наполненности бункера [157].

Электропривод, состоящий из червячной передачи и электродвигателя, осуществляет выдвигание штока при подаче напряжения и его возвращение в первоначальное положение при изменении полярности.

Помимо названной аппаратуры, к бортовому компьютеру подключается еще один навигационный приемник «Gelix-Lite» (подобный приемник входит в состав базовой станции). Его антенна устанавливается вне области кабины и крепится к металлическим поверхностям с помощью магнита. Приемник передает навигационные данные в формате NMEA-0183.

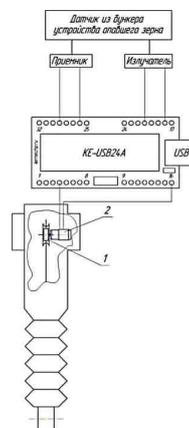


Рисунок 2.13 – Схема подключения датчиков и электропривода к контроллеру: 1 – Червячная передача; 2 – Электродвигатель.

Приемник ZigBeeRS232, необходим для получения навигационных данных от базовой станции, которая, в свою очередь, также оснащена таким устройством (рисунок 2.11). Приемник подключается к бортовому компьютеру по шине USB через кабель USB-RS232.

В общем виде весь алгоритм расчетов представлен на рисунке 2.14. Весь процесс работы комбайна на поле условно делится на два вида: первый проход и последующие проходы.

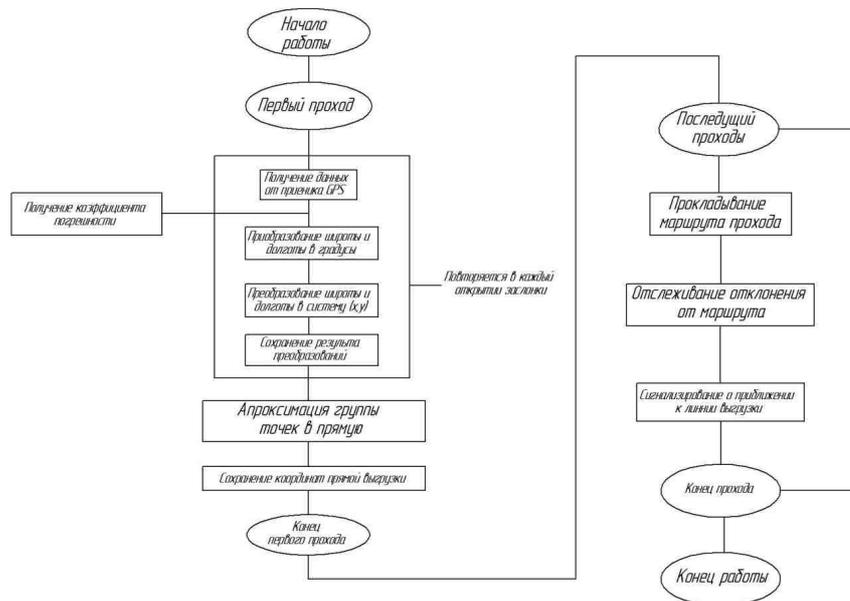


Рисунок 2.14 – Алгоритм вычислений проводимых при работе комплекса

При первом проходе необходимо получить координаты линии выгрузки, т.е. линии, на которой расположены точки, в которых необходимо открыть заслонку жатки для выгрузки порции хлебной массы.

Линию выгрузки получают в несколько этапов. При включении программно-аппаратного комплекса определяет свои первоначальные координаты – это будет координаты точки 0, для местной прямоугольной системы координат. При открытии заслонки координаты записываются в память «Бортового компьютера» и это действие повторяется до того момента пока комбайн не доедет до края поля. Как только комбайн окажется на краю поля программно-аппаратный комплекс зафиксирует крайнюю точку. Полученную группу точек, программно-аппаратный комплекс

аппроксимирует в прямую, которую принимаем как линию выгрузки. Подробно программно-математическое описание получения координат точек для линии выгрузки и дальнейшие действия с ними представлены в приложении 8.

Линию выгрузки получают в несколько этапов. При включении программно-аппаратного комплекса определяет свои первоначальные координаты – это будет координаты точки 0, для местной прямоугольной системы координат. При открытии заслонки координаты записываются в память «Бортового компьютера» и это действие повторяется до того момента пока комбайн не доедет до края поля. Как только комбайн окажется на краю поля программно-аппаратный комплекс зафиксирует крайнюю точку. Полученную группу точек, программно-аппаратный комплекс аппроксимирует в прямую, которую принимаем как линию выгрузки. Подробно программно-математическое описание получения координат точек для линии выгрузки и дальнейшие действия с ними представлены в приложении 8.

Получив данные с навигационного приемника, программа выделяет из них долготу и широту (GGMM.MM, gggmm.mm). Представленные широту и долготу необходимо перевести в градусы, чтобы использовать в формулах для получения прямоугольной системы координат. Преобразование осуществляется по методике разработчиков навигационного приемника «Gelix-Lite» [136]. Получаемые величины долготы и широты необходимо преобразовать в прямоугольную систему координат. Таким образом, рассматриваемый программно-аппаратный комплекс позволяет механизатору контролировать процесс работы порционной жатки непосредственно из кабины энергосредства. На мониторе бортового компьютера выводится информация, получаемая с помощью навигационного приемника «Gelix-Lite», о положении жатвенного агрегата на поле. Также механизатор имеет возможность видеть сведения о заполнении бункера устройства для сбора свободного зерна и управлять электроприводом заслонки жатки

непосредственно с помощью бортового компьютера. При этом программно-аппаратный комплекс отслеживает координаты точки, в которой происходит поднятие заслонки. Помимо этого, применение программно-аппаратного комплекса позволяет заносить в память компьютера данные о процессе формирования валка и использовать их в дальнейшем для формирования маршрута его подбора при условии переноса бортового компьютера на комбайн, который будет работать на подборе.

Выводы по главе

1. Установлен закон движения хлебной массы по решетке устройства для сбора свободного зерна во время выгрузки порции (формула (2.7)), благодаря чему удалось выявить зависимость для определения оптимальной скорости свободного зерна на решетке (формула (2.30)) и установить интервал оптимальных скоростей транспортера жатки при работе с устройством для сбора свободного зерна ($1,75 \div 3,0$ м/с).

2. Выявленная закономерность (формула (2.31)) для расчета длины решета устройства для сбора свободного зерна позволила получить диапазон оптимальных значений данного параметра, который составил 0,25-0,3м.

3. Разработана конструкция порционной жатки, включающая устройство для сбора свободного зерна, изучен процесс выгрузки хлебной массы порционной жаткой при функционировании данного устройства.

4. В ходе выявления оптимальных параметров устройства для сбора свободного зерна с использованием полученных закономерностей (формулы (2.16-2.23, 2.30)), было выяснено, что потребляемая мощность вентилятора устройства не менее 4,73 кВт, производительность – $0,44-0,86$ м³/с, создаваемое в системе давление – 1100 Па, частота вращения – до 43 с⁻¹, диаметр трубопровода – $0,16-0,22$ м, диаметр отверстий решета – 7-12мм.

5. Разработан программно-аппаратный навигационный комплекс, позволяющий обеспечить равномерность стыковки выгружаемых порций и прямолинейность укладываемой валковой полосы.

3. Методика экспериментальных исследований порционной жатки

3.1 Основные положения экспериментальных исследований и условия их проведения

Экспериментальные исследования режимов и параметров работы порционной жатки, оснащенной устройством для сбора свободного зерна, а также качества результатов ее применения, проводились по нескольким направлениям, так как данная жатка, помимо формирования хлебного валка, должна обеспечивать сохранение зерна, вышедшего во время уборки из колоса, что обеспечивает предотвращение соответствующих потерь. Помимо вышеназванных аспектов, проведение экспериментально-полевых испытаний образца рассматриваемой машины необходимо и для оценки целесообразности применения разработанного программно-аппаратного комплекса (приложение 3), основной функцией которого является обеспечение равномерности полосы формируемых валков.

Касательно стандартных функций порционной жатки, являющейся в силу применения на отдельной уборке валковой жаткой, целесообразно исследовать качественные характеристики формируемого валка и режимные параметры его формирования. Важную роль при оценке качества формирования валка или качества работы жатки, играет оценка уровня потерь, их соответствие или несоответствие допустимым значениям [51,52]. Учитывая наличие устройства для сбора свободного зерна, особое внимание следует уделить именно этому виду потерь, однако и другие виды потерь также необходимо выявить и оценить (рисунок 3.1).

Результаты проводимого эксперимента зависят не только от технологии валкообразования и сбора свободного зерна, от конструктивных особенностей и режимов работы узлов жатки, но и от ряда неуправляемых 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 и потерь зерна за жаткой 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 [70, 107].

Так при исследовании параметров валков, процесса сушки хлебной массы, определения величины общих потерь зерна за жаткой, а также качества работы устройства сбора свободного зерна [51, 52], были приняты некоторые допущения: 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); высота стерни принимается оптимальной для яровых культур от 17 до 20 см; хлебостой должен быть равномерным по густоте, неполеглым, допустимая степень полёглости и пониклости стеблей – 10...15%; густота хлебостоя – типичная для зоны (пределы варьирования в опытах – 350÷500 штук/м²); поле выбирается с ровным рельефом (без уклонов и оврагов, наличие каменистости и незначительных неровностей допускается в пределах 5-8%); С целью исключения влияния неравномерности хлебостоя и рельефа на результаты опытов, хлебная масса скашивается и укладывается в валки при последовательном проходе опытной и серийной жаток; 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», а так же с учетом методик испытаний валковых жаток, ГОСТов [52, 54] и ОСТов [121, 122].

Методика определения потерь зерна за жаткой составлялась в соответствии с ГОСТ 10615-72 «Качественные показатели работы

зерноуборочных комбайнов» по пункту определения потерь за жаткой. С учетом отсутствия методики по оценке качества работы устройства для сбора свободного зерна, утвержденной ГОСТом РФ, использовалась собственная методика, составленная с учетом опыта проведения исследований по вопросу определения уровня потерь зерна при работе жатвенных агрегатов профессора П.А. Николаева и ученых ЦелинНИИМЭСХ (В.Т. Селихова, А.Ш. Джамбуршина и др.).

Для проведения полевых исследований был изготовлен экспериментальный образец порционной жатки (рисунок 3.2). Полевые исследования проводились в Беляевском районе Оренбургской области на полях хозяйств КФХ ИП «Гриценко Д.Г.»



Рисунок 3.2 – Экспериментальный образец порционной жатки: а – вид сбоку, б – рабочий вид жатки.

Оценку функциональных показателей проводили в соответствующие, для зоны Южного Урала агротехнические сроки [80, 96, 98, 114, 150, 151]. Полученные при этом режимные и качественные показатели работы порционной жатки сравнивали только с показателями работы жатки ЖВР-10.

Испытания опытного образца порционной жатки проводились на одной культуре. Перед началом испытаний жатка была обкатана и отрегулирована с учетом инструкции по эксплуатации и проработала более 10 часов [51, 52]. Изменение скорости движения агрегата и рабочих органов жатки при испытаниях производилось в промежутках между учетными делянками. Причем саму делянку испытываемая жатка проходила на скорости, максимально приближенной к постоянной (в качестве частного допущения

далее скорость агрегата при прохождениииделянки будем считать постоянной).

Показатели качества течения технологического процесса испытываемой жатки его результатов 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 жатки не изменялись на обеих рабочих скоростях, за исключением изменений частоты вращения мотовила и скорости транспортерной ленты [52, 54].

При исследовании параметров и структуры валков, формируемых различными жатками, основными параметрами считаются ширина хлебного валка, его толщина, концентрация хлебной массы в валке и ее влажность, а так же масса погонного метра валка. [70, 138]

Проводимые экспериментальные исследования содержат: организацию научного эксперимента, в соответствии с поставленными задачами, количественный и качественный учет результатов, статистическую и математическую обработку полученных материалов, проверку теоретических выводов и подготовку базы данных для подтверждения экономической эффективности применения порционной жатки с устройством сбора свободного зерна и программно-аппаратным навигационным комплексом.

3.1.1 Частные особенности проведения полевых экспериментальных испытаний порционной жатки

При проведении полевых испытаний помимо управляемых воздействующих факторов, проявляются и не управляемые, как правило, носящие природно-климатический характер. Большая их часть была учтена в перечне допущений в начале данного раздела. Некоторые из них всё же нельзя игнорировать и следует учесть.

Метеорологические условия проведения экспериментальных исследований (температура, относительная влажность воздуха, осадки,

скорость ветра) определены по данным гидрометцентра.

Микрорельеф участка определен при помощи координатной рейки на характерной части поля. При этом поперечный профиль был снят на всю ширину захвата агрегата, определенную по внешним полевым делителям хлебной массы. Длина поперечного профиля для разных исследуемых агрегатов находилась в пределах 10-11 м. Продольный профиль был снят на участке длиной 5 м по ходу движения жатвенного агрегата. Шаг замеров для обоих случаев составлял 0,05 м [52].

3.1.2 Опытная оценка качественных показателей убираемой культуры

Характеристика убираемой культуры по высоте растений, потерям зерна от самоосыпания, соотношению массы зерна к массе соломы, полеглости и засоренности сорняками определены на поле вдоль всего прокоса с помощью рамки размером 0,5x0,5м, отступив на 1м в нескошенный стеблестой, выделив десять площадок, по пять площадок на каждой стороне прокоса. Внутри рамки на каждой площадке подсчитаны естественные потери путем сбора зерна на земле. У двадцати растений, выбранных случайно, измерялась высота в выпрямленном и естественном состоянии. Полеглость C в процентах определялась из выражения [51]:

$$C = \frac{l - l_1}{l} \cdot 10^2, \quad (3.1)$$

где l - средняя высота растений в выпрямленном состоянии, м; l_1 - средняя высота растений в естественном состоянии, м.

Средние потери зерна от самоосыпания (q_e) в граммах внутри рамки определялись из выражения:

$$q_e = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n q_{ei} \quad (3.2)$$

где q_{ei} – масса зерна, собранного с i -той учетной площадки, г; n – число учетных площадок, шт.

После измерений растений и учета потерь зерна от самоосыпания, с каждой площадки срезались все растения (культурные отдельно от сорняков) и собирались в снопы. От растений со стороны комля отрезались по пять частей длиной 0,05 м каждая и взвешивалась каждая оставшаяся часть. Засоренность сорняками на высоте среза определялась согласно ГОСТу 20915 [52]. Затем снопы обмолачивались. Зерно очищалось и взвешивалось. Отношение массы зерна к массе соломы V_{ij} определялось из выражения:

$$V_{ij} = \frac{q_{ij} - q_3}{q_3}, \quad (3.3)$$

где q_{ij} – масса i -того снопа над j -той высотой среза с учетом массы присутствующих сорняков, г; q_3 – масса зерна, выделенного из i -того снопа, г; i – номер снопа (1,2...10); j – соответствующая высота среза (0,05...0,10) м.



Рисунок 3.3 – Электронный экспресс-влажномер «Колос-1» и электронный влагомер «Фауна-М».

Влажность зерна и соломы определялась при помощи электронного экспресс-влажномера «Колос-1» и влагомера «Фауна-М» (приложение 9), представленных на рисунке 3.3. ГОСТ 20915-75 для этой цели допускает применение экспресс-методов, позволяющих определить влажность с погрешностью $\pm 1\%$ при влажности до 18% и $\pm 2\%$ – более 18%.

3.2 Определение основных параметров валка

Наиболее важными параметрами хлебного валка, формируемого валковыми жатками, являются его толщина (мощность), ширина, влажность массы в валке и её концентрация, а также масса одного погонного метра валка.

Ширина валка и расстояние между валками измерялась в десяти местах по длине валка с интервалом 10 м на трех валках, расположенных 50 м от края поля. Замер производился между краями валка и внутренними краями соседних валков.

Массу погонного метра валка устанавливали в пятикратной повторности, отбирая пробы с одного погонного метра. Расстояние между каждыми двумя местами забора проб составляли три метра. Все пробы взвешивались с точностью до 0,01 кг на электронных весах ВТЦ-10 (рисунок 3.4), после чего вычисляли фактическую концентрацию хлебной массы в валке, приведенную к 15% влажности, по формуле [48, 57, 116, 151]:

$$K_{\phi} = \frac{G_0}{b_{\epsilon}} \cdot \frac{100 - W_{cp}}{85}, \quad (3.4)$$

где G_0 – вес погонного метра валка, м; b_{ϵ} – ширина валка, м; W_{cp} – средняя влажность валковой массы, %.



Рисунок 3.4 – Электронные весы модели ВТЦ-10.

Фактическую массу погонного метра валка определяли, как:

$$M_{\phi} = K_{\phi} \cdot b_{\epsilon}. \quad (3.5)$$

Среднюю влажность хлебной массы валка определяли по формуле:

$$W_{cp} = \frac{n_{zc} \cdot (100 - W_C) \cdot W_3 + (100 - W_3) \cdot W_C}{100 - W_3 + n_{zc} \cdot (100 - W_C)}, \quad (3.6)$$

где W_z – действительная влажность зерна, %; W_c – действительная влажность соломы, %; n_{zc} – отношение зерна к соломе в момент скашивания хлебов.

Действительную влажность зерна и солому в хлебном валке замеряли, используя влагомером «Фауна-М» (рисунок 3.3), прибор применялся в автоматическом режиме работы.

Толщину хлебных валков определяли по торцевому срезу экспериментального валка через 50 см и контрольных через 25 см. Замеряли относительно поверхности поля расстояние от основания валка и его верхней границы до условной средней плоскости – базы.

3.3 Методика исследования процесса сушки массы в экспериментальном валке и валках серийных жаток

Забор проб на влажность осуществляется раз в сутки в период наименьшего влияния росы (13-16 часов). Зерно и солома в верхнем и нижнем слое просыхают с разной скоростью, поэтому пробы брались и из нижних, и из верхних слоёв. За границу слоев валка условно принимается его середина по высоте. Чтобы результат, характеризующий влажность хлебной массы, по одной пробе был надежен, требуется, чтобы выборка правильно определила изучаемую совокупность, т.е. была случайной, что является при заборе выборки основой для выявления точности наблюдений.

Все пробы с учётных делянок брали со случайно выбранных позиций с применением метода рандомизации. Для этого учётный валок длиной 10м разбивается на четыре интервала по 2,5м каждый. Данные интервалы также подлежат разбиению. Каждый интервал делится на пять частей через каждые полметра; данные отрезки дополнительно делятся осевой линией валка на две условно симметричные части (рисунок 3.5).

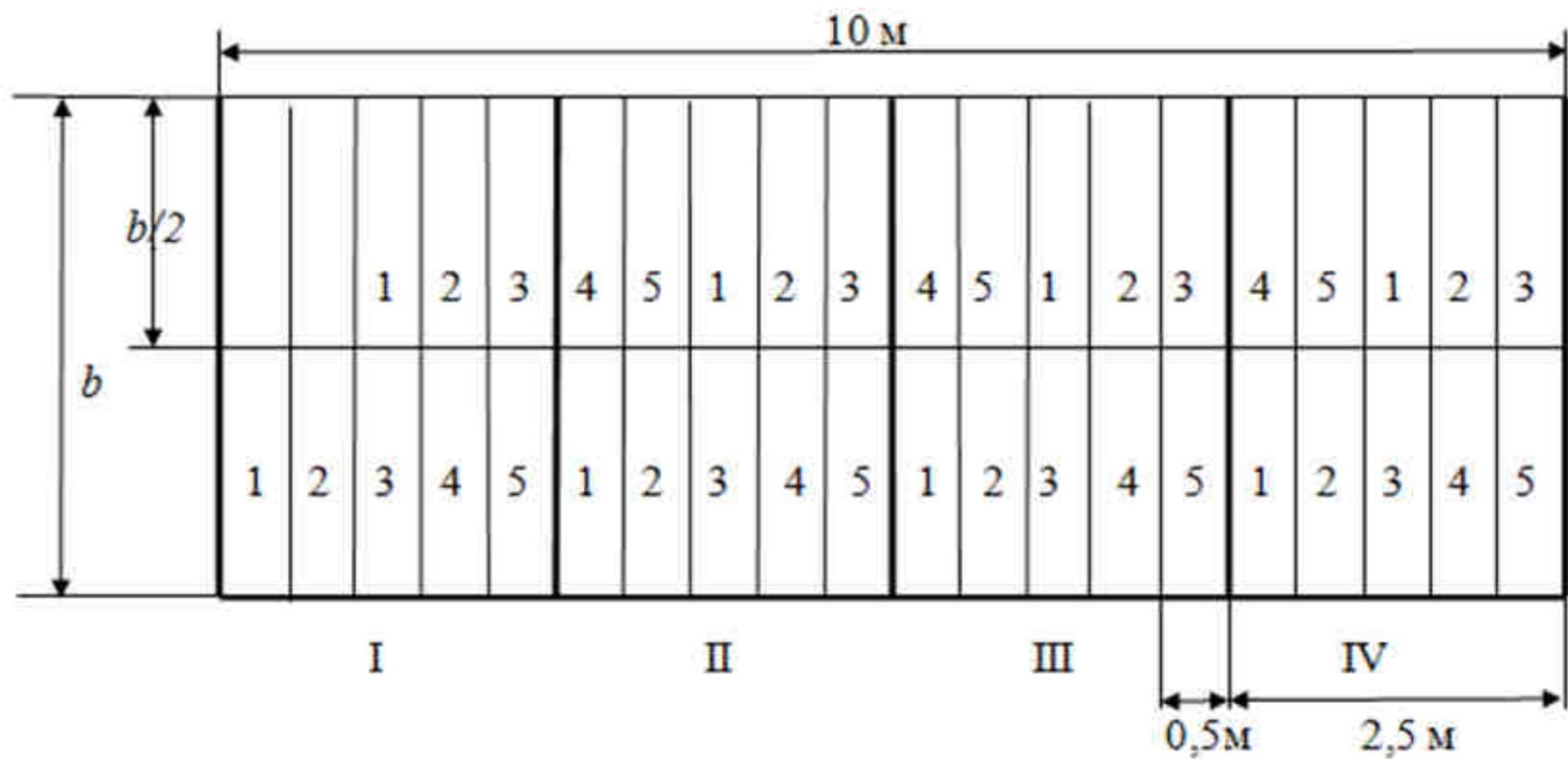


Рисунок 3.5 – Схема разбивки валка, образованного порционной жатки при отборе проб на влажность.

На ограниченном пространстве поля 10×2,5м вариация стеблестоя сравнительно невелика, коэффициент вариации при этом не превысит 10%.

Необходимое число точек отбора проб, при доверительной вероятности 0,95 (при $t=1,55$) и при предельной относительной ошибке 5% будет [36, 44]:

$$n = \frac{t^2 v^2}{p^2} \quad (3.7)$$

Для достижения достаточной точности и достоверности, как показывает расчёт, требуется отбирать пробы в 16 случайных 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 интервалов берутся случайным образом пробы в четырёх точках из десяти (всего в шестнадцати точках учётного хлебного валка) [110, 134]. Для выбора четырёх точек из каждого интервала целесообразно применять метод жеребьевки. Для этого нумеруются фишки в интервале от единицы до десяти, далее вслепую берется четыре из них. В выбранных таким образом точках берутся пучки из 20-25 стеблей каждый. Поскольку на контрольном участке случайным образом выделяется шестнадцать точек, то общая проба в виде снопика составляет стеблей 300-400 штук стеблей в каждом [134, 135]. Такой снопик более полно характеризует влажность массы в валке.

Проба соломы при определении ее влажности разрезалась ножницами на участки по 10см каждый, укладывалась в банки и герметично закрывается пробками, а после естественного подсыхания в банках, взвешивалась и укладывалась в бюксы (рисунок 3.6). Показатели влажности соломы определялись методом высушивания пятиграммовой навески соломенной резки в сушильном шкафу типа СЭШ-2 без использования принудительной продувки при температуре 90⁰С в течение 10-15 минут.



Рисунок 3.6 – Герметичные бюксы для исследования просыхания соломы в валке.

Потери зерна под валком определялись путем осторожного убирания части валка и накладывания рамки шириной, равной ширине валка плюс 0,5м с обеих сторон валка, длиной 0,15м, на одном случайно выбранном валке, в пяти местах. В пределах рамки собиралось зерно и взвешивалось.

При отборе каждой пробы измерялась длина учетной делянки и время ее прохождения.

3.4 Эксплуатационно-технологическая оценка зерноуборочных агрегатов

Эксплуатационно-технологическая оценка зерноуборочных агрегатов проводилась согласно ГОСТ 24055-88 [54] методом хронометража в течение трех контрольных смен для каждого исследуемого агрегата. Хронометраж повторяющихся операций производился путем измерения времени контрольных опытов. Количество опытов (n) на каждом виде работ определялось по формуле [54]:

$$n = \frac{K'(0,5 - K''\theta) + K'\theta - 0,5}{K''\theta K'} \quad (3.8)$$

где K' – коэффициент устойчивости хронометражного ряда (18...20);
 K'' – поправочный коэффициент для длительности процесса (менее 18с);

θ – допускаемая относительная ошибка средней арифметической величины хронометражного ряда долей единицы, в зависимости от типа работ (0,05...0,15).

Рабочая скорость движения зерноуборочных агрегатов вычислялась исходя из времени прохождения одинакового расстояния, принятого за мерную длину:

$$v_{\text{агр}} = \frac{L}{t_{\text{нмм}}} , \quad (3.9)$$

где L – мерная длина прохода агрегата, м, $t_{\text{нмм}}$ – время прохождения мерной длины, с.

Хронометраж при контрольной смене проводился в течение всей смены. Погрешность измерения прибора при контрольной смене не превышала $\pm 1,0\%$. Измерение хронометражных показателей осуществлялась с помощью хронометра «Слава» (приложение 10). При этом в процессе скашивания зерновых культур в валки фиксировалось время рабочего хода, время на повороты, время на ежесменное техническое обслуживание, время на переезды, время на устранение технических неисправностей, время на устранение технологических отказов, время на отдых, время на выгрузку зерна из бункера комбайна.

3.5 Определение количества потерь зерна за жаткой

Основные потери зерна при двухфазной уборке приходится на скашивание культур и подбор валков, причем, из-за неправильного выбора технологии работ, величина потерь может составить 5-20% [57, 60, 61, 137]. 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 тем, что условия уборки для каждой культуры и каждой зоны имеют свои специфические условия, жатка должна иметь [54] значительный диапазон технологических регулировок рабочих органов, обеспечивающих

качественную уборку зерновых культур с разнообразным агробиологическим состоянием.

Рациональное регулирование рабочих органов жатки и оптимальный режим работы агрегата обеспечивают уборку с минимальными потерями зерна свободным зерном, срезанными и несрезанными колосьями [54].

Доуборочные потери необходимо исключать, так как они могут оказывать значительное влияние на подсчет общих потерь [117, 137]. Они были учтены непосредственно перед проведением экспериментальных полевых исследований – их определяли в четырех местах с использованием рамки площадью $0,25\text{м}^2$.

Технологические потери порционной жатки в стандартном исполнении (с заблокированным механизмом сбора свободного зерна) в процессе скашивания определялись путем тщательного сбора срезанных и несрезанных колосьев на отрезке длиной 1м, свободным зерном – 0,15 м, шириной, равной рабочей ширине захвата жатки. На площадке собирались отдельно срезанные, несрезанные колосья и свободное зерно на земле. Опыт ставился на трех площадках на каждом контрольном проходе порционной жатки. Колосья обмолачивались, выделенное из них зерно взвешивалось с точностью до 0,1г на электронных весах ВНЦ, модель ВТЦ-10 (рисунок 3.4). Блокировка (отключение) устройства сбора свободного зерна была нужна на начальном этапе для последующего сравнения потерь свободным зерном за экспериментальной жаткой с работающим устройством. Потери свободным зерном исследовались в подвалковой площадке путем убирания части валка и накладывания рамки шириной, равной ширине валка плюс 0,5м с обеих сторон валка, длиной 0,15м, на одном случайно выбранном валке, в пяти местах. В пределах рамки собиралось зерно и взвешивалось. При отборе каждой пробы измерялась длина учетной делянки и время ее прохождения. Рамки на поле следует расположить таким образом, чтобы они охватывали различные участки работы порционной жатки – середину, края. Исходя из рекомендаций по контролю качества уборки зерновых

культур [137], рамку накладывали два раза посередине прохода жатки и три раза – на стыке двух проходов жатки.

Далее в работу запускалось устройство сбора свободного зерна, после чего вышеописанным образом определялись потери свободным зерном на такой же деланке, как и при определении данного вида потерь без устройства. Данные сравнивались и фиксировались. Дополнительно изучалось количество зерна, оказавшегося в бункере для его сбора – оно взвешивалось, полученную массу сравнивали с примерной массой потерянного свободного зерна при работе без устройства.

Универсальные номограммы (считающие чертежи), учитывают широкий диапазон исходной информации [61, 137]. Мы применяли универсальную номограмму А.Ф. Омута (приложение 11), которая состоит из трех квадрантов. Она предназначена для определения потерь за валковыми жатками и молотилками работающих на подборе комбайнов. Полученные данные по потерям сравнивали с данными, полученными по таблице. Результаты исследования можно считать достоверными, поскольку разница значений потерь, полученных с использованием таблицы урожайности и номограммы Омута не превысила [118, 137] допустимого отклонения 5%.

3.6 Методика исследование результатов применения программно-аппаратного комплекса

Основной задачей использования программно-аппаратного комплекса (приложение 3) является обеспечение равномерности укладки хлебной массы по всей длине валковой полосы. Для изучения эффективности комплекса необходимо сравнить валковую полосу, уложенную без использования комплекса с полосой, уложенной при его функционировании.

Эксперимент проводился в нескольких повторах на трех различных полях с различным микрорельефом и различными характеристиками хлебостоя. На каждом из трех полей предусматривалось сформировать по одной валковой полосе без использования комплекса и с его применением.

Чтобы максимально минимизировать человеческий фактор при формировании каждой из данных валковых полос, в опытах принимал участие один и тот же механизатор. Длина каждой валковой полосы – 50м.

После формирования полос на одном поле обоими способами, производилась оценка расположения каждой валковой полосы по всей длине с обеих сторон, все отклонения от прямолинейности фиксировались, замерялась их величина, данные фиксировались, а затем сравнивались по полю. Аналогично проходили опыты и на других двух полях.

После проведения всех опытов выявлялись средние данные по всем обычным валковым полосам и полосе и всем полосам, сформированным при помощи системы, составлялся сравнительный график по всем валковым полосам.

Полученные результаты по данному циклу исследований после фиксации, обработки и сравнительных мероприятий анализировались и формировалось заключение по целесообразности применения разработанного программно-аппаратного комплекса.

3.7 Методика многофакторного эксперимента по установлению оптимальных параметров и режимов работы устройства для сбора свободного зерна

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 – параметрами и режимами работы основных узлов порционной жатки в целом и устройства сбора свободного зерна в частности – при изменяющихся условиях эксперимента, т.е. построение регрессионной модели, описывающей поверхность отклика объекта исследования на различные воздействия в рамках проводимого эксперимента. Соответственно, необходимо выбрать такие управляемые

факторы, которые оказывают основное или наибольшее влияние на параметры работы узлов порционной жатки, и выбирать их реально возможные значения и значения, установленные опытным путем. При этом следует задаться интервалом возможных значений, определяемым как теоретически, так и опытно-эмпирическим путем. [34, 56, 60, 92].

Факторы, влияющие на рассматриваемые нами процессы довольно разнообразны и многочисленны. По этой причине было принято решение о проведении многофакторного эксперимента, подготовка и реализация которого проходила на основании известных методик планирования [36, 52, 56, 62]. Следуя данным методикам, для получения корректного плана эксперимента, необходимо сформулировать критерий его оптимальности. Среди математических методов планирования эксперимента широкое распространение получили методы построения ортогональных планов. Достоинство ортогональных планов заключается в простоте их построения, в обеспечении максимальной точности определения выборочных коэффициентов модели и в существенном уменьшении вычислительных операций. [36, 44, 92]

При проведении многофакторного эксперимента по выявлению оптимальных условий работы устройства для сбора зерна нами, исходя из работ 34, 36, 62, применялось ортогональное планирование первого порядка. Условия данного метода предполагают под собой, что если представить результаты наблюдения за каждым воздействующим на параметр оптимизации фактором в виде координат векторов в пространстве наблюдений, то коэффициент корреляции между двумя из них будет соответствовать косинусу угла между векторами, причём в случае взаимной перпендикулярности данных векторов он будет равен нулю или, другими словами, ортогональны. Соответственно, условие ортогональности векторов состоит в равенстве нулю их скалярного произведения и коэффициентов корреляции:

$$\sum_{i \neq j}^N X_i X_j = 0, i = 1, 2, 3, \dots, k; j = 1, 2, 3, \dots, k; \quad (3.10)$$

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

где N – число опытов; k – число факторов.

В силу важности оценки работы устройства для сбора свободного зерна, которым оснащена порционная жатка, а так же в целях установления оптимальных режимов его работы и проверки проведенных нами теоретических исследований рассматриваемой жатки, следует выбрать параметр оптимизации, который наиболее полно позволит рассмотреть вышеназванные моменты. В качестве такого параметра целесообразно принять количество сохраненного свободного зерна, т.е. количество зерна, оказавшегося в бункере устройства для его сбора, кг. При сравнении потерь за жатками помимо собственно фактических потерь, учитывали их соответствие или несоответствие ГОСТу 28301-2007 по пункту допустимого уровня потерь за жатвенным агрегатом. Исходя из теоретических исследований и прочих наших работ в рассматриваемой тематике [80-83, 85-87, 132] и опытом работы других авторов, занимавшихся изучением жаток, применяемых при отдельной технологии уборки зерновых [48, 50, 57, 64, 74, 78, 79, 84, 90, 95, 117], выбирались факторы, оказывающие основное влияние на параметр оптимизации. В результате, при проведении опытно-полевых исследований и дальнейшем регрессионном анализе, в качестве основных управляемых факторов были приняты: скорость транспортера порционной жатки, м/с (X_1), длина решета устройства для сбора свободного зерна, м (X_2) и диаметр его отверстий, м (X_3), а также частота вращения вентилятора данного устройства, s^{-1} (X_4). Интервалы и уровни и варьирования выбранных факторов приведены в таблице 3.1 в виде натуральных переменных (физические значения). Значения частоты вращения вентилятора принимались исходя из возможных частот вращения двигателя МЭС на передаче, соответствующей рабочему ходу агрегата, учитывались показатели двигателей, наиболее часто используемых на машинах, наиболее подходящих

для агрегатирования с порционной жаткой – КПС-5Г, Д-101А, СК-5 «Нива», «Дон-1500», АО «ОРМЕЗ» и др. (приложение 12).

Таблица 3.1 – Варьирование значений факторов эксперимента

Факторы	скорость движения транспортера (v_T)	длина решета устройства для сбора свободного зерна ($L_{реш}$)	диаметр отверстий решета (d)	частота вращения вентилятора устройства для сбора свободного зерна (n_B)
Единица измерения	м/с	м	м	с ⁻¹
Переменные	X_1	X_2	X_3	X_4
Основной уровень	2,5	0,26	$10,5 \cdot 10^{-3}$	28
Интервал	0,7	0,06	$4,5 \cdot 10^{-3}$	3
Нижний уровень	1,8	0,2	$6 \cdot 10^{-3}$	25
Верхний уровень	3,2	0,32	$15 \cdot 10^{-3}$	31

В нашем случае все факторы изменяются на двух уровнях – этого достаточно для построения линейных регрессионных моделей [60]. Выражение, используемое для представления натуральных значений факторов в кодированном виде [36, 56]:

$$t_i = \frac{X_i - X_{i0}}{\Delta_i}, \quad (3.11)$$

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.

Чтобы выявить натуральные значения нулевого) уровня i -го фактора и интервала варьирования, использовали следующие выражения:

$$\Delta_i = \frac{X_{i\max} - X_{i\min}}{2}; X_{i0} = \frac{X_{i\max} + X_{i\min}}{2}, \quad (3.12)$$

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

Как видно из таблицы 3.1, в нашем случае возможны по четыре комбинации факторов на всех уровнях их варьирования, т.е. $k=4$. При этом матрица спектра плана ПФЭ 2^4 будет выглядеть таким образом:

$$X = \begin{pmatrix} -1 & -1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & -1 \\ -1 & 1 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ -1 & 1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & 1 & -1 \\ -1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ -1 & 1 & -1 & 1 \\ -1 & -1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & 1 \\ -1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} \quad (3.13)$$

Для того, чтобы описать поверхности отклика в области начальной точки, составлялся ортогональный план эксперимента первого порядка, представленный в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Ортогональный план эксперимента

Номер опыта, №	Условия опытов в кодированных переменных					Условия опытов 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	1,8	0,2	6·10 ⁻³	25
2	1	1	-1	-1	-1	3,2	0,2	6·10 ⁻³	25
3	1	-1	1	-1	-1	1,8	0,32	6·10 ⁻³	25
4	1	-1	-1	1	-1	1,8	0,2	15·10 ⁻³	25
5	1	1	1	-1	-1	3,2	0,32	6·10 ⁻³	25
6	1	1	-1	1	-1	3,2	0,2	15·10 ⁻³	25
7	1	-1	1	1	-1	1,8	0,32	15·10 ⁻³	25
8	1	1	1	1	-1	3,2	0,32	15·10 ⁻³	25
9	1	-1	-1	-1	1	1,8	0,2	6·10 ⁻³	31
10	1	1	-1	-1	1	3,2	0,2	6·10 ⁻³	31
11	1	-1	1	-1	1	1,8	0,32	6·10 ⁻³	31
12	1	-1	-1	1	1	1,8	0,2	15·10 ⁻³	31
13	1	1	1	-1	1	3,2	0,32	6·10 ⁻³	31
14	1	1	-1	1	1	3,2	0,2	15·10 ⁻³	31
15	1	-1	1	1	1	1,8	0,32	15·10 ⁻³	31
16	1	1	1	1	1	3,2	0,32	15·10 ⁻³	31

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

$$\varphi(x) = \sum_{j=0}^{2^k-1} f_j(x) \beta_j = \beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_i x_i + \sum_{\substack{i_1=1 \\ i_1 < i_2}}^k \sum_{i_2=1}^k \beta_{i_1 i_2} x_{i_1} x_{i_2} + \sum_{\substack{i_1=1 \\ i_1 < i_2 < i_3}}^k \sum_{i_2=1}^k \sum_{i_3=1}^k \beta_{i_1 i_2 i_3} x_{i_1} x_{i_2} x_{i_3} + \dots + \beta_{12\dots k} x_1 x_2 \dots x_k, \quad (3.14)$$

содержащих максимально один коэффициент β_0 – свободный член уравнения регрессии, k коэффициентов β_i – линейных членов уравнения, C_k^2 коэффициентов $\beta_{i_1 i_2}$ при парных взаимодействиях факторов,

C_k^3 коэффициентов $\beta_{i_1 i_2 i_3}$ при тройных взаимодействиях, включая коэффициент $\beta_{12\dots k}$ при взаимодействии факторов максимального k -го порядка.

Эксперимент проводился нами отдельными сериями, в каждой из которых проводили N опытов, полностью соответствующих строкам матрицы спектра плана. Соответственно, общее число опытов составляет 64 ($N \cdot m = 16 \cdot 4 = 64$). Внутри каждой серии порядок реализации опытов был случайным, что обеспечила рандомизация – проведение данной процедуры в количестве m раз обеспечивает различную или случайную последовательность реализации строк матрицы в каждой отдельной серии проводимых опытов.

Выводы по главе

1. Определена программа экспериментальных исследований качества рабочего процесса порционной жатки в целом и устройства для сбора свободного зерна.

2. Описаны методики определения основных параметров хлебного валка, сформированного порционной жаткой, и эксплуатационно-технологической оценки зерноуборочного агрегата.

3. Сформулирована и обоснована методика определения потерь зерна за порционной жаткой, включающая определение общих потерь и оценку качества работы устройства для сбора свободного зерна.

4. Разработана и раскрыта методика исследования результатов применения программно-аппаратного комплекса.

5. Принято решение о проведении многофакторных исследований и представлена их схема. В качестве параметра оптимизации выбрано количество собранного в бункере свободного зерна со следующими основными управляющими факторами: скорость транспортера движения порционной жатки, длина решета устройства для сбора свободного зерна, и диаметр его отверстий, частота вращения вентилятора данного устройства.

4. Результаты экспериментальных исследований порционной жатки

4.1 Эксплуатационно-технологические показатели работы серийного и экспериментального жатвенных агрегатов на скашивании зерновых культур

В ходе экспериментальных исследований скорость движения жатвенных агрегатов варьировала в пределах 2-2,9 м/с [81, 85, 132] в зависимости от урожайности зерновых культур. Верхний предел изменения скорости движения агрегатов ограничен агротехническими требованиями на скашивании, а также физиологическими нагрузками, преодолеваемыми механизатором в процессе управления МЭС.

Основные составляющие технологического процесса скашивания зерновых культур в валки жатвенными агрегатами, полученные в результате проведенного хронометража (приложения 13, 14), представлены в таблицах 4.1 и 4.2.

Таблица 4.1. – Главные составляющие процесса скашивания жатвенным агрегатом СК-5+экспериментальная порционная жатка с устройством сбора свободного зерна

Хронометрические показатели	Урожайность, ц/га		
	4...7	10...13	15...18
Рабочее время	5,67	5,60	5,53
Время на повороты	0,07	0,06	0,05
Время на ежесменное ТО	0,22	0,22	0,22
Время на переезды	0,30	0,30	0,30
Время на устранение технологических отказов	0,24	0,32	0,40
Время на перерывы	0,50	0,50	0,50
Сменное время	7,00	7,00	7,00
Время на устранение технических неисправностей	0,22	0,25	0,30
Эксплуатационное время	7,22	7,25	7,30

Таблица 4.2.– Основные составляющие процесса скашивания жатвенным агрегатом СК-5+ЖВР-10

Хронометрические показатели	Урожайность, ц/га		
	4...7	10...13	15...18
Рабочее время	5,70	5,62	5,55
Время на повороты	0,07	0,06	0,05
Время на ежесменное ТО	0,22	0,22	0,22
Время на переезды	0,30	0,30	0,30
Время на устранение технологических отказов	0,21	0,30	0,38
Время на перерывы	0,50	0,50	0,50
Сменное время	7,00	7,00	7,00
Время на устранение технических неисправностей	0,26	0,28	0,33
Эксплуатационное время	7,26	7,28	7,33

Известно, что часовая производительность жатвенного агрегата на скашивании зерновых культур может быть определена как [66, 78, 116]:

$$W_{\text{ч}} = 0,36Bv_{\text{агр}}*t_{\text{см}}, \quad (4.1)$$

где B – ширина захвата жатки, м; $v_{\text{агр}}$ – рабочая скорость агрегата, м/с; $t_{\text{см}}$ – коэффициент использования времени смены.

В свою очередь, опираясь на те же источники и на свои исследования, можно записать выражение для последнего составляющего:

$$t_{\text{см}} = T_{\text{р}}/T_{\text{см}}, \quad (4.2)$$

где $T_{\text{р}}$ – чистое время работы жатвенного агрегата, затраченное на скашивание зерновых культур; $T_{\text{см}}$ – сменное время работы.

Сменное время формируется из нескольких слагаемых – времени на повороты, на ежесменное техническое обслуживание, на переезды, на устранение технологических отказов, время на отдых.

Используя результаты экспериментальных исследований жатвенных агрегатов на скашивании зерновых, представленных в таблицах 4.1, 4.2, проводился расчет коэффициента использования времени смены. Сравнение коэффициентов для агрегата с экспериментальной и серийной жаткой приведены в таблице 4.3.

Таблица 4.3. – Сравнение коэффициента использования времени смены для серийного и экспериментального агрегатов исходя из урожайности

Агрегаты	Урожайность зерновых культур, ц/га		
	4...7	10...13	15...18
СК-5+экспериментальная порционная жатка	0,83	0,80	0,77
СК-5+ЖВР-10	0,88	0,84	0,81

Расчет производительности и результаты экспериментальных исследований от урожайности зерновых культур представлены в таблице 4.4.

Таблица 4.4. – Производительность жатвенных агрегатов на скашивании в зависимости от урожайности, га/ч

Агрегаты	Урожайность, ц/га		
	4...7	10...13	15...18
СК-5+экспериментальная порционная жатка	6,1	5,8	5,2
СК-5+ЖВР-10	5,7	5,1	4,83

Анализ данных таблиц 4.4 и 4.5 показывает, что такие важные показатели работы жатвенных агрегатов, как производительность и коэффициент использования времени смены сравниваемых агрегатов на скашивании сопоставимы, но во всех случаях агрегат с экспериментальной жаткой дает лучший результат как за счет конструктивного решения, так и благодаря обоснованию режимов и параметров его работы. Некоторое завышение коэффициента использования времени может быть объяснено неучтенными потерями времени на нерегламентированные перерывы, вызываемые человеческим фактором. Следует также отметить, что с увеличением урожайности зерновых культур значительно уменьшается коэффициент использования времени смены и вызывает соответствующее снижение производительности жатвенного агрегата, что является естественным моментом. Однако, в сравнении с применением серийной машины, использование порционной жатки позволяет значительно оптимизировать рассматриваемые показатели работы жатвенного агрегата даже на полях с критически низкой урожайностью. Учитывая, что такие поля в большинстве случаев нерентабельно убирать и зачастую они бросаются, а предприятия несут убытки, применение рассматриваемой экспериментальной жатки является качественным и надежным вариантом решения проблемы уборки низкоурожайных хлебов.

Дальнейшие сравнительные исследования серийной и экспериментальной жаток подразумевали под собой оценку уровня потерь зерна при скашивании культур и выгрузки их в валки. С учетом акцента общих исследований на устройстве сбора свободного зерна, которым предлагается оснащать порционные жатки при выходе их в массовое производство, основное внимание уделялось именно этому виду потерь. Для наиболее объективной оценки потерь именно свободным зерном, порционную жатку эксплуатировали в двух вариантах – с устройством для сбора свободного зерна и без него (таблица 4.5).

Таблица 4.5. – Показатели качества работы жатвенных агрегатов ЖВР-10 и экспериментальной порционной жатки

Жатвенные агрегаты	Фактическая влажность зерна, %	Биологическая урожайность при 14% влажности	Виды потерь зерна		
			Срезанный колос, кг/га	Несрезанный колос, кг/га	Свободное зерно, кг/га
СК-5+ экспериментальная жатка без устройства, поле №4, участок 1	23,0	11,7	49,2	37,5	28,7
СК-5+ЖВР-10, поле №4, участок 2			78,1	55,3	40,3
СК-5+ экспериментальная жатка с устройством, поле №4, участок 3			48,7	38,0	7,7
СК-5+ экспериментальная жатка без устройства, поле №6, участок 4	24,5	9,1	50,7	46,7	65,7
СК-5+ЖВР-10, поле №6, участок 5			74,9	62,0	35,6
СК-5+ экспериментальная жатка с устройством, поле №6, участок 6			53,2	44,3	11,4

Как видно из таблицы, общие потери за агрегатом с порционной жаткой ниже даже при отключенном устройстве сбора зерна. При работе экспериментального образца порционной жатки с функционирующим устройством сбора свободного зерна данный вид потерь сокращается в 3-3,5 раза в сравнении с вариантом порционной жатки без устройства и в 5-6 раз по сравнению с жаткой серийной модели. Причина того, что при наличии устройства определенная часть свободного зерна все же оказывается в валке, создавая потери, объясняется несколькими моментами: часть свободного зерна находится в верхних слоях хлебной массы, что препятствует ее контакту с решетом; незначительная часть зерна за счет фактической неоднородности и взаимосвязанности движения всего материала все же преодолевает решето за счет своего кинематического режима (при теоретических исследованиях принимали допущение об однородности массы на транспортере, прогнозируя превышение ожидаемых потерь); зерно способно выйти из колоса после схода массы за счет перемены законов движения, изменения характера взаимного трения, контакта с почвой и др.; из-за влияния естественных вибраций и колебаний узлов жатки.

Помимо основных исследований, проводились опытные исследования, сопутствующие главным, в целях проверки соответствия получаемых валков агротребованиям, общих потерь зерна – требованиям ГОСТа, и оценки энергетических показателей работы МЭС, агрегируемого с жаткой. Результаты данных исследований приведены в приложениях 13, 14.

4.2 Результаты основных исследований

4.2.1 Результаты многофакторных исследований работы устройства для сбора свободного зерна

Для определения количества зерна, сохраняемого от свободных потерь посредством специального устройства и влияния на данный параметр оптимизации режимов и параметров работы узлов жатки и других факторов, выполнялся многофакторный эксперимент согласно выбранной и обоснованной в пункте 3.7 данной работы методике.

Проведенный многофакторный эксперимент позволил нам получить результаты, характеризующие зависимость рассматриваемого параметра оптимизации, Y –количества сохраненного свободного зерна, кг – от четырех основных факторов: скорость движения транспортера X_1 , длина решета устройства для сбора свободного зерна X_2 , диаметр отверстий решета X_3 , частота вращения вентилятора устройства для сбора свободного зерна X_4 (таблица 4.6).

Таблица 4.6.– Результаты многофакторного эксперимента.

Номер опыта, №	Условия опыта в кодированных переменных					Значения параметра оптимизации в трех повторностях (Y , кг)			
	t_0	t_1	t_2	t_3	t_4	1	2	3	среднее
1	1	-1	-1	-1	-1	24	25	23,47	24,16
2	1	1	-1	-1	-1	16,7	21,2	19	18,97
3	1	-1	1	-1	-1	33	32,4	31	32,13
4	1	-1	-1	1	-1	25,4	25,5	28	26,3
5	1	1	1	1	-1	24,15	23,9	22,55	23,53
6	1	1	-1	1	-1	19	17,44	20,67	19,04
7	1	-1	1	1	-1	35,1	32,8	34,4	34,1
8	1	1	1	1	-1	26,7	25,41	26,03	26,05
9	1	-1	-1	-1	1	26,1	24,3	24,25	24,88
10	1	1	-1	-1	1	22	18,6	19,5	20,03
11	1	-1	1	-1	1	32	36,4	35	34,47
12	1	-1	-1	1	1	30	27,2	26,1	27,77
13	1	1	1	1	1	27	25,4	28,45	26,95
14	1	1	-1	1	1	20	21	18,9	19,97
15	1	-1	1	1	1	36,62	37,75	36,84	37,07
16	1	1	1	1	1	29	25,77	28,15	27,64

Результаты многофакторного эксперимента обрабатывались в компьютерной программе «Statistica». В частности, для параметра оптимизации были рассчитаны коэффициенты регрессии, те из них, у которых вероятность ошибки или уровень значимости p для факторов и взаимодействий факторов больше выбранного уровня значимости, составляющего 0,05 (5%), исключались из уравнения регрессии, поскольку оказались статистически незначимыми.

Таким образом, по результатам регрессионного анализа для параметра оптимизации (рисунок 4.1) было получено уравнение регрессии, которое характеризует зависимость сохраненного свободного зерна перечислявшихся управляемых факторов:

$$Y = -2,4108 - 2,3548X_1 + 0,8959X_2 + 0,0487X_3 + 0,0249X_4 - 1,2259X_1X_2 - 0,025065X_1X_4 + 0,2101X_2^2 \quad (4.3)$$

Factor	Regressn Coeff.	Std.Err.	t(72)	p	-95.% Cnf.Limt	+95.% Cnf.Limt
Mean/Interc.	-2.4108	17,57	-1,37193	0,174346	-59,1	10,92
(1) скорость движения транспортера, м/с(L)	-2,3548	2,39	-0,98461	0,328113	-7,1	2,41
скорость движения транспортера, м/с(Q)	-0,0040	0,48	-0,84737	0,399595	-1,4	0,55
(2) длина решета устройства для сбора свободного зерна, м(L)	0,8959	33,82	5,79338	0,000000	128,5	263,35
(3) диаметр отверстий решета, м(L)	0,0487	44,12	1,99587	0,049732	0,6	973,87
1 by 3	-0,0007	0,22	5,25867	0,721520	11,0	221,03
(4) частота вращения вентилятора устройства, об/мин(L)	0,0249	0,02	1,25563	0,213311	-0,0	0,06
1 by 2	1,2259	0,70	0,07246	0,285000	-0,3	25,63
длина решета устройства для сбора свободного зерна, м(Q)	0,2101	0,54	-1,07567	0,285668	-0,2	0,05
2 by 3	0,0010	0,02	0,26335	0,442245	22,1	0,41
3 by 4	-0,0014	1,05	0,47325	0,810000	11,4	2,00

Рисунок 4.1 – Расчет коэффициентов регрессии в программе для параметра оптимизации многофакторного эксперимента (ПО «Statistica 6.1»)

Адекватность регрессионной модели, характеризующей зависимость количества сохраненного зерна от основных факторов проверяли по «F»критерию Фишера. В результате было установлено, что построенная модель является адекватной. На рисунке 4.2 приведена таблица корреляции переменных и факторов, полученная в программной среде «Statistica 6.1».

Effect	Correlations of Effects (Spreadsheet1 in таблица) 4 3-level factors, 1 Blocks, 16 Runs							
	Var1 (L)	Var1 (Q)	Var2 (L)	Var2 (Q)	Var3 (L)	Var3 (Q)	Var4 (L)	Var4 (Q)
(1)Var1(L)	1,00	0,87	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Var1(Q)	0,87	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(2)Var2(L)	0,00	0,00	1,00	0,87	0,00	0,00	0,00	0,00
Var2(Q)	0,00	0,00	0,87	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(3)Var3(L)	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
Var3(Q)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
(4)Var4(L)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00
Var4(Q)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00

Рисунок 4.2 – Корреляции факторов и переменных многофакторного эксперимента.

Полученное уравнение регрессии (4.1) позволило построить поверхности отклика параметра оптимизации от вышеназванных факторов (рисунки 4.3 – 4.8).

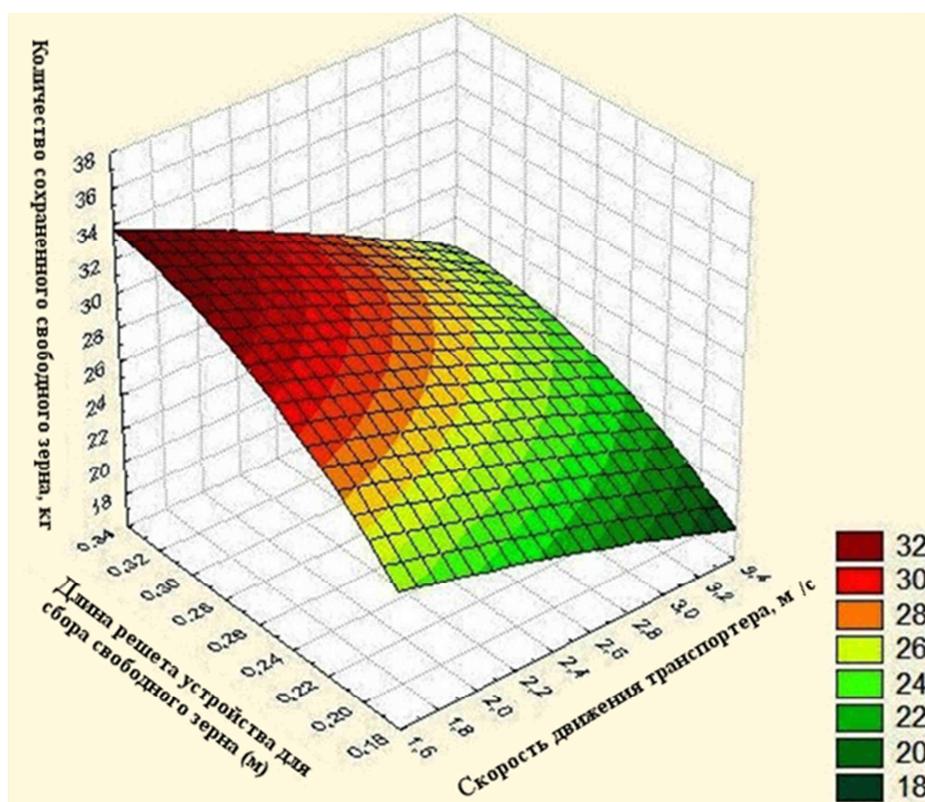


Рисунок 4.3 – Поверхность отклика параметра оптимизации (количество сохраненного свободного зерна, кг) от скорости движения транспортера, м/с, и длины решета устройства для сбора свободного зерна, м, при урожайности 10 ц/га.

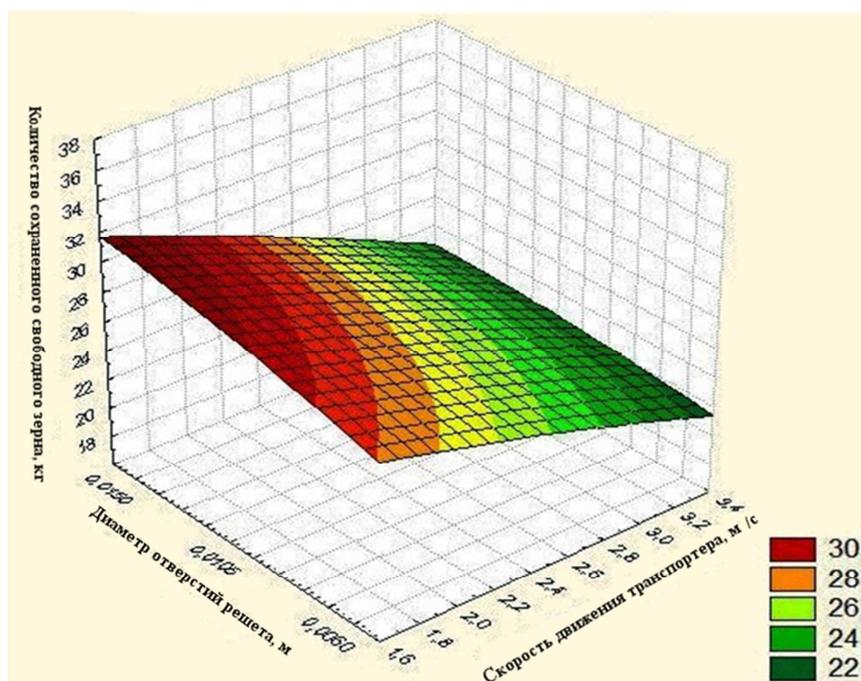


Рисунок 4.4 – Поверхность отклика параметра оптимизации (количество сохраненного свободного зерна, кг) от скорости движения транспортера, м/с, и диаметра отверстий решета, м, при урожайности 10 ц/га.

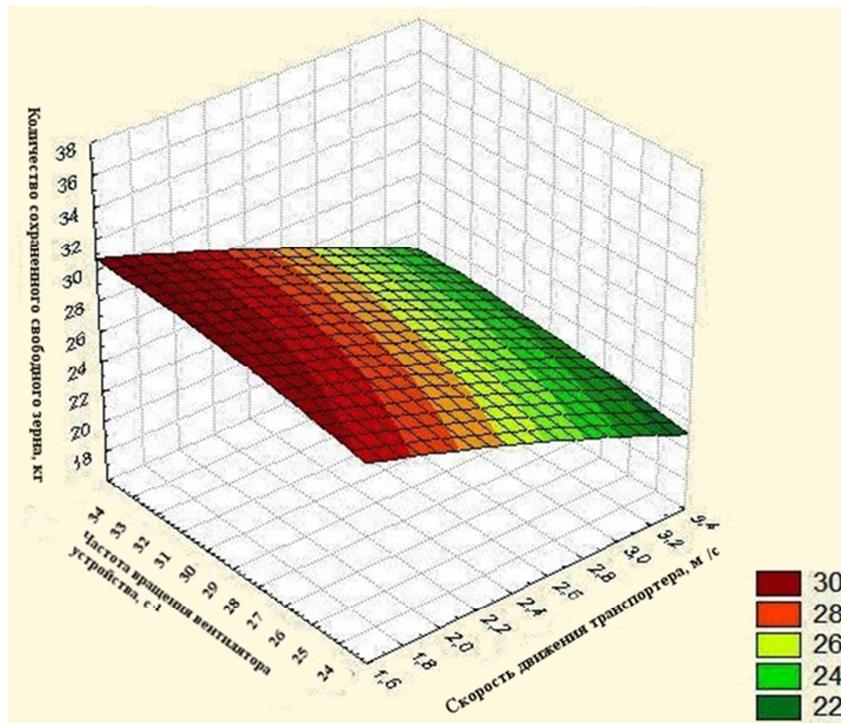


Рисунок 4.5 – Поверхность отклика параметра оптимизации (количество сохраненного свободного зерна, кг) от скорости движения транспортера, м/с, и частоты вращения вентилятора устройства для сбора свободного зерна, с⁻¹, при урожайности 10 ц/га.

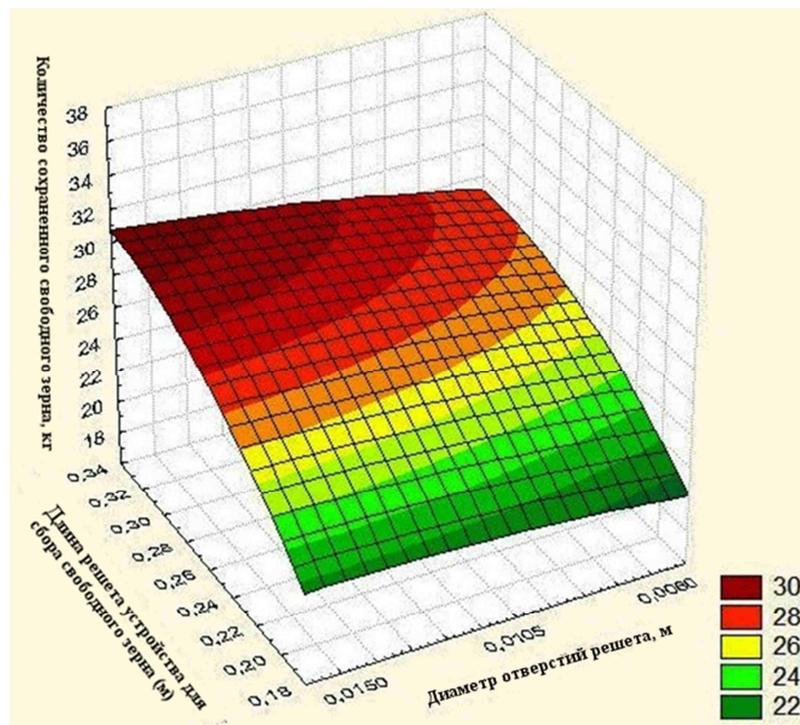


Рисунок 4.6 – Поверхность отклика параметра оптимизации (количество сохраненного свободного зерна, кг) от длины решета устройства для сбора свободного зерна, м, и диаметра отверстий решета, м, при урожайности 10 ц/га.

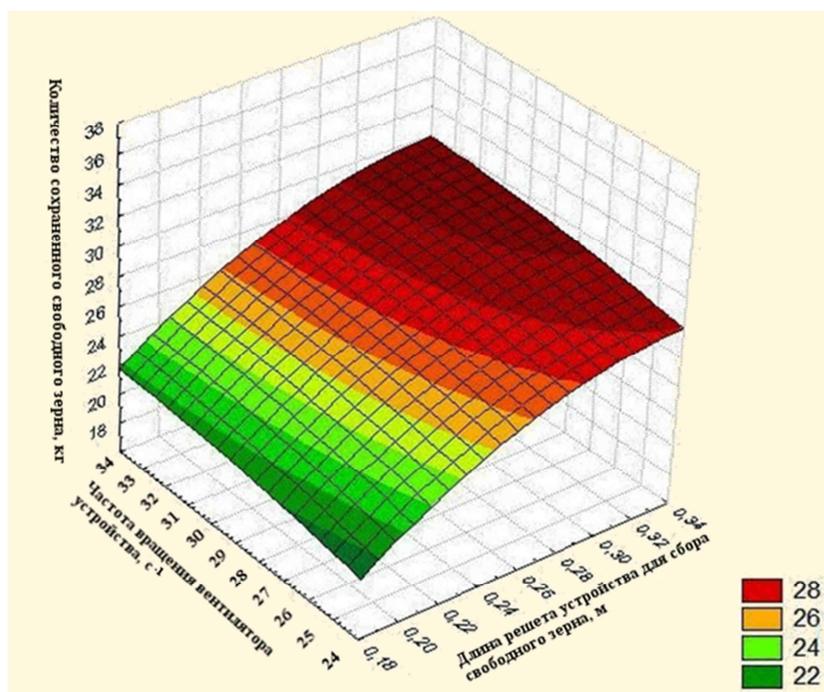


Рисунок 4.7 – Поверхность отклика параметра оптимизации (количество сохраненного свободного зерна, кг) от длины решета устройства для сбора свободного зерна, м, и частоты вращения вентилятора устройства для сбора свободного зерна, с^{-1} , при урожайности 10 ц/га.

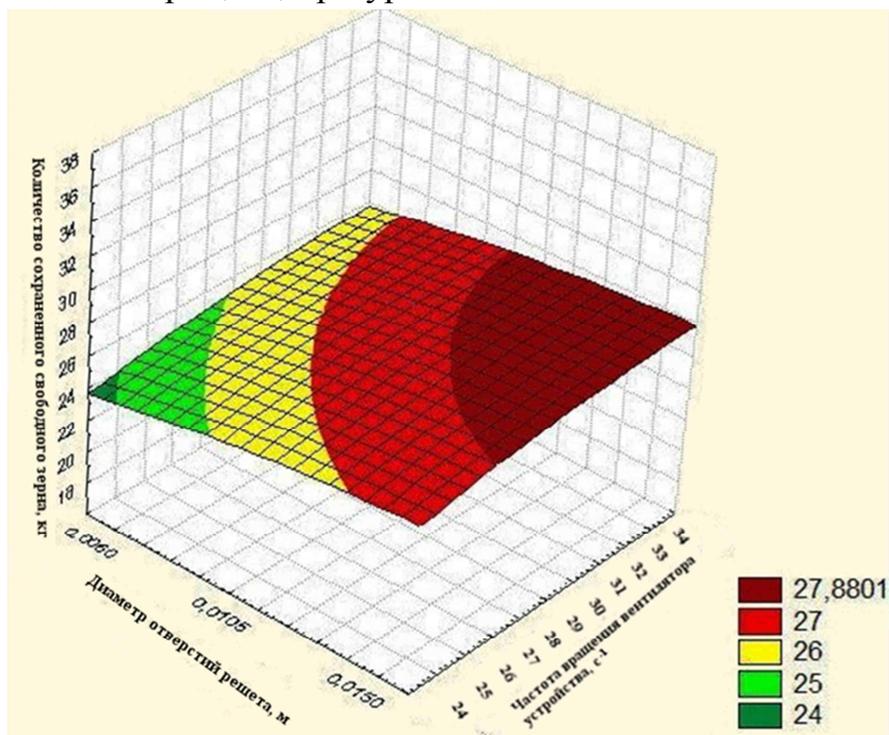


Рисунок 4.8 – Поверхность отклика параметра оптимизации (количество сохраненного свободного зерна, кг) от частоты вращения вентилятора устройства для сбора свободного зерна, с^{-1} , и диаметра отверстий решета, м, при урожайности 10 ц/га.

По результатам проведенного эксперимента были построены графики зависимости общих потерь зерна за жаткой от рабочей скорости агрегата и скорости движения транспортера. Полученные экспериментальные значения сравнивались с результатами теоретических исследований (рисунки 4.9, 4.10). Построение графиков выполнялось в программной среде «Statistica» и «AGrapher». На рисунке 4.9 изображен график зависимости количества сохраненного зерна от длины решета при условленных скоростных режимах и прочих общих условиях, точками обозначены результаты экспериментальных исследований, линия отражает теоретические данные. График по теоретическим данным можно было бы продолжить, мы ограничили его рамками условия эксперимента, что отражает наиболее важные варианты длины решета при работе устройства для сбора свободного зерна, установленного на порционной жатке.

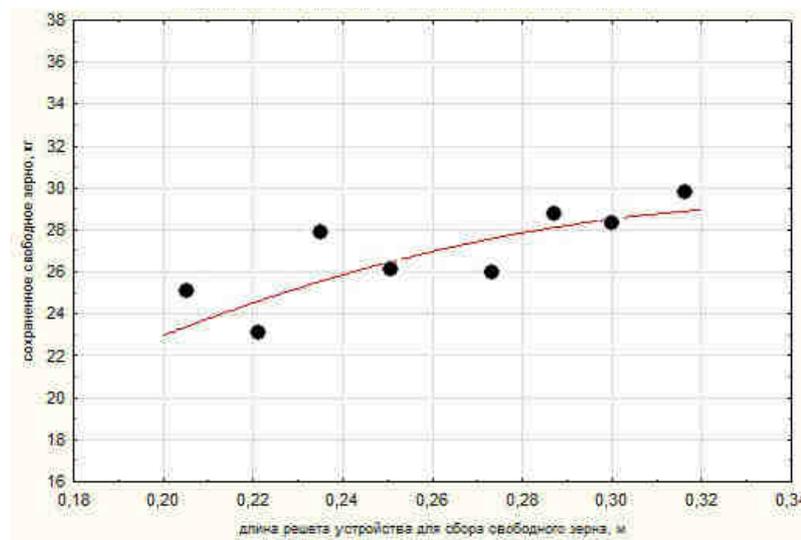


Рисунок 4.9 – Зависимость количества сохраняемого свободного зерна от длины решета при скорости движения транспортера жатки 1,8-3,0м/с.

Зона рассеивания экспериментальных данных охватывает линию, отображающую теоретические исследования довольно равномерно. 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 скорость транспортера жатки и обороты вентилятора устройства сбора свободного зерна, фактически являющиеся функциями от времени, принимались постоянными в течение некоторого интервала времени, что невозможно с точностью воссоздать при проведении опытно-полевых исследований. Так же, 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.

На первый взгляд, из графика можно сделать однозначный вывод о том, что длина решета должна быть максимальной для достижения наибольшего сбора свободного зерна. Однако, как показали экспериментальные исследования, увеличение длины решета более 0,29м ведет к повышению преждевременного выхода зерна из колоса за счет излишнего увеличения поверхности трения хлебной массы о решето и большей площади воздействия вентилятора устройства, что подтверждает выводы из теоретических исследований (разделы 2.3, 2.4). В таблице 4.7 приведены данные о количестве свободного зерна на решете при его максимально использовавшейся длине.

Таблица 4.7.– Распределение свободного зерна (собранного и на решете) по участкам решета устройства для сбора свободного зерна

Номер опыта	Количество свободного зерна, кг				
	Участки решета, м	0,2-0,23	0,23-0,26	0,26-0,29	0,29-0,32
1		19	10	3,5	9,7
2		18,5	10,5	3,7	8,8
3		17	11	3,5	9,2
4		19	9,7	3,3	8,9
5		18	10,4	3,8	10,3

Из данных таблицы видно, что свободное зерно, находившееся на транспортере жатки, начинает попадать в бункер устройства от начальной границы решета, частично оставаясь на нем. Основная масса потерь собирается уже на первом участке, в дальнейшем по участкам количество зерна убывает, собирается последняя его часть. Однако на участке 0,29-0,30м количество свободного зерна вновь явно увеличивается. Проведя во время экспериментально-полевых исследований взвешивание свободного зерна, которое, минуя решето, сошло вместе с порцией хлебной массы при длинах решета, менее 0,32м, и массы, собранной на последнем участке решета длиной 0,32м, установили, что последняя превышает потери при опытах с меньшими решетками в 2-2,5 раза (таблица 4.8). При этом, как видно из таблицы, зерно оказавшееся в числе потерь при использовании наиболее длинного решета, соответствует аналогичным потерям при использовании меньших решет.

Таблица 4.8. – Соотношение массы свободного зерна до контакта с решетом устройства для его сбора и после выгрузки (в валке)

Свободное зерно, кг	Длина решета, м			
	0,2	0,26	0,29	0,32
До контакта с решетом, кг	29-36,3			
В валке (потери), кг	10,2-14,6	5,6-7,8	2,8-5,8	6-9,5
В бункере, кг	17-19	26,3-29,7	27,1-31,6	33,2-38,5

Вышеизложенное свидетельствует о том, что излишнее увеличение длины решета не ведет к сохранению большего количества свободного зерна, при этом провоцируя дополнительный выход зерна из колосьев, что является очевидным минусом. Соответственно, оптимальная длина решета устройства для сбора свободного зерна находится в пределах от 0,25 до 0,29м.

На графике, изображенном на рисунке 4.10, представлена зависимость сохраняемого свободного зерна от скорости транспортера при выгрузке.

Из графика видно некоторое расхождение результатов теоретических и экспериментальных исследований. экспериментальных и теоретических данных. Причины этого аналогичны факторам, проанализированным при рассмотрении предыдущего графика, изображенного на рисунке 4.9.

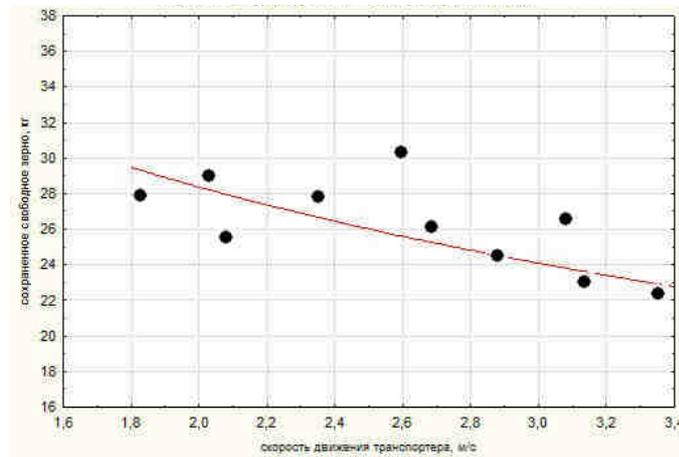


Рисунок 4.10– Зависимость количества сохраняемого свободного зерна от скорости движения транспортера при длине решета 0,2-0,32м.

Заметное снижение сохраненного зерна с увеличением скорости объясняется тем, что при превышении зерном определенного кинематического режима за счет излишней скорости, заданной скоростью транспортера, создается неблагоприятный режим работы устройства сбора зерна – режим преодоления зерном отверстий решета.

Проведение эксперимента при скорости транспортера, превышающую максимальную из заявленных в главе 3, осуществлялось для того, чтобы оценить быстроту снижения сбора зерна устройством при превышении рекомендуемых режимов. Это делалось для того, чтобы точнее определить рекомендуемый интервал скорости транспортера при выгрузке при работе с устройством сбора свободного зерна, поскольку в реальных условиях работы могут происходить кратковременные превышения режима из-за человеческого фактора или особенностей поля. При этом, исходя из теоретических и экспериментальных исследований, максимально допустимой при выгрузке приняли скорость транспортера 2,9м/с. На каждом режиме

работали по 30 минут. Исследования проводили в трех повторностях. В итоге установили процентное соотношение снижения количества зерна, попадающего в бункер, исходя из увеличения скорости транспортера (таблица 4.9).

Таблица 4.9 – Оценка снижения сбора свободного зерна с превышением допустимой скорости транспортера

№ опыта	Скоростной режим транспортера, м/с					
	0,3	0,31	0,32	0,33	0,34	0,35
	Процент снижения количества сохраненного свободного зерна в сравнении с максимальным скоростным режимом, %					
1	4,8	5,9	8,0	12,2	17,1	19,8
2	5,3	6,5	8,4	11,3	17,3	22,6
3	5,0	6,1	8,2	11,7	16,9	20,5
В среднем на режим работы, %	5,03	6,17	8,3	11,73	17,1	20,97

Из таблицы видно, что при указанных режимах, кроме 0,3м/с, процент снижения сбора зерна явно превышает 5%, являющиеся общепринятой погрешностью эксперимента [34, 36, 60, 137]. Соответственно, все режимы, кроме первого рассмотренного в таблице, не могут быть рассмотрены в даже в качестве допустимой погрешности. Режим 0,3м/с также является неблагоприятным, однако приемлемым на уровне погрешности.

Исходя из вышесказанного по скоростным режимам выгрузки, заключили, что оптимальный диапазон скоростей транспортера при выгрузке порции при работе порционной жатки, оснащенной устройством для сбора свободного зерна – 1,8-2,9м/с. С условием допустимой погрешности по сбору зерна в 5% от максимального режима из-за частных условий работы и человеческого фактора допускаются скачки скорости до 3,0м/с.

Помимо вышесказанного остановимся на некоторых особенностях сравнения результатов теоретических и экспериментальных исследований, которые справедливы и характерны для обоих графиков (рисунки 4.9, 4.10). Реальные диапазоны длины решета и скорости движения транспортера жатки

незначительно меньше значений, полученных теоретически, что, помимо вышеназванных названных причин, связанных с особенностями работы жатки, объясняется следующим образом: в полевых условиях жатка и ее узлы испытывают влияние колебаний и вибрации, что, как известно, сопутствует работе любой техники. А поскольку в нашем случае существенного влияния на рабочий процесс устройства для сбора свободного зерна это не оказывает, данные моменты не учитывались в теоретических исследованиях.

Несмотря на некоторые неточности и расхождения, разброс значений экспериментальных данных на обоих графиках (рисунки 4.9 и 4.10) не является значительным и может аппроксимироваться линиями, сопоставимыми с графиками, полученными теоретическим путём. Из этого можно заключить, что результаты теоретических исследований соответствуют данным, снятым при проведении эксперимента.

Проведение экспериментальных исследований при значениях основных факторов, выходящих за значения из принятых интервалов связано с тем, что проводилось сравнения работы экспериментального образца жатки с серийными, реальные режимы работы не во всем соответствуют условиям эксперимента, предусмотренного для порционной жатки. В частности, в условиях реальной работы потери за валковыми жатками часто превышают допустимые, но, несмотря на это, уборочный процесс не прекращается [48, 78, 137]. В результате было установлено, что теоретические и экспериментальные данные сходимы и при превышении допустимых потерь свободным зерном, что дополнительно говорит о достоверности полученных нами опытных данных.

4.2.2 Результаты исследования эффективности применения программно-аппаратного комплекса

Программно-аппаратный комплекс (приложение 3) в общем виде представляет из себя средство навигации. Он включает бортовой компьютер с соответствующим ПО, базовую станцию и систему антенн и

разрабатывался специально для порционной жатки в целях повышения качества и удобства процесса выгрузки валковых порций. Одной из главных задач, которую должно решать использование данной системы является обеспечение формирования из валковых порций равномерной валковой полосы, что значительно упрощает дальнейший процесс подбора валка, повышает качество данной операции и позволяет облегчить труд механизатора, работающего на скашивании культуры в валок. Важность и полезность данной меры обусловлена тем фактом, что обычно порционные жатвенные агрегаты не обеспечивают укладку валковой полосы равномерно без отклонений от прямолинейности, что подробно рассматривалось в главах 1 и 2. Соответственно, при проведении исследований качества работы данного комплекса было необходимо сравнить формирование валковой полосы порционной жаткой без него и с его использованием. Опытно-полевые исследования проводились в соответствии с методикой, предложенной и рассмотренной в разделе 3.6.

Во время проведения эксперимента фиксировались: положение на поле первой выгруженной порции валковой полосы, номера последующих порций, количество отклонений от положения первой порции при последующих выгрузках по каждой валковой полосе, образованной без комплекса и с комплексом, порядковые номера порций, номера порций с отклонениями и без, значения каждого отклонения (с выявлением максимального и среднего по полосе), длина полученных валковых полос, количество и номера порций, уложенных без отклонения для каждой полосы, сформированной с комплексом и без него. Основные из перечисленных данных представлены в таблице 4.10. Так же, для чистоты эксперимента, по каждому полю фиксировались данные об урожайности на нем, его площади, метеорологические условия на период проведения эксперимента (по данным метеостанции) (таблица 4.10).

Таблица 4.10 – Опытные данные исследований качества работы ПАК
«Ассистент механизатора» для каждого опытного поля

Наименование фиксируемого показателя	1-ая валковая полоса на поле без применения комплекса	1-ая валковая полоса на поле с применением комплекса	2-ая валковая полоса на поле без применения комплекса	2-ая валковая полоса на поле с применением комплекса
первое поле				
Количество отклонений от прямолинейности валковой полосы относительно первой порции, шт.	4	2	4	1
Максимальное значение отклонения по полосе, м	2,7	0,52	1,8	0,34
Средняя величина отклонения по валковой полосе, м	2,0	0,29	1,6	0,30
Площадь поля, га	120			
Урожайность на поле, ц/га	11,4			
Метеорологические условия в день проведения эксперимента	Без осадков, +22...+24°C			
второе поле				
Количество отклонений от прямолинейности валковой полосы относительно первой порции, шт.	4	2	5	0
Максимальное значение отклонения по полосе, м	2,3	0,35	2,0	0,32
Средняя величина отклонения по валковой полосе, м	1,9	0,03	1,8	0,17
Площадь поля, га	148			
Урожайность на поле, ц/га	10,8			
Метеорологические условия в день проведения эксперимента	Без осадков, +25...+27°C			
третье поле				
Количество отклонений от прямолинейности валковой полосы относительно первой порции, шт.	5	1	3	1
Максимальное значение отклонения по полосе, м	2,4	0,23	1,9	0,26
Средняя величина отклонения по валковой полосе, м	1,7	0,16	2,1	0,24
Площадь поля, га	110			
Урожайность на поле, ц/га	10,5			
Метеорологические условия в день проведения эксперимента	Без осадков, +17...+19°C			

Рассматривая табличные данные, следует пояснить, почему при использовании комплекса отклонения минимизируются, но не исключаются полностью. Наибольшее отклонение при всех опытах с применением комплекса – 0,52м, было получено при первой контрольной выгрузке, что, в силу необходимости адаптации механизатора к работе с комплексом в реальных рабочих условиях, нельзя назвать критической погрешностью. При работе на третьем поле не был изначально учтен рельеф местности, имеющий ряд уклонов, благодаря которым происходило некоторое «сползание» валка, и полученные в этом случае погрешности в 10-17см не являются следствием некачественной работы комплекса. Кроме того, при одной из выгрузок произошло запаздывание сигнала от спутника, что нередко является следствием протекающих в космосе процессов. Однако, погрешность в этой ситуации составила 0,37см, что на фоне отклонений без комплекса не может считаться значимой величиной.

Для формирования общего заключения по целесообразности применения ПАК полученные данные по каждому полю анализировались и обрабатывались. Результаты обработки данных по всем трем опытным полям приведены в таблице 4.11.

Таблица 4.11 – Сводная таблица экспериментальных данных по качеству работы ПАК для всех опытных полей

Показатели	Валковые полосы, сформированные без комплекса	Валковые полосы, сформированные с комплексом
Максимальное количество отклонений, шт.	5	2
Среднее количество отклонений, шт.	4,33	1,17
Максимальная величина отклонения, м	2,7	0,52
Средняя величина отклонения, м	1,87	0,23
Количество порций, уложенных без отклонения относительно первой в валке, шт.	11	29

Для визуализации результатов проведенных исследований по рассматриваемому вопросу, пользуясь данными, представленными в таблицах 4.10, 4.11, был построен график средних значений отклонений валковой полосы от прямолинейности. Для наглядности сравнения уровня отклонений при использовании комплекса и без него, каждый из названных случаев отображается своей линией (рисунок 4.11).

Из графика, представленного на рисунке 4.11, отчетливо видно, что значения отклонений от линии валковой полосы при работе без предлагаемого программно-аппаратного комплекса превосходят аналогичные значения при работе с использованием комплекса в 2-4,5 раза, а частота возникновения этих отклонений – в 2-2,5 раза. Опираясь на данные таблицы 4.11 и рисунка 4.11, можно так же заключить, что величина отклонений, возникающих при работе с комплексом имеет значения, которые не препятствуют качественному подбору валка, так как не выходят за рамки рабочей ширины захвата наиболее широко применяемых подборщиков валков. В то же время отклонения при работе без комплекса, имеют заметно большую величину, могут оказываться вне рабочего захвата подборщика. Это негативно отражается на качестве уборочного процесса [47, 57, 78, 79, 142].

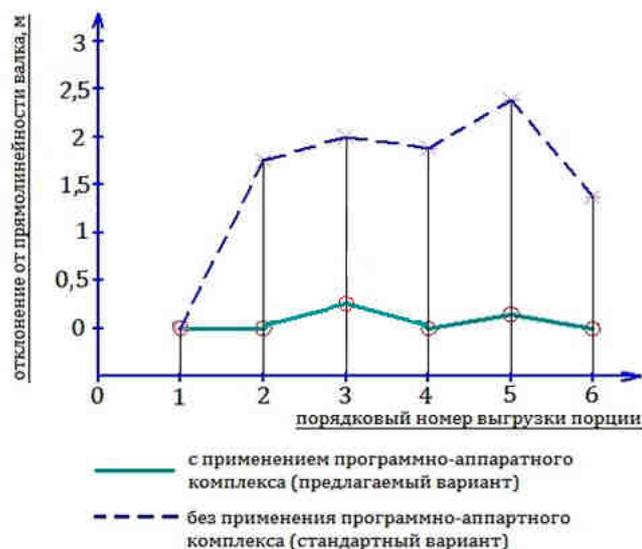


Рисунок 4.11 – График распределения средних значений отклонений валковой полосы от прямолинейности по всем повторностям.

Подводя итоги по проведенными нами опытно-полевым исследованиям применения комплекса в рабочем процессе порционной жатки, можно заключить, что его применение полностью соответствует возлагаемым задачам, обеспечивая формирование валковой полосы с количеством отклонений, в 2-3 раза меньшим, чем при работе без комплекса, причем величина имеющихся отклонений незначительна – в 3-4 раза ниже, чем при работе в стандартном варианте жатки. Приведенные данные позволяют говорить, что формирование порционных валков с использованием ПАК «Ассистент механизатора» обеспечивает полную и равномерную загрузку подборщика на операции подбора по ширине и увеличивает эффективность работы механизаторов при уборке хлеба в валки, минимизируя воздействие человеческого фактора и повышая автоматизацию рабочего процесса.

Выводы по главе

1. В результате проведения многофакторного эксперимента было получено уравнение регрессии, описывающее зависимость количества сохраняемого свободного зерна (кг) в бункере устройства для его сбора от скорости движения транспортера, частоты вращения вентилятора устройства сбора зерна, длины решета данного устройства и диаметра отверстий решета. В результате проверки регрессионной модели было установлено, что она является адекватной.

2. Установлено, что закономерности и данные, полученные при опытно-полевых исследованиях соответствуют результатам теоретических исследований имеют с ними высокую степень сходимости.

3. Проведенное сравнение работы экспериментального образца жатки с серийной позволило установить, что производительность агрегата с экспериментальной жаткой выше, а хронометрические показатели ниже, чем при работе с серийной машиной.

4. Сравнение потерь зерна за экспериментальной и серийной жаткой

показало, что по всем видам потерь их уровень ниже при работе с экспериментальной порционной жаткой. Так же установлено, что при работе экспериментального образца порционной жатки с функционирующим устройством сбора свободного зерна данный вид потерь сокращается в 3-3,5 раза в сравнении с вариантом порционной жатки без устройства и в 5-6 раз по сравнению с жаткой серийной модели.

5. Были экспериментально проверены и уточнены установленные теоретически оптимальные диапазоны параметров и режимов работы устройства для сбора свободного зерна, в результате чего было установлено, что оптимальный диапазон скоростей транспортера оснащенной устройством для сбора свободного зерна порционной жатки при выгрузке порции составляет 1,8-2,9м/с, оптимальная длина решета устройства для сбора свободного зерна находится в пределах от 0,25-0,29м.

6. По результатам оценки применения программно-аппаратного комплекса на порционной жатке выяснили, что его применение обеспечивает формирование валковой полосы с количеством отклонений, в 2-3 раза меньшим, чем при работе без комплекса, и величиной отклонений в 3-4 раза ниже, чем при работе в стандартном варианте порционной жатки.

5. Экономическая оценка эффективности применения порционной жатки с устройством для сбора свободного зерна

5.1. Составление базовой и экспериментальной технологических карт механизации процесса возделывания зерновых культур

Экономическую эффективность от применения порционной жатки, оснащенной устройством для сбора свободного зерна можно выразить за счет уменьшения потерь зерна, т.е. за счет увеличения общего количества убираемого урожая, используя известные методики и нормы экономической оценки [53, 93, 147].

Одним из основных методов экономического обоснования и оценки является сравнение. В случае осуществления данной работы при появлении новой техники или модернизации имеющейся, целесообразно проводить сравнение новой разработки с базовым вариантом. В нашем случае – это серийная жатка ЖВР-10.

Выбранный способ экономического обоснования подразумевает сравнение двух вариантов одинаковым нормативам, что обеспечивает аналогичность или возможность приведенного сопоставления анализируемых показателей.

При существующем варианте механизации уборочного процесса (двухфазная уборка) зерновых культур исполнительным звеном при выполнении операции является стандартный жатвенный агрегат: в качестве МЭС использовался комбайн СК-5, жатвенная машина ЖВР-10. В качестве исполнительного звена при предлагаемом нами варианте вместо валковой жатки ЖВР-10 использовали экспериментальную порционную жатку, оснащенную устройством сбора свободного зерна. В целях сохранения максимально сопоставимых условий по каждому варианту, в качестве МЭС применялась та же машина (СК-5). В дальнейших исследованиях примем

следующие обозначения: базовый вариант – *Б.в.*, предлагаемый нами новый вариант – *Н.в.*.

Производительность агрегата рассчитывается по формуле:

$$\omega^{\partial} = \omega^{\text{ч}} \cdot t, \quad (5.1)$$

где ω^{∂} – производительность агрегата в единицах работы за рабочий день, га/день; $\omega^{\text{ч}}$ – производительность агрегата за 1 час сменного времени, га/ч; t – продолжительность рабочего дня, ч.

Сезонная загрузка жатвенного агрегата на операции скашивания хлебной массы в валки:

$$T_{\text{ОП}} = D \cdot t, \quad \text{ч}, \quad (5.2)$$

где D – количество дней работы на рассматриваемой операции.

Выработка за время работы в единицах работы равна:

$$W_{\text{ОП}} = T_{\text{ОП}} \cdot \omega^{\text{ч}}, \quad \text{га} \quad (5.3)$$

или

$$W_{\text{ОП}} = D \cdot \omega^{\partial}, \quad \text{га} \quad (5.4)$$

Потребное количество жатвенных агрегатов для выполнения всего объема работ:

$$N = \frac{O}{W_{\text{ОП}}}, \quad \text{шт.}, \quad (5.5)$$

где O – объем работ в единицах работы, га.

Балансовая стоимость жаток в расчете на выполняемую операцию:

$$B_{\text{ОП}} = \frac{B \cdot T_{\text{ОП}}}{T_{\text{Г}}} \cdot n, \quad \text{руб.}, \quad (5.6)$$

где B – балансовая стоимость одной жатки, руб.; $T_{\text{ОП}}$ – сезонная загрузка жатки, ч; $T_{\text{Г}}$ – годовая загрузка, ч, n – количество жаток, шт.

Балансовая стоимость порционную жатку, оснащенную устройством сбора свободного зерна вычисляется следующим образом:

$$B_{УСЗ} = B_{ПЖ} + n^{ДОП} \cdot C_{ИЗГ}^{ДОП} \cdot (1 + C_M^{ДОП}), \text{руб.}, \quad (5.7)$$

где $B_{ПЖ}$ – балансовая стоимость порционной жатки, руб.; $C_{ИЗГ}^{ДОП}$ – затраты на изготовление/приобретение узлов и деталей устройства сбора зерна, руб.; $C_M^{ДОП}$ – затраты на монтаж и настройку, руб.; $n^{ДОП}$ – количество дополнительных приспособлений, устанавливаемых на машину (в нашем случае дополнительное устройство является единичным), шт.

Помимо названных показателей, следует учитывать экономические показатели на весь объем выполняемых работ:

Расход топлива:

$$Г = G \cdot O, \text{кг}, \quad (5.8)$$

где G – удельный расход топлива на единицу работ, кг/га.

Методика определения расхода топлива для сравнительной экономической оценки энергозатратности базовой и предлагаемой технологии представлена в приложении 16.

Затраты труда на весь объем работ:

$$T = \frac{m \cdot O}{\omega^ч}, \text{чел.-ч}, \quad (5.9)$$

где m – количество обслуживающего персонала, чел.

Далее определяли эксплуатационные затраты на весь объем работ:

$$З_э = З_{ПЛ} + A + P + C_r, \text{руб.} \quad (5.10)$$

где $З_{ПЛ}$ – заработная плата, руб.; A – амортизационные отчисления, руб.; P – отчисления на плановые технические обслуживания и ремонты, руб.; C_r – стоимость горючего, руб.

Зарплата:

$$З = T \cdot T_{ст} \cdot K_{нов} \cdot K_{нач}, \text{руб.}, \quad (5.11)$$

где $T_{ст}$ – часовая тарифная ставка, руб./чел.-ч; $K_{нов}$ – коэффициент повышения расценок за выполнение плана, начислений на зарплату, дополнительных выплат за стаж (принимается 1,9 для механизированных

работ и 1,6 для ручных [123, 147]); $K_{нач}$ – коэффициент, учитывающий начисления на заработную плату, для сельхоз работ $K_{нач}=33-37\%$.

Амортизационные отчисления:

$$A = B_{он} \cdot \frac{a}{100} \cdot N, \text{ руб.}, \quad (5.12)$$

где a – средняя ежегодная норма амортизационных отчислений, %.

Отчисления на на плановые технические обслуживания и ремонты:

$$P = B_{он} \cdot \frac{p}{100} \cdot N; \text{ руб.}, \quad (5.13)$$

где p – средняя (ежегодная) норма ежегодных отчислений на ТО и текущий ремонт, %.

Стоимость горючего:

$$C_G = G \cdot Ц_G, \text{ руб.}, \quad (5.14)$$

где G – расход горючего, кг; $Ц_G$ – комплексная цена топлива, руб./кг.

Прямые затраты было целесообразно определять как сумму стоимости основных материалов и стоимости эксплуатационных затрат:

$$З_{п} = З_{э} + C_M, \text{ руб.}, \quad (5.15)$$

где $З_{э}$ – стоимость эксплуатационных затрат; C_M – стоимость материалов

Косвенные затраты в нашем случае можно вычислить с помощью переводного коэффициента $k=0,1$ [53, 109]:

$$З_K = k \cdot З_{п}, \text{ руб.} \quad (5.16)$$

Издержки производства (или себестоимость) определяются как сумма прямых и косвенных затрат:

$$S = З_{п} + З_K, \text{ руб.} \quad (5.17)$$

Капитальные вложения на весь объем работ начисляются по формуле:

$$K = B_{оп} \cdot N, \text{ руб.}, \quad (5.18)$$

а приведенные затраты:

$$I = S + E_H \cdot K, \text{ руб.}, \quad (5.19)$$

где E_H – нормативный коэффициент сравнительной эффективности капиталовложений (в наших исследованиях $E_H = 0,15$).

После проведенных расчетов по операциям уборки подсчитывались итоги, позволившие составить технологические карты механизированного возделывания зерновых культур при базовом и рассматриваемом экспериментальном вариантах механизации (приложения 17, 18), а затем определялись затраты в расчете на 1га и на 1ц основной продукции. При этом по зерновым культурам 85-90 % всех затрат относят на зерно и 10-15 % на солому. Выход полноценного зерна с учетом рефакции можно принять на уровне 95 % от веса зерна в бункере после обмолота. Анализ данных по изменению затрат на производство зерна и побочной представлен в приложении 19.

5.2 Экономическое обоснование эффективности предлагаемого способа механизации

После проведения предварительных расчетов и определения себестоимости единицы продукции изучались и рассчитывались основные экономические показатели для сравниваемых вариантов механизации раздельной уборки зерновых культур. Показатели экономической эффективности применения порционной жатки с устройством сбора свободного зерна определяли в расчете на 1га и на 1ц продукции.

Стоимость валовой продукции определяется следующим выражением:

$$ВП = V_O \cdot Ц_O + V_P \cdot Ц_P, \text{ руб./га}, \quad (5.20)$$

В котором V_O , V_P – валовой сбор основной (зерно) и побочной (солома) продукции, ц/га; $Ц_O$, $Ц_P$ – цена 1ц основной и побочной продукции, руб/ц.

Чистый доход можно представить в виде разности между стоимостью валовой продукции и издержками производства:

$$Д = ВП - S, \quad (5.21)$$

где $ВП$ – стоимость валовой продукции, S – соответствующие издержки производства, определяемые по формуле 5.17.

Прибыль целесообразно определять на основной продукции в расчете на 1ц :

$$П = Ц - S, \text{ руб./ц.} \quad (5.22)$$

Величина дополнительных капиталовложений:

$$K = K_2 - K_1, \text{ руб/га,} \quad (5.23)$$

где K_1, K_2 – соответственно общие капиталовложения при базовом и предлагаемом вариантах механизации, руб.

Одним из ключевых экономических показателей является рентабельность, которую возможно рассчитывать на 1ц продукции или на 1 га. Отношение прибыли к себестоимости называется уровнем рентабельности, данный показатель выражается следующим образом:

$$R = \frac{П}{S} \cdot 100\% = \frac{Ц - S}{S} \cdot 100\% . \quad (5.24)$$

Тогда рентабельность по капиталовложениям (иначе – норму прибыли) можем выявить через отношение прибыли к капиталовложениям [93, 109]:

$$R_K = \frac{Д}{K} \cdot 100\% . \quad (5.25)$$

Срок окупаемости изначальных капиталовложений:

$$T_{OK} = \frac{K}{Д} . \quad (5.26)$$

Срок окупаемости дополнительных капиталовложений:

$$T_{OK}^{доп} = \frac{K_2 - K_1}{Д_2 - Д_1}, \text{ лет.} \quad (5.27)$$

Годовая экономия на сопоставимый объем производства может быть рассчитана по разнице издержек производства или себестоимости:

$$\mathcal{E}_2 = (S_{баз} - S_{предл}) \cdot У \quad (5.28)$$

где $S_{БАЗ}, S_{ПРЕДЛ}$ – себестоимость 1ц зерна в базовом и предлагаемом вариантах механизации соответственно, руб./ц; $У$ – урожайность (объем производства зерна первого порядка) с 1га, ц/га.

Приведенные затраты в расчете на 1га составляют:

$$I = S + E_H \cdot K, \text{ руб./га.} \quad (5.29)$$

Разница в приведенных затратах на сопоставимый объем производства называется годовым экономическим эффектом. Существует множество вариантов его расчета – выберем вариант, наиболее подходящий для оценки базовой существующей и предлагаемой экспериментальной технологии [147]:

$$Г_э = I_1 \cdot \alpha - I_2, \text{ руб./га,} \quad (5.30)$$

где α – коэффициент сопоставимости. Он является расчетным и может быть определен следующим образом:

$$\alpha = \frac{ВП_2}{ВП_1}, \quad (5.31)$$

где $ВП_1, ВП_2$ – стоимость валовой продукции при базовом и экспериментальном вариантах, руб.

Затраты труда – трудоемкость – на получение единицы продукции составляют:

$$T_3 = \frac{T}{B_0}, \text{ чел.-ч/ц,} \quad (5.32)$$

где T_3 – показатель затрат труда на производство основной и побочной продукции, чел.-ч.; B_0 – объем производства основного вида продукции (зерна) в натуре, ц.

Производительность труда в стоимостном выражении:

$$ПТ = \frac{ВП}{T}, \text{ руб./чел.-ч.} \quad (5.33)$$

Тогда её рост:

$$ПТ_{\text{рост}} = \frac{ПТ_2}{ПТ_1}. \quad (5.34)$$

Результаты расчетов представлены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Сравнительная оценка экономической эффективности при использовании МТА с жаткой ЖВР-10 (базовый вариант) и с экспериментальной порционной жаткой (предлагаемый вариант).

Наименование экономического показателя	Размер экономического показателя	
	Существующий вариант механизации	Предлагаемый вариант механизации
Стоимость валовой продукции, руб./га	8240,00	11410,00
Себестоимость, руб./га	5827,92	6123,77
Чистый доход, руб./га	2412,08	5286,23
Прибыль, руб./ц	126,71	213,820
Удельные капиталовложения, руб./га	8675,14	8737,66
Дополнительные капитальные вложения, руб./га	-	96,52
Уровень рентабельности, %	27,41	53,86
Рентабельность по капиталовложениям, %	26,41	54,13
Средний прирост прибыли от снижения потерь зерна (сохранения свободного зерна), руб./га	-	621,35
Приведенные затраты, руб./га	6984,19	7094,67
Трудоемкость, чел.-ч./ц	0,34	0,27
Средняя цена реализации продукции, руб./т	8600	
Балансовая цена жатки, тыс. руб.	299	378
Средний объем зерна, получаемого от снижения потерь в сравнении с базовыми жатками, кг/га	-	89,5
Годовая прибыль от уменьшения потерь зерна, тыс. руб.	-	224,70
Годовой экономический эффект, тыс. руб.	-	324,11
Срок окупаемости, лет	-	1,6

Из таблицы видно, что новое орудие – порционная жатка с устройством сбора свободного зерна, обеспечивает более высокую эффективность производства зерновых культур по сравнению с серийными жатками, что в частности достигается снижением потерь зерна за счет сбора свободной его части посредством предлагаемого специального устройства.

Сборы зерна специальным устройством за предлагаемой жаткой (количество собранного зерна в сравнении с базовым вариантом выше в среднем на 89,5 кг/га) дает годовую прибыль, составляющую в среднем 224,70 тыс.руб., а полный годовой экономический эффект 324,11 тыс. руб..

Выводы по главе

1. Установлено, что ожидаемый годовой экономический эффект от составляет применения нового способа механизации составляет 324,11 тыс. руб. на одну жатку.

2. По результатам расчета экономической эффективности применения порционной жатки рассчитан срок её окупаемости ожидаемый срок окупаемости одной порционной жатки, составляющий 1,6 года.

3. Годовая прибыль от сохранения свободного зерна за счет устройства для его сбора, а также минимизации общих потерь зерна в сравнении с базовыми жатками, составляет 224,70 тыс. руб. на один агрегат.

Общие выводы

1. Установлена закономерность движения хлебной массы по решетку устройства для сбора свободного зерна во время выгрузки порции валка (формула (2.7)), на основе которой определен интервал оптимальной скорости движения свободного зерна по решетку (1,75...3,0 м/с (формула (2.30))).

2. Разработана конструкция порционной жатки, включающая устройство для сбора свободного зерна (патенты РФ на изобретение № 2523847). С помощью выявленных закономерностей установлены оптимальные значения конструктивных параметров устройства для сбора свободного зерна: потребляемая мощность вентилятора устройства N не менее 4,73 кВт, производительность $Q=0,412...0,476\text{м}^3/\text{с}$, создаваемое в системе давление $P_v=1100$ Па, диаметр отверстий решета $d=7...12\text{мм}$, диаметр трубопровода $d_t=0,16...0,22\text{м}$, оптимальная длина решета $L_{\text{реш}}=0,25...0,3\text{м}$.

3. Были экспериментально проверены и уточнены выявленные теоретически оптимальные значения параметров и режимов работы устройства для сбора свободного зерна, в результате чего установлено, что допустимый диапазон скоростей транспортера порционной жатки при использовании устройства для сбора свободного зерна при выгрузке порции составляет 1,8...2,9 м/с, а оптимальная длина решета устройства для сбора свободного зерна находится в пределах от 0,25...0,29 м.

4. Сравнение уровня потерь зерна за серийной жаткой и экспериментальным образцом порционной жатки с устройством для сбора свободного зерна показало, что по всем видам потерь их значения ниже при работе экспериментального агрегата. Непосредственно потери свободным зерном сокращаются в 3...3,5 раза в сравнении с вариантом порционной жатки без устройства, и в 5...6 раз по сравнению с жаткой серийного модели.

5. Проведенный многофакторный эксперимент позволил выявить зависимость изменения параметра оптимизации – количество сохраняемого свободного зерна, кг, от основных управляемых факторов: скорости движения транспортера, м/с, длины решета устройства для сбора свободного зерна, м, диаметра отверстий решета, м и частоты вращения вентилятора устройства для сбора свободного зерна, с-1(формула (4.3)). Установлено, что результаты теоретических и экспериментальных исследований обладают высокой степенью сходимости.

6. Применение, на экспериментальной жатке разработанного по результатам исследования, навигационного программно-аппаратного комплекса на порционной жатке обеспечивает формирование валковой полосы с количеством отклонений в 2...3 раза меньшим, чем при работе без комплекса, и величиной отклонений валковой полосы от центральной оси формируемого валка в 3-4 раза ниже, чем при работе в стандартном варианте порционной жатки.

7. По результатам оценки экономической эффективности применения порционной жатки с устройством для сбора свободного зерна установлено, что ожидаемый годовой экономический эффект от применения нового способа механизации составляет 324,11 тыс. руб. на одну жатку, а годовая прибыль от сохранения свободного зерна за счет устройства для его сбора и минимизации общих потерь зерна в сравнении с базовыми жатками, составляет 224,70 тыс. руб. 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. Поргон 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. Порциеобразователь 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. ЭккхардКэнинг, Дитер Шольц, Штеффан Трапп, Мартин Шуберт, Геррит Унгер, и ФолкерХенель. Заявл. 13.03.86; Оpubл. 15.05.90; Бюл. № 18.

16. А.С. № 1644791 СССР; МКИ А 01 D 57/20. Транспортер 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. Карнауков, 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. Карапетян 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. Астафьев В.Л., Иванченко П.Г., Окунев Г.А., Ловчиков А.П. Совершенствование валковых жаток и жаток-хедеров в зерноуборочном парке машин для условий Северного Казахстана // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2004. №1 (151). С. 86-89.
34. 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.

35. 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.
36. 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.
37. Балабанов В.С., Косачев Г.Г. Нетрадиционные способы уборки: перспективы, эффективность.// Мех. и эл. с-х., № 9, 1986. с. 18-21.
38. 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.
39. Бобрович Л.В., Гордеев А.С., Горшенин В.И., Жидков С.А., Завражнов А.И., Завражнов А.А. Современные проблемы науки и производства в агроинженерии // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2013. №11-1. С. 100-101.
40. Босой Е.С. Теория, конструкция и расчет сельскохозяйственных машин. -М.: Машиностроение, 1978. – 568 с.
41. Бугров А.Н. Обоснование параметров и режимов работы сплошного наклонного транспортера порционной жатки. Автореферат. – Оренбург – 2006. – 24 с.
42. Будко А.И. Опыт отдельной комбайновой уборки. - М.: Сельхозиздат, 1958.-79 с.
43. Важенин А.Н., Романов Г.И. Количество и толщина слоев стеблей на транспортере жатки. Сб. научных трудов ЧИМЭСХ. 1974. Вып. 73. с. 43-64.
44. Веденяпин Г.В. Общая методика экспериментального исследования и обработка опытных данных. – М.: Колос. – 1973. – 199 с.
45. Воцкий З.И. Классификация и анализ способов формирования хлебных валков. Труды ЧИМЭСХ. 1979. Вып. 151. с. 4-12.
46. Воцкий З.И., Пермяков А.Ф. Температурный режим и связность широкополосных валков. Труды ЧИМЭСХ. 1981. Вып. 168. с. 4-11.
47. Глушков И.Н. Использование валковой порционной жатки с устройством образования стерневых кулис для обеспечения снегозадержания

и минимизация потерь зерна при уборке зерновых культур//Совершенствование инженерно-технического обеспечения технологических процессов в АПК: материалы международной научно-практической конференции. – Оренбург. Издательский центр ОГАУ, 2013. – С. 155 –159.

48. Глушков И.Н. Обоснование параметров и режимов работы порционной жатки с устройством образования кулис. Автореферат. – Оренбург – 2013. – 19 с.

49. Голотин М.М. Исследование работы серийных валковых жаток в орошаемом земледелии. Труды Кишиневского СХИ, 1977. Т. 84. с. 91-95.

50. Горячкин В.П. Том 3, М., изд-во «Колос», 1985 г.

51. 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.

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

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

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

55. ГОСТ Р 51794-2008 "Глобальные навигационные спутниковые системы. Системы координат. Методы преобразований координат определяемых точек".

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

57. Джамбуршин А.Ш. Колосоуборочные машины и механизмы / . Алма-Ата, «Кайнар», 1977. – 152 с.

58. 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.

59. 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.

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

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

62. Ерохин М.Н. Вероятностные регрессионные модели объектов механизации сельскохозяйственного производства // Известия Международной академии аграрного образования. 2008. Т. 1. №6. С. 22-26.

63. Жалнин Э.В. Альтернативные технологии уборки зерновых // Сельский механизатор. 2010. №9. С. 12-13.

64. Жалнин Э.В. Классификация потерь зерна и их оценка // Сельский механизатор. 2014. №9 (67). С. 4-6.

65. Жалнин Э.В. Обеспеченность хозяйств России зерноуборочной техникой. // Сельский механизатор. 2013. №3 (49). С. 4-6.

66. Жалнин Э.В. Перспективная система зерноуборочных машин // Сельский механизатор. 2012. №11 (45). С. 8-11.

67. Жалнин Э.В., Пьянов В.С. От динамики самоосыпания зерна к высокоэффективной уборке // Техника в сельском хозяйстве. 2010. №4. С. 8-10.

68. Жалнин Э.В., Савченко А. Н. Технологии уборки зерновых комбайновыми агрегатами. - М.: Россельхозиздат, 1985. - 207 с., ил.

69. Жук Я.М. Двух- и трехфазная уборка зерновых культур. - М.: Сельхозиздат., 1961. - 94с.

70. Завалишин Ф.С., Мацнев М.Г. Методы исследований по механизации сельскохозяйственного производства. - М.: Колос, 1982. - 231с.

71. Иванцов В.И., Солошенко О.И. Валковые жатки. - М.: Машиностроение, 1984. -200 с.

72. Иванченко П.Г. Совершенствование зерноуборочного процесса на основе фронтальной жатки-накопителя. Автореферат – Оренбург. – 2005. – 23 с.

73. Карлов М.Е. Устойчивость хлебного валка.// Мех. и эл. с. х., № 8, 1977. с. 10-12.

74. Кленин Н.И. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины / Н.И. Кленин, В.А. Сакун // М.: Колос, 2003. – 464 с.
75. Кондауров Д.И. Пути решения проблемы загрузки зерноуборочных комбайнов. Повышение производительности и качества работы зерноуборочных и зерноочистительных машин. - Челябинск, 1985. с. 8-13.
76. Кононенко А. Ф., Каменской А. С. Автоматизированное управление уборкой сельскохозяйственных культур. - М.: Россельхозиздат, 1984. - 120 с., ил.
77. Кондрашов А.Н. Обоснование параметров и режимов работы шнекового делителя и выгрузного окна порционной жатки. Автореферат. – Оренбург. – 2005. – 20 с.
78. Константинов М.М. Проектирование и организация эффективного процесса уборки зерновых культур/М.М. Константинов, А.П. Ловчиков, В.П. Ловчиков, П.И. Огородников, Ю.Б.Четыркин // Екатеринбург: Институт экономики УрОРАН, 2011. – 152 с.
79. Константинов М.М., Глушков И.Н. К вопросу обоснования оптимальной доли площади поля под стерневыми кулисами, формируемыми при работе порционной жатки в целях снегозадержания. Сборник научных работ X Международной научно-практической конференции «Современные концепции научных исследований» // Евразийский союз ученых, Москва, 2015, №1, С 57-59.
80. 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.
81. Константинов М.М., Глушков И.Н., Пашинин С.С. Обоснование соотношения скоростей накопительного транспортера и энергосредства порционной жатки // Научное обозрение. 2015. №11. С. 24-30.
82. Константинов М.М., Козловцев А.П., Герасименко И.В., Глушков И.Н., Пашинин С.С., Потешкин К.С., Галлиев И.Х., Буканов А.А., Трофимов И.В. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УБОРКЕ УРОЖАЯ В ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ НА 2015 ГОД [Электронный ресурс] Режим доступа <http://mcx.orb.ru/deytelnost/rastenievodstvo/> Оренбург. 30.07.2015. С. 12-73.

83. Константинов М.М., Кондрашов А.Н., Глушков И.Н., Пашинин С.С. Методика расчета и обоснования параметров ленточного транспортера порционной жатки // Известия ОГАУ. 2012. №2.
84. Константинов М.М., Кондрашов А.Н., Глушков И.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.
85. Константинов М.М., Нуралин Б.Н., Глушков И.Н., Пашинин С.С. Обоснование параметров транспортера порционной жатки // Вестник КрасГАУ. 2011. №12.
86. Константинов М.М., Пашинин С.С., В.Г. Кушнир Перспективы развития уборочного процесса в Южном Урале. Геоинформационные технологии в сельском хозяйстве: материалы международной научно-практической конференции . издательский центр ОГАУ. 2013. С. 40-42.
87. Константинов М.М., Пашинин С.С., Нуралин Б.Н Проблемы использование космических технологий в сельском хозяйстве. Геоинформационные технологии в сельском хозяйстве: материалы международной научно-практической конференции. Издательский центр ОГАУ. 2013. С. 87-89.
88. Королев К.Н. Исследование процесса образования хлебного валка скоростной жаткой. Труды Саратовского СХИ. Вып. 42. 1987. с. 72-78.
89. Королев К.Н. Улучшение технологического процесса образования хлебного валка.// Мех. и эл. с. х., №7, 1968. с. 17-19.
90. Косилов Н.И., Стоян С. и др. Прицепная жатка ЖВП –9.1 // Сельский механизатор. М., 2004, № 11. – С 20-21с.
91. Краснощеков Н.В. Отчет Сибирского научно-исследовательского института сельского хозяйства за 1971-1972 гг. Омск, 1972.
92. Красовский Г.И., Филаретов Г.Ф. Планирование эксперимента. – Минск: Издательство БГУ им. В.И. Ленина. – 1982. – 303 с.
93. Курс экономики под редакцией Б.А. Райзберг. – М.: Инфро-М. – 1997. – 720 с.
94. 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.

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

96. Липкович Э.И. Процессы обмолота и сепарации в молотильных аппаратах зерноуборочных комбайнов. зерноград, 1973.-165 с.

97. Ловчиков А.П. Организация уборочно-транспортных комплексов с иерархическим технологическим контролем // Достижения науки и техники АПК. М, 2005, № 5. – С.31-34.

98. Ловчиков А.П. Повышение качества зерна и эффективности использования комбайнов в условиях Южного Урала. Челябинск, Рикпол, 2002.

99. Ловчиков А.П. Технологическое совершенство систем уборки зерновых культур // Тракторы и с. х. машины. М. 2004, № 11 - С. 26-27.

100. Ловчиков А.П. Уборочно-транспортные комплексы // Сельский механизатор. М., 2005, № 9.-С.10.

101. Ловчиков А.П. Формирование уборочно-транспортных комплексов // Механизация и электрификация с.х. М., 2003, № 3. – С.55-57.

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

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

106. 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.

107. Мельников С.В., Алешкин В.Р., Роцин П.М. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов. - Л.: Колос, 1972. - 200 с.
108. Метод наименьших квадратов (МНК): [Электронный документ] - (<http://www.cleverstudents.ru/mnk.html>). Проверено 06.03.2013.
109. 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.
110. Методические указания. Методика выбора и оптимизации контролируемых параметров технологических процессов. - М.: Издательство стандартов, 1978.- с. 63.
111. 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.
112. 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.
113. Милюткин В.А. Анализ способов реализации точного (координатного) земледелия / В.А Милюткин, М.А. Канаев // Известия ФГОУ ВПО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия». - Самара, 2007. - Вып. 3. - С. 3-5.
114. Миронов А.А. Просыхание хлебной массы в валках разных размеров.// Сельское хозяйство Сибири, № 9, 1962. с. 70-72.
115. Недовесов В.И. Управление процессом формирования хлебных валков.// Мех. и эл. с. х., № 6, 1971. с. 22-26.
116. 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.
117. Окунев Г.А., Шепелёв С.Д., Шепелёв В.Д. Обоснование параметров процесса уборки зерновых культур // Аграрная наука. 2004. №2. С. 11-13.

118. Оматов А.Ф. К обоснованию параметров и типа валковых жаток.// Тракторы и сельхозмашины, № 1, 1974. с. 21-22.
119. 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.
120. Орманджи К.С. Уборка колосовых культур в сложных условиях. М.: Россельхозиздат, 1985. – 144 с.
121. ОСТ 70. 8. 1 - 70 Машины зерноуборочные. Программа и методы испытаний. Москва, 1970. с. 83.
122. ОСТ 10. 8. 1 - 99 Испытания сельскохозяйственной техники. МАШИНЫ ЗЕРНОУБОРОЧНЫЕ. Методы оценки функциональных показателей. - М.: Стандарт. 1999. - с. 120.
123. ОСТ 10.2.11-2000 Стандарт отрасли. «Машинные технологии производства, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции. Методы экономической оценки» ». – М.: Минсельхоз России. – 2000.
124. Патент на изобретение № 2138150 МПК А01D34/00 Валковая жатка /Константнов М.М., Горячев С.В., Моргунов А.Г. – 27.09.1999.
125. Патент на изобретение № 2212780 МПК А01D69/00,34/00 Валковая жатка/ Константинов М.М., Бугров А.Н., Павленко В.А., Морозов Е.Ю. – 22.03.2003.
126. Патент РФ на изобретение № 2212782 МПК А01D69/00,34/00 Валковая жатка / Константинов М.М., Горячев С.В., Елисеев О.В – 18.05. 2003.
127. Патент на изобретение. №2493685 Российская Федерация, МПКА01D34/04, А31D57/18 Валковая порционная жатка с устройством образования стерневых кулис/ Константинов М.М., Глушков И.Н., Пашинин С.С.заявл.23.03.2012;опубл.27.09.2013,Бюл. № 27.
128. Патент на изобретение. №2523847 Российская Федерация,МПК А01D34/00 Валковая жатка / Константинов М.М., Пашинин С.С., Глушков И.Н., Кондрашов А.Н. заявл. 04.05.2012;опубл.27.07.2014,Бюл. № 21.
129. Патент на полезную модель №79010 Прицепной зерноуборочный агрегат / Окунев Г.А., Шепелёв С.Д., Кузнецов Н.А., Малявкин А.Н., Хохленко В.П. – 14.07.2008.

130. Патент РФ на способ № 2080757, МПК А01В79/02 Способ возделывания зерновых культур / А.А. Щербаков, А.Н. Золотарев, С.У. Аскарров, П.А. Шабанов – 10.06.1997.

131. Патент на способ №2447635 Способ определения потерь спелого зерна от самоосыпания на корню / Жалнин Э.В., Пьянов В.С. – 15.06.2010.

132. Пашинин С.С. Совершенствование работы выгрузного устройства порционной жатки//Совершенствование инженерно-технического обеспечения технологических процессов в АПК: материалы международной научно-практической конференции. – Оренбург. Издательский центр ОГАУ, 2015. – С. 78.

133. Пенкин М. Г. Новые технологии уборки зерновых культур.- Алма-Ата: Кайнар, 1988. - 280 с.

134. Пермяков А.Ф. Исследование структуры хлебного валка и изменения в нем влажности хлебной массы. Труды ЧИМЭСХ. Вып. 164. 1980. с. 43-53.

135. Пермяков А.Ф. Исследование широкополосного хлебного валка применительно к лесостепной зоне Южного Урала. Труды ЧИМЭСХ. Вып. 134.1978. с. 12-16.

136. Поддержка и преобразование координат: [Электронный документ] - (http://www.gelix.com/index.php?Page=page_164). Проверено 06.03.2013

137. Пугачев А.Н. Контроль качества уборки зерновых культур. М.: Колос, 1980. – 255 с.

138. Риков О.Н. Теория вычислительного эксперимента. М.: Знание, 1987.

139. Русанов А.И. Основные тенденции и проблемы развития зерноуборочных комбайнов.// Тракторы и сельхозмашины, № 8, 1988. с. 21-25.

140. Рушев А.Ф. О распределении растительной массы, по ширине у валков зерновых колосовых культур. Труды ВИСХОМ. Вып. 57. - М., 1969. с. 40-45.

141. Сегаль И.С. Методика расчета установок пневмотранспорта. Пневмопочта. М: 1962. – 131 с.

142. Селихов В.Т. К обоснованию ширины захвата жатвенных машин

// Уборка и послеуборочная обработка зерна. Кустанай: Труды сотрудников ЦелинНИИМЭСХ, 1976. – С. 243-249.

143. Смагин Н.К., Боровинских Н.П. Жесткость широкополосных валков. Повышение производительности и качества работы зерноуборочных и зерноочистительных машин. - Челябинск, 1989. с. 15-23.

144. Терсков Г.Д. Расчёт зерноуборочных машин. – Свердловск, 1961. с. 215.

145. Урханов Н.А. Проектирование и монтаж вентиляционных и пневмотранспортных установок на предприятиях агропромышленного комплекса / Н.А. Урханов, Б.Д. Цыдендоржиев, А.С. Бужгеев // Улан-Удэ: Издательство ВСГТУ, 2005. – 149 с.

146. Халанский В.М. Сельскохозяйственные машины / В.М. Халанский, И.В. Горбачев // М.: Колос, 2004. – 624 с.

147. Хижняк А.А., Денисова Е.А. Экономическая эффективность новой сельскохозяйственной техники. – Оренбург: ОГАУ. – 2005. – 84 с.

148. 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.

149. 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.

150. Черноиванов В.И., Лачуга Ю.Ф., Ежевский А.А., Краснощеков Н.В., Горбачев И.В., Измайлов А.Ю., Ерохин М.Н., Федоренко В.Ф. Концепция модернизации инженерно-технической системы сельского хозяйства России на период до 2020 г. / Москва, 2009.

151. Шепелёв С.Д. Рекомендации по совершенствованию технологических процессов уборки сельскохозяйственных культур (на примере уборки зерновых и силосных культур) / С.Д. Шепелёв, Г.А. Окунев, С.П. Маринин // М-во сельского хоз-ва Российской Федерации, Департамент научно-технологической политики и образования, ФГОУ ВПО «Челябинская гос. агроинженерная акад.». Челябинск, 2010.

152. Экономов А.Н. Система GPS. Взгляд изнутри и снаружи: [Электронный документ].- (<http://www.ixbt.com/car/gps/gps.html>). Проверено 06.03.2013.
153. Яценко В.А. Уборка зерновых в сложных условиях. (3-е изд., перераб. И доп.). М., «Колос», 1977. 272 с. с ил.
154. Bojse D.S. A deterministic combine harvester cost model. J agr. Engg. Res. №3.с.12-14.
155. Fischer F. Grossmaschinenwirtschaftlichengesetzt - landmaschinenmarkt. Jg 51, №17, 1972. с. 18-21.
156. Stockman W. AndHers und Nieren untersich. DLG Mitteilungen. 1986,-Jd. 101, № 17.- P. 955-956.
157. USB модуль Ke-USB24A: [Электронный документ] - (<http://www.kernelchip.ru/Ke-USB24A.php>). Проверено 06.03.2013
158. Wagner O. MandruslhmitdemRechenstift - lohnuntemehmen in Land Forstwirtschaft. Jg 27, № 8, 1972. с. 7 - 12.

ПРИЛОЖЕНИЯ

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

**ПАТЕНТ**

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2523847

ВАЛКОВАЯ ЖАТКА

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

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2012118736

Приоритет изобретения 04 мая 2012 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации 29 мая 2014 г.

Срок действия патента истекает 04 мая 2032 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Б.П. Симонов



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** ⁽¹¹⁾ 2 523 847 ⁽¹³⁾ **C2**(51) МПК
A01D 34/00 (2006.01)ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2012118736/13, 04.05.2012

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
04.05.2012

Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: 04.05.2012

(43) Дата публикации заявки: 10.11.2013 Бюл. № 31

(45) Опубликовано: 27.07.2014 Бюл. № 21

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 2138150 C1, 27.09.1999; (см. прод.)

Адрес для переписки:
460795, г.Оренбург, Челюскинцев, 18, ОГАУ

(72) Автор(ы):
Константинов Михаил Маерович (RU),
Пашинин Сергей Сергеевич (RU),
Глушков Иван Николаевич (RU),
Кондрашов Алексей Николаевич (RU)

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

(54) ВАЛКОВАЯ ЖАТКА

(57) Реферат:
Изобретение относится к сельскому хозяйству
и может быть использовано при уборке зерновых
культур. Валковая жатка содержит платформу и
режущий аппарат. На платформе установлен
валкообразующий транспортер с механизмом
привода. Жатка имеет устройство для сбора
опавшего зерна, содержащее отсеивающее решето

с установленным под ним набором воронок и
бункер с вентилятором. Набор воронок соединен
с бункером с помощью соединительного шланга.
Для разгрузки зерна на бункере установлен шланг
пневморазгрузки. Изобретение обеспечивает
снижение потерь опавшего зерна. 2 ил.

(56) (продолжение):
SU 1545985 A1, 28.02.1990; SU 631108 A1, 05.11.1978; SU 1355156 A1, 30.11.1987; SU 204766 A1,
20.10.1967; US 6058688 A1, 09.05.2000

RU 2 5 2 3 8 4 7 C 2

RU 2 5 2 3 8 4 7 C 2

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** (11) 2 523 847 (13) **C2**(51) МПК
A01D 34/00 (2006.01)ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**(12) ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

(21)(22) Заявка: 2012118736/13, 04.05.2012
 (24) Дата начала отсчета срока действия патента:
 04.05.2012
 Приоритет(ы):
 (22) Дата подачи заявки: 04.05.2012
 (43) Дата публикации заявки: 10.11.2013 Бюл. № 31
 (45) Опубликовано: 27.07.2014 Бюл. № 21
 (56) Список документов, цитированных в отчете о
 поиске: RU 2138150 C1, 27.09.1999; (см. прод.)
 Адрес для переписки:
 460795, г.Оренбург, Челюскинцев, 18, ОГАУ

(72) Автор(ы):
 Константинов Михаил Маерович (RU),
 Пашинин Сергей Сергеевич (RU),
 Глушков Иван Николаевич (RU),
 Кондрашов Алексей Николаевич (RU)
 (73) Патентообладатель(и):
 Федеральное государственное бюджетное
 образовательное учреждение высшего
 профессионального образования
 "Оренбургский государственный аграрный
 университет" (RU)

(54) **ВАЛКОВАЯ ЖАТКА**(57) **Формула изобретения**

Валковая жатка, содержащая режущий аппарат, установленную за ним платформу, на которой установлен валкообразующий транспортер с механизмом привода, отличающаяся тем, что жатка снабжена устройством для сбора опавшего зерна, содержащим бункер с вентилятором, отсеивающее решето с установленным под ним набором воронок, соединенных с бункером с помощью соединительного шланга, причем на бункере установлен также шланг для пневморазгрузки зерна.

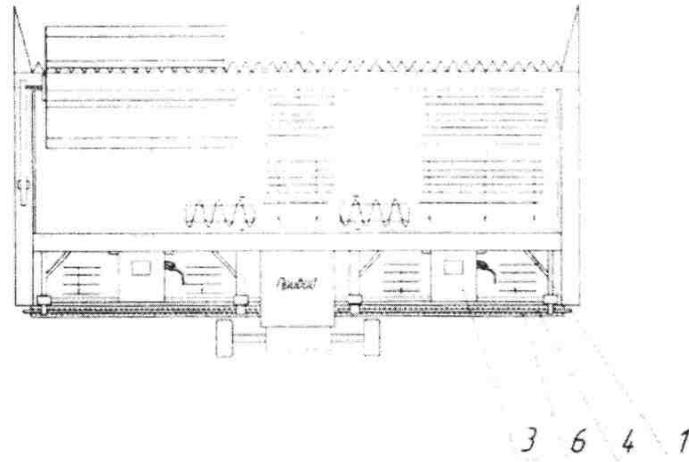
(56) (продолжение):
 SU 1545985 A1, 28.02.1990; SU 631108 A1, 05.11.1978; SU 1355156 A1, 30.11.1987; SU 204766 A1, 20.10.1967; US 6058688 A1, 09.05.2000

RU 2 5 2 3 8 4 7 C 2

RU 2 5 2 3 8 4 7 C 2

RU 2 523 847 C2

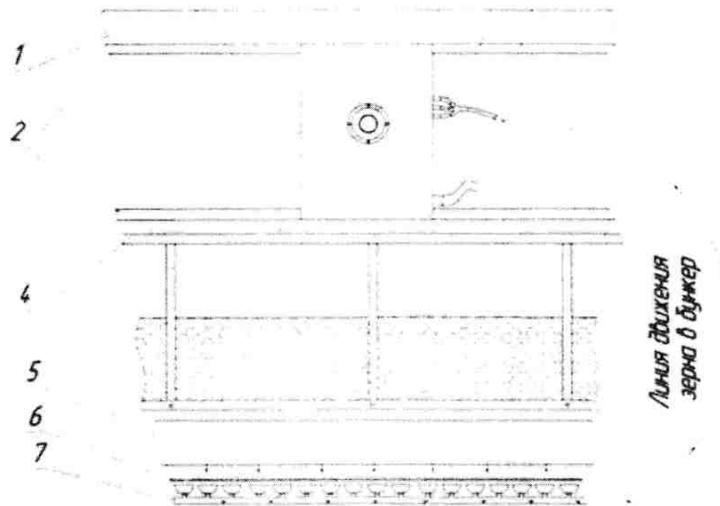
5



Фиг.1

3

9 8 10



Фиг.2

RU 2 523 847 C2

Изобретение относится к сельскому хозяйству, в частности к применению валковых жаток при уборке зерновых культур.

Известны валковые жатки, содержащие мотовило, режущий аппарат, установленный за ним валкообразующий транспортер с механизмом привода (АС СССР №722515, Патент РФ №2138150). Однако на известных жатках возникают потери вымолачиваемого зерна, образующегося в процессе аккумуляции валка.

Задачей изобретения является предотвращение потерь опавшего зерна, которое образуется в процессе накопления массы на валкообразующем планчатом транспортере жатки.

Поставленная задача решается установкой на валковой жатке, содержащей режущий аппарат, установленную за ним платформу, на которой установлен валкообразующий транспортер с механизмом привода, устройства для сбора опавшего зерна, содержащего бункер, конусную камеру для соединения бункера с вентилятором, отсеивающее решето с установленным под ним набором воронок, соединенных с бункером с помощью соединительного шланга, причем на бункере установлен шланг пневморазгрузки зерна. Устройство содержит (Фиг.1, Фиг.2): основной брус жатки 1, на котором с помощью крепежных уголков 2 крепится бункер устройства 3, планку отделения порций валка 4, установленную на жатке, валкообразующий планчатый транспортер 5 для перемещения и накопления массы на порционной жатке, отсеивающее решето 6 для очистки зерна от мусора, набор воронок 7 для сбора зерна с соединительным шлангом 8, конусную камеру 9 для соединения бункера с вентилятором, шланг пневморазгрузки зерна 10.

Условно устройство для сбора опавшего зерна можно подразделить на две части: это бункер 3 и решето 6 с набором воронок 7. Бункер 3 для сбора опавшего зерна представляет емкость, соединенную с вентилятором. Принцип его работы заключается в том, что, проходя через решето 6, зерно очищается от мусора и засасывается через воронки 7 и через соединительный шланг 8 поступает в бункер 3 за счет создаваемого в нем разрежения воздуха.

Разрежение в бункере 3 создается с помощью вентилятора. Через конусную камеру 9 воздух отсасывается вентилятором из емкости бункера 3. С помощью соединительного шланга 8 разрежение передается в воронки 7. При переключении вентилятора в режим нагнетания воздуха осуществляется пневматическая разгрузка зерна через шланг пневморазгрузки 10.

35 Формула изобретения

Валковая жатка, содержащая режущий аппарат, установленную за ним платформу, на которой установлен валкообразующий транспортер с механизмом привода, отличающаяся тем, что жатка снабжена устройством для сбора опавшего зерна, содержащим бункер с вентилятором, отсеивающее решето с установленным под ним набором воронок, соединенных с бункером с помощью соединительного шланга, причем на бункере установлен также шланг для пневморазгрузки зерна.

45

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) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(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),
Сабиров 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

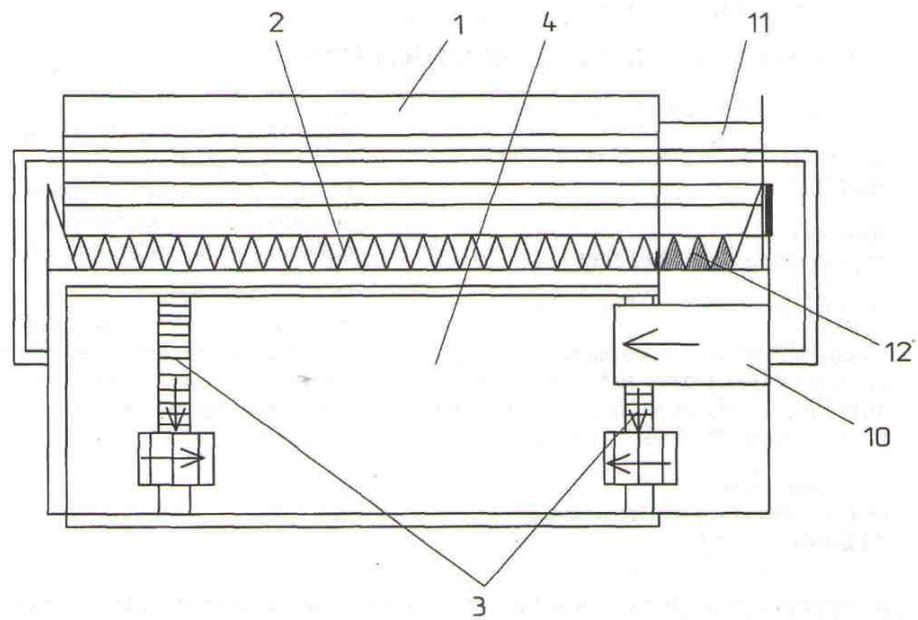
(57) Реферат:

Изобретение относится к сельскохозяйственному машиностроению и может быть использовано при уборке урожая зерновых культур в районах с почвами, подверженными ветровой эрозии, с одновременным образованием стерневых кулис. Валковая порционная жатка с устройством образования стерневых кулис включает основное мотовило 1, основной режущий аппарат 2, транспортер 4, устройства отвода скошенной массы от колес и заслонку с

механизмом подъема. Часть лучей мотовила 1 и часть режущего аппарата 2 со стороны, противоположной приводной, выполнены регулируемыми по высоте, а за ними установлен лоток 10 для перемещения колосьев на ленту транспортера 4. За счет регулирования по высоте части лучей мотовила 1 и части режущего аппарата 2 обеспечивается при уборке урожая образование стерневых кулис, что способствует задержанию влаги в почве после таяния снега и снижению ветровой эрозии. 3 ил.

RU 2 4 9 3 6 8 5 C 1

RU 2 4 9 3 6 8 5 C 1

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 вала 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 вала хлебной массы предлагаемой жаткой складывается из предварительного накопления хлебной массы транспортером на платформе жатки в виде порции вала. В момент окончания накопления и подхода жатки к полосе формирования вала, увеличением скорости транспортера накопленная масса
35 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 вала.

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 регулируемым по высоте лучами 11, и режущего аппарата с изменяемой высотой установки 12.

Предлагаемое устройство работает следующим образом.

Перед началом работы мотовило с регулируемым по высоте лучами 11 и регулируемый по высоте режущий аппарат устройства для образования стерневых кулис 12 устанавливаются 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 регулируемым по высоте, а за ними установлен лоток для перемещения - скатывания колосьев на ленту транспортера.

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации программы для ЭВМ

№ 2013661323

System Help Combine Operator (SHCO)

Правообладатель: *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный аграрный университет» (RU)*

Авторы: *Константинов Михаил Маерович (RU),
Пашинин Сергей Сергеевич (RU)*



Заявка № 2013619442

Дата поступления 18 октября 2013 г.

Дата государственной регистрации

в Реестре программ для ЭВМ 05 декабря 2013 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Б.П. Симонов

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной
работе и МО ФГБОУ ВО ОГАУ
д.с.-х.н., профессор
Г.В. Петрова
_____ 20__ г.

**УТВЕРЖДАЮ**

КФХ «ИП Гриценко Д.Г.»
Д.Г. Гриценко
_____ 20__ г.



Акт внедрения
научно-исследовательской работы

Наименование работы. Порционная жатка с устройством для сбора свободного зерна, с программно-аппаратным комплексом.

10 августа 2015 года комиссия в составе: Индивидуального предпринимателя Д.Г. Гриценко и представителей кафедры «Механизация технологических процессов в АПК» ФГБОУ ВО Оренбургский государственный аграрный университет: доктора технических наук, профессора М.М. Константинова, кандидата технических наук И.Н. Глушкова и соискателя С.С. Пашина составила настоящий акт в том, что в КФХ «ИП Гриценко Д.Г.» внедрена порционная жатка с устройством для сбора свободного зерна, с программно-аппаратным комплексом.

1. В процессе внедрения выполнены следующие работы.

В 2012 году на базе порционной жатки СПЖ-8А была изготовлена порционная жатка с устройством для сбора свободного зерна, с программно-аппаратным комплексом. Во время уборки яровой пшеницы этой жаткой было обработано 600 га.

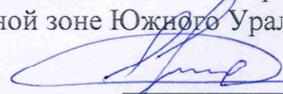
2. Техничко-экономические показатели внедрения.

Применение порционной жатки с устройством для сбора свободного зерна, с программно-аппаратным комплексом позволило уменьшить потери свободным зерном на 7 – 15 %. Равномерность выгрузки валка увеличилась на 28 - 31 %.

3. Предложения о дальнейшем внедрении работы и др. замечания.

порционная жатка с устройством для сбора свободного зерна, с программно-аппаратным комплексом предлагается для более широкого внедрения в хозяйствах, расположенных в сухостепной зоне Южного Урала.

КФХ «ИП Гриценко Д.Г.»
д.т.н., профессор кафедры «Механизация
технологических процессов в АПК»
к.т.н., преподаватель кафедры «Механизация
технологических процессов в АПК»
соискатель кафедры «Механизация
технологических процессов в АПК»

 Д.Г. Гриценко

 М.М. Константинов

 И.Н. Глушков

 С.С. Пашинин

УТВЕРЖДАЮ
 Проректор по научной
 работе и МО ФГБОУ ВО ОГАУ
 доктор профессор
 С.В. Петрова
 20__ г.



УТВЕРЖДАЮ
 КФХ «ИП Гриценко Д.Г.»
 Д.Г. Гриценко
 20__ г.



АКТ

О ПРОВЕДЕНИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ ПОРЦИОННОЙ ЖАТКИ С УСТРОЙСТВОМ ДЛЯ СБОРА СВОБОДНОГО ЗЕРНА, С ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫМ КОМПЛЕКСОМ

Мы нижеподписавшиеся, Индивидуальный предприниматель Д.Г. Гриценко и представители кафедры «Механизация технологических процессов в АПК» ФГБОУ ВО Оренбургский государственный аграрный университет: доктор технических наук, профессор М.М. Константинов, кандидат технических наук И.Н. Глушков и соискатель С.С. Пашинин составила настоящий акт в том, что с 22 июля по 5 августа 2013 года, а также с 21 июля по 6 августа 2014 года, также с 20 июля по 4 августа 2015 года в КФХ «ИП Гриценко Д.Г.» (Беляевский район Оренбургской области) были проведены производственные испытания порционной жатки с устройством для сбора свободного зерна, с программно-аппаратным комплексом. Для этого на базе порционной жатки СПЖ-8А был изготовлен опытный образец порционной жатки с устройством для сбора свободного зерна, с программно-аппаратным комплексом, опытное поле было разбито на участки, которые обрабатывались при различных эксплуатационных и агротехнических параметрах работы и фиксировались результаты работы

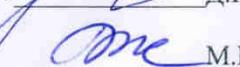
РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ

Количество сохраненного свободного зерна, %	7...15%
Погрешность при прямолинейной укладке валка, не более м	0,2
Производительность за 1 час основного времени, га/ч	5,76...8,65

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИСПЫТАНИЙ

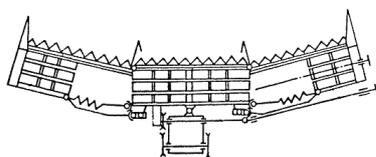
Порционная жатка с устройством для сбора свободного зерна, с программно-аппаратным комплексом имеет удовлетворительные агротехнические показатели.

КФХ «ИП Гриценко Д.Г.»
 д.т.н., профессор кафедры «Механизация
 технологических процессов в АПК»
 к.т.н., преподаватель кафедры «Механизация
 технологических процессов в АПК»
 соискатель кафедры «Механизация
 технологических процессов в АПК»

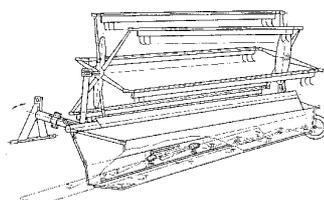
 Д.Г. Гриценко
 М.М. Константинов
 И.Н. Глушков
 С.С. Пашинин

Классификация валковых жаток

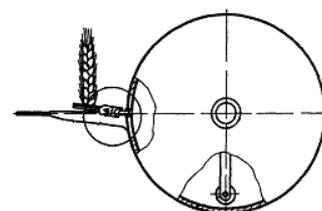
В зависимости от физико-механических и биологических свойств убираемых культур могут применяться различные жатки с рабочими органами разных конструкций и схем компоновки (рисунок 1) [78, 97, 106, 118]. Изучавшиеся во время написания данного раздела жатки запатентованы и представлены в работах 1-30 (авторские свидетельства, СССР) и 124-131 (Патенты РФ).



Жатка. В.И. Василянский,
Л.К. Соколова

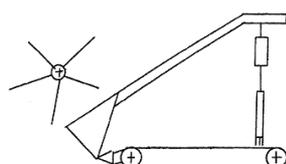


Жатка валковая.
Д.И. Кондауров, А.И. Русанов,
О.Е. Сумаруков

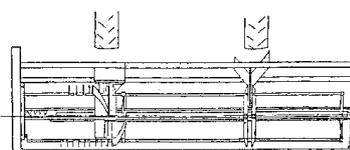


Устройство для уборки
сельскохозяйственных
растений.

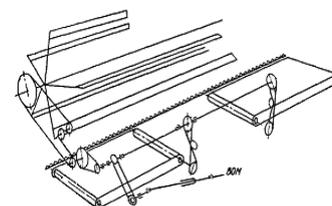
Л.И. Бутенко,
Н.В. Скоморощенко



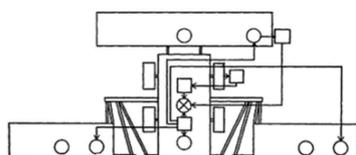
Валковая жатка.
М.М. Константинов,
А.Н. Бугров, Е.Ю. Морозов,
А.Н. Кондрашов



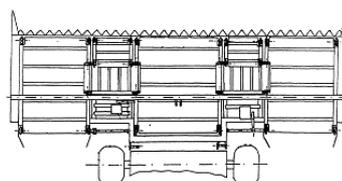
Широкозахватная жатка,
фронтально навешанная на
энергетические средства.
Э. Кэнинг, Д. Шольц, Ш. Трапп,
М. Шуберт, Г. Унгер, Ф. Хенель



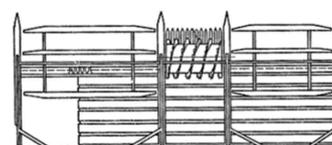
Валковая жатка.
И.К. Мещеряков,
Г.В. Лебедев,



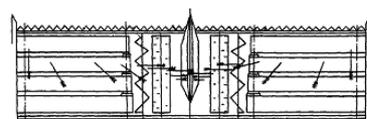
Электрофицированный
жатвенный агрегат.
А.Т. Шаповалов, Н.Е. Епишков,
С.А. Кешуов



Валковая жатка. М.М.
Константинов, С.В. Горячев,
А.Г. Моргунов



Валковая жатка.
А.Ш. Джамбуршин,
М.Г. Пенкин,
М.А. Шыныбаев,



Валковая жатка. Р.Г. Валеев,
Н.Н. Гатауллин

Рисунок 1. Обзор валковых жаток различных конструкций

С увеличением ширины захвата жатки снижается маневренность и проходимость агрегата, надежность в работе и обзор рабочих органов. Следовательно, повышать производительность жаток следует таким образом, чтобы её ширина захвата находилась в определенном сочетании с рабочей скоростью и условиями работы – агробиологическими показателями культур и природно-ландшафтными особенностями зоны уборки.

Для сохранения необходимых качественных показателей убираемой культуры при работе на высоких скоростях жатка должна быть защищена от вибраций и колебаний различной частоты, должны иметь механизм копирования рельефа поля, рабочие органы и узлы повышенной активности с дистанционным управлением в зависимости от показаний приборов, контролирующего технологический процесс [142].

Ширина захвата жатки также влияет на размеры валка. Линейная плотность формируемого жаткой валка должна быть согласована с пропускной способностью комбайна, используемого на подборе. Получение качественного валка по форме и структуре обеспечивается ступенчатой формой выносного окна, различием скоростей ремней и транспортера, расположением ремней под углом к режущему аппарату, установкой направляющих щитков в зоне сброса стеблей.

По варианту агрегатирования с мобильным энергосредством различают навесные, полунавесные, прицепные и самоходные валковые жатки.

Прицепные жатки (ЖРС-4,9, ЖВП-6А и ЖВС-6) агрегируются чаще всего с пропашными тракторами класса тяги 9-14кН. Привод рабочих органов осуществляется от ВОМ трактора.

Навесные жатки, широко распространенные в сельском хозяйстве, фронтально навешиваются на наклонную камеру или специальную переходную рамку. Распространенными примерами навесных жаток являются ЖВН-6А, ЖНС-6-12, ЖРБ-4,2, ВДН-6, ЖНТ-2,1 и т.д. В качестве МЭС при эксплуатации навесных жатвенных машин используется зерноуборочный комбайн или трактор, для копирования рельефа поля устанавливаются башмаки или колеса [58, 59, 65].

Полунавесные жатки (ЖВ-15, ЖУС-4,2) имеют одно или два опорных колеса. Применение таких жаток уменьшает уплотнение почвы и снижает опасность опрокидывания агрегата при работе на холмистой и горной местности. Полунавесная жатка может состоять из нескольких секций, каждая из которых индивидуально копирует рельеф поля. Такая схема позволяет изготавливать широкозахватные машины, обходя многие минусы, присущие обычным широкозахватным агрегатам.

Самоходные жатки агрегируются с шасси, как правило имеющим объемную гидротрансмиссию привода ходовой части. В качестве шасси используется энергетическое средство самоходных косилок-плющилок (КПС-5Г, Е-301) или шасси специального назначения (самоходная жатка ЖРС-5). Наличие специального шасси исключает многие из недостатков, свойственных другим схемам агрегатирования.

Опыт применения валковых жаток показывает, что с увеличением длины транспортера ухудшается качество валка. При этом валок формируется из трех потоков – потока стеблей, скошенных напротив выбросного окна, а также потоков стеблей, перемещаемых левым и правым транспортерами к центру. Такой валок формируется более связным, благодаря более качественному переплетению стеблей между собой. При подборе такого валка меньше потерь срезанными стеблями (срезанным колосом). Недостатки трехпоточных жаток – сложность обеспечения привода на два транспортера, обеспечения прохода валка между колесами МЭС, невозможность сдваивания валка [32, 59, 67, 112, 105, 115].

Решить проблему загрузки современных высокопроизводительных зерноуборочных комбайнов попытались на кафедре уборочных машин ЧИМЭСХ. Подход данных исследований опирался на тот факт, что способы и технические средства формирования хлебных валков при двухфазной уборке отличаются большей частью режимами выполнения технических операций аккумуляирования, формирования потока на платформе жатки, выгрузки массы на стерню [78].

Исходя из вышесказанного, целесообразно разрабатывать жатки, которые формировали бы валок, обеспечивающий полную загрузку

молотилки комбайна на подборе. Попытки создания подобных машин имели место [37, 42, 45, 48, 57, 115, 154].

На сегодняшний день известно немало жаток-накопителей, однако по данным ряда исследователей предлагаемые конструкции не достаточно совершенны, удовлетворяют далеко не каждым зональным особенностям регионов [95, 105].

Обзор конструкций жаток-накопителей показывает, что для решения означенных проблем применялись различные пути, например были разные варианты в области цели, объекта и способов накопления, предлагалось применять контролирующие механизмы. Данные механизмы позволяют регулировать мощность валка и величину порций в накопителе с технологическими пролетами для колес энергетических средств не зависимо от рельефа и густоты стеблестоя [33, 48]. Наибольшее количество работ посвящено формированию валка улучшенной структуры, с целью сокращения потерь зерна.

Снижение потерь при скашивании путем автоматического согласования частоты вращения мотовила со скоростью поступательного движения жатвенного агрегата, разработанного А.Т. Шаповаловым, Н.Е. Епишковым и С.А. Кешуовым достигается оснащением жатвенного агрегата дополнительными электродвигателями для индивидуального привода мотовила и следящей системой, состоящей из двух тахогенераторов, функционального и суммирующего элементов, регулятора. При этом один из тахогенераторов установлен на валу электродвигателя привода мотовила и связан с суммирующим элементом, который, в свою очередь, связан с регулятором, взаимодействующим с индивидуальным электродвигателем мотовила. Второй тахогенератор установлен на валу ведомого колеса трактора и связан с суммирующим элементом через функциональный элемент [24].

Стабильность технологического процесса и уменьшение потерь зерна при работе валковой жатки, разработанной И.К. Мещеряковым, Г.В. Лебедевым, В.Н. Селезневим и др., достигается тем, что активный делитель установлен за транспортером с полевой стороны у ветрового щита, а

пассивный заактивным. Снижение потерь за активным делителем достигается тем, что он перерезает лишь стебли, не разделенные пассивным делителем и транспортером [21].

Эккхардом Кэнингом, Дитером Шольцем, Штеффаном Траппом, Мартином Шубертом, Герритом Унгером и Фолкером Хенелем была разработана и предложена широкозахватная жатка фронтального способа навески на МЭС. При движении данной жатки хлебная масса срезается режущим аппаратом, направляясь пружинными пальцами мотовила к лоткообразному днищу и, далее – к выгрузным окнам (в количестве три штуки). Через окна на стерню укладывается и равномерно распределяется быстро просыхающий валок. Помимо этого данная конструкция исключает придавливание колесами МЭС нескошенных участков убираемого поля, благодаря чему снижаются потери урожая [14].

В Оренбургском государственном аграрном университете предложена валковая жатка, разработанная М.М. Константиновым, О.В. Елисеевым, Е.Ю. Морозовым и С.В. Горячевым, предназначенная для образования равномерного валка независимо от скорости движения МЭС. Конструкция жатки включает в себя валкообразующий планчатый транспортер со звездочкой привода и рычаг с опорным колесом. При касании колеса о почву вращение от его звездочки посредством цепной передачи передается на звездочку привода транспортера через обгонную муфту. После разгрузки хлебной массы на стерню гидроцилиндр поднимает рычаг с опорным колесом, в результате чего прекращается движение транспортера [126].

Для универсализации валковых жаток под условия различных регионов предлагаются конструктивные решения, позволяющие иметь возможность копирования рельефа местности.

Улучшение копирования почвы при низком срезе в конструкции жатки И.Ф. Волкова достигается тем, что основание режущего аппарата выполнено в виде шарнирно соединенных между собой секций, а гидропривод установлен на левой секции основания режущего аппарата по ходу движения жатки [30].

Обеспечение безотказности и надежности работы, также имеет огромное значение при проектировании конструкции жаток-накопителей.

С целью повышения надежности и долговечности жатки Т.Я. Новак механизм подъема и опускания выполнил в виде сервопривода с управляющими концевыми выключателями, расположив щупы впереди режущего аппарата. При наезде жатки на препятствие срабатывает один из выключателей и подается команда на подъем жатки. Вместе с подъемом замыкается цепь на опускание жатки и при прекращении касания щупа о препятствие, жатка начинает опускаться [10].

Получить равномерную структуру образуемого валка при различной урожайности позволяет синхронизация скорости вращения мотовила и транспортеров в жатке И.К. Мещерякова, Г.В. Лебедева и В.Н.Селезнева. Вариатор разработанной вышеназванными исследователями жатки установлен перед приводным валом транспортеров, а вал мотовила связан с приводным валом транспортеров [21].

Формирование непрерывных поперечных валков при использовании валковой жатки Д.И. Кондаурова, А.И. Русанова, А. В. Авдеева, Э.В. Жалнина и Г.Г. Нахамкина осуществляется, благодаря лоткообразному днищу с накопителем, которое конструктивно распространяется на полную ширину захвата жатки со смещением в сторону разворота крестовин мотовила. Жатка обеспечивает укладку порций, соответствующих ширине захвата, т.е. без сужения, травмирования и ворошения [5].

Обеспечение соответствующего существующим обстоятельствам способа формирования стерни позволяет сохранить структуру валка и снизить потери зерна.

В жатке А.Ш. Джамбуршина, М.Г. Пенкина, М.А. Шыбаева, В.А. Рикка, Н.М. Бакаева и В.Е. Ковтунова образование одновременно с уборкой урожая стерневой кулисы достигается тем, что над режущим аппаратом на отдельном от мотовила валу, установлен шнек, лопасть которого снабжена зубьями [19].

В жатке Н.И. Хабрата, А.П. Пархоменко, М.И. Конопельцева и Н.П. Алехиной приближение давления копирующих башмаков на почву к

постоянному достигается тем, что механизм уравнивания включает установленный на наклонной камере барабан с кулачковым механизмом и закрепленные на нем тяги, свободный конец одной из которых соединен с жаткой, а другой, через блок пружин – с наклонной камерой. При установке высоты среза, давление башмака регулируется винтовым механизмом. При необходимости регулировки высоты среза одна тяга наматывается на барабан, а другая сматывается с кулачка [1].

Стоит также отметить, что валок должен формироваться таким образом, чтобы колосья находились на поверхности срезанной массы, что не допускает прорастания.

Формирование шатрообразного валка в жатке конструкции Р.Г. Валеева и Н.Н. Гатауллина достигается установкой шнеков с увеличивающимися в сторону от режущего аппарата шагом навивки, установленные между транспортерами и вращающимися органами. При этом оси шнеков параллельны осям вращающихся органов, каждый из которых выполнен в виде пальцевого шнека с кожухом [3].

При проектировании конструкций жаток-накопителей, как и любой другой техники, немаловажное значение имеют эргономические показатели.

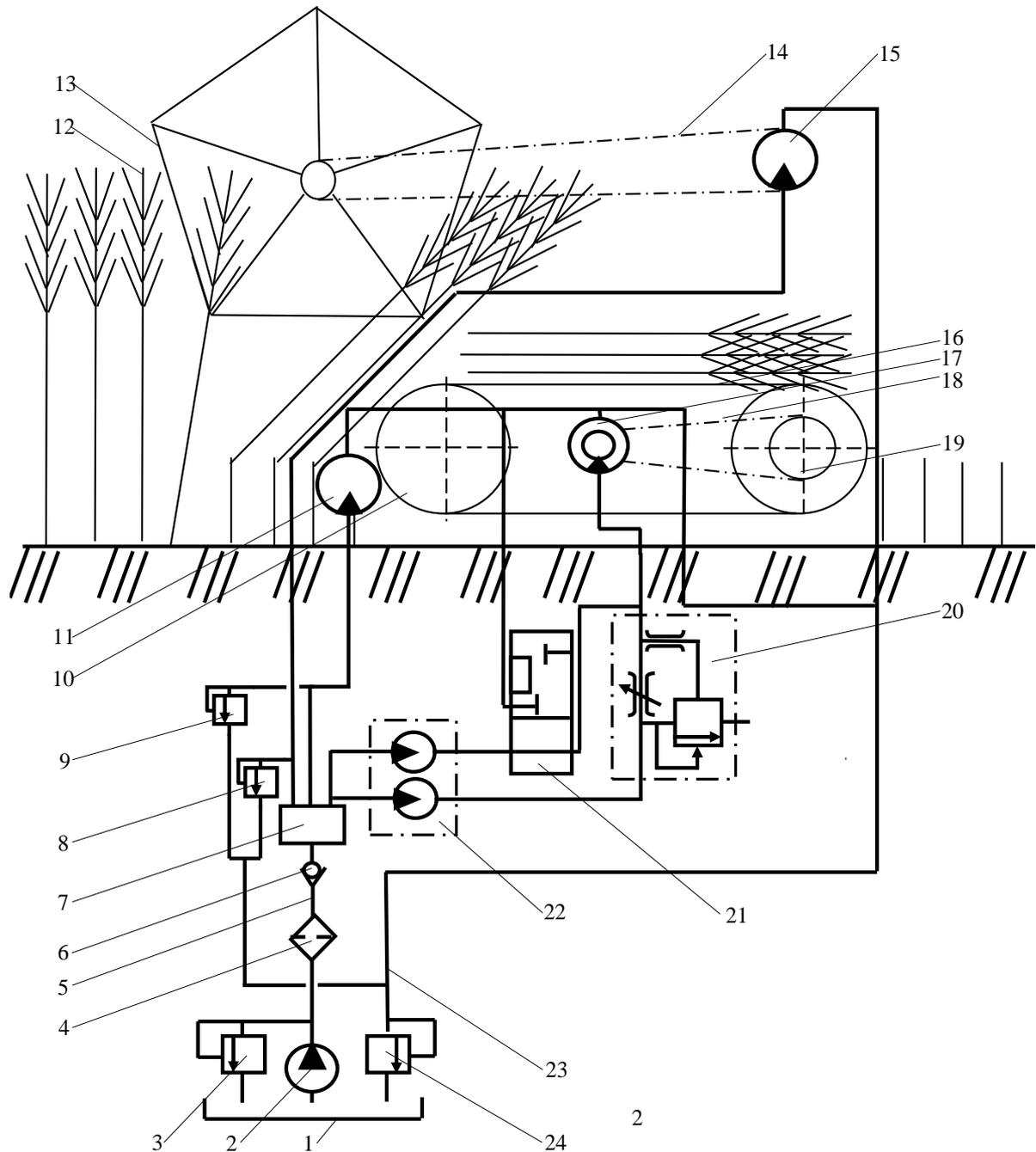
Исследователи А.П. Душенко, А.Ф. Котенко и А.А. Лях для упрощения монтажа и демонтажа платформы на наклонном корпусе предлагают на промежуточной раме вертикально устанавливать дополнительную П-образную раму, а в верхней части платформы закреплять захваты для фиксации верхней балки. Этому способствует установка боковых щитков уплотнения на вертикальных стойках дополнительной рамы и фартука на наклонном корпусе. Следует также отметить, что переходной фартук должен крепиться консольно, а на платформе внизу устанавливаться ловители, взаимодействующие с фартуком [20].

Для увеличения обзора жатвенной части при большой ширине захвата жатки предложена конструкция В.И. Василянского и Л.К. Соколовой: секции установлены под тупым углом относительно друг друга. Это конструктивное решение позволяет снизить утомляемость механизатора, что положительно сказывается на сменной производительности [16].

Повышение эффективности подбора в жатке А.О. Айдарбекова, Ч. Жарбосинова, К.Ж. Купеншеева и Я.Л. Бронштейна достигается за счет наличия бункера-накопителя, снабженного граблями, связанными с открывающимся дном. При эксплуатации данной жатки длина не превышает 1,6 м, что соответствует ширине захвата большинства подборщиков [7].

Анализ конструкций существующих валковых жаток показал, что в процессе совершенствования основных деталей, узлов и разработки новых технологических решений большинство исследователей стремятся к повышению безотказности, ремонтпригодности и долговечности жаток, повышению качественных характеристик образуемого валка и улучшению процесса его выгрузки, а также к снижению потерь зерна во время уборки. К вышесказанному можно отнести такие конструктивные решения, как применение режущих аппаратов с двумя подвижными ножами, универсальных делителей повышенной активности, гидравлических механизмов привода различных узлов, внедрение и совершенствование системы копирования рельефа с дистанционным управлением высоты установки режущего аппарата и др. [4, 25, 27, 28].

Принципиальная схема гидропривода порционной жатки.



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

Расчет мощности привода вентилятора

Мощность вентилятора равна [141]:

$$N_{\epsilon} \geq \frac{K_{\text{зy}} \cdot V \cdot L_{\text{м}}}{\eta_{\text{np}} \cdot \eta_{\epsilon}}, \text{ Вт}$$

Где: $K_{\text{зy}}$ - коэффициент запаса, равный 1,6[141]; V -потребный расход воздуха $\text{м}^3/\text{с}$; $L_{\text{м}}$ - теоретическое давление вентилятора при разрежении, Па[141]; η_{ϵ} - КПД центробежного вентилятора 0,4 [141]; η_{np} - КПД привода 0,7[141].

Потребный расход воздуха равен:

$$V = \frac{\pi \cdot d_{\text{T}}^2}{4} v_{\epsilon}, \text{ м}^3/\text{с},$$

Где d_{T} - диаметр трубопровода, м; v_{ϵ} - скорость транспортирующего потока, м/с (для зерна – 22м/с)[141].

Определим диаметр трубопровода:

$$d_{\text{T}} = \sqrt{\frac{B \cdot \Delta \cdot \Psi \cdot b_{\text{м.жс}} \cdot b_{\text{жс}} \cdot v_{\text{азр}}}{\pi \cdot v_{\epsilon} \cdot \mu \cdot b_{\epsilon}}} = \sqrt{\frac{0,1 \cdot 0,07 \cdot 0,9 \cdot 30 \cdot 8 \cdot 2}{3,14 \cdot 2,2 \cdot 25 \cdot 4}} = 0,21 \text{ м},$$

где: B - урожайность культуры на поле в пересчете на 1м^2 , берем среднюю для эффективной работы жатки - $0,1 \text{ кг/м}^2$; Δ - коэффициент потерь зерна до контакта с устройством, 0,07; Ψ - коэффициент, учитывающий компенсацию потерь при сохранении свободного зерна, 0,65...0,90; $b_{\text{м.жс}}$ - межвалковое расстояние (поправка на участки жатки, не занятые транспортером по ширине), 30 м; $b_{\text{жс}}$ - ширина транспортера, 8 м; μ - весовая концентрация смеси, кг/м^3 , для сложной смеси, состоящей из воздуха, зерна и возможных примесей весовая концентрация принимается равной 25 кг/м^3 [141]; b_{ϵ} - ширина валка, 4 м.

В результате расчетов установлено, что диаметр трубопровода устройства для сбора свободного зерна должен находиться в пределах 0,16-0,22м, в зависимости от урожайности.

Рассчитаем потребный расход воздуха:

$$V = \frac{\pi \cdot d_T^2}{4} v_g = \frac{3,14 \cdot 0,21^2}{4} \cdot 22 = 0,76, \text{ м}^3 / \text{с}$$

В результате расчетов установлено, что потребный расход воздуха вентилятора устройства для сбора свободного зерна должен находиться в пределах 0,44-0,86 м³/с, в зависимости от урожайности.

Теоретическое давление вентилятора при разрежении выбирается графически в зависимости от разрежения P , которое равно [141]:

$$P = 10^5 - \Delta P_{\text{общ}}, \text{ Па},$$

Где: $\Delta P_{\text{общ}}$ – общая потеря давления, Па, рассчитывается:

$$\Delta P_{\text{общ}} = \left(\frac{\lambda_g \cdot L_{\text{пр.г}} + \lambda_m \cdot \mu \cdot L_{\text{пр.м}}}{d_T} + \frac{\mu \cdot H \cdot g}{v_g \cdot v_m} + \Omega \cdot \varepsilon \cdot \mu \right) \cdot v_g^2 \cdot \gamma_g, \text{ Па},$$

Где: λ_g - коэффициент сопротивления при движении чистого воздуха, для стальной или пвх трубы, и диаметра трубопровода $d_T \leq 100$ мм равен 0,02 [141]; $L_{\text{пр.г}}$ - приведенная длина транспортного трубопровода при движении чистого воздуха (равна сумме горизонтальных и вертикальных участков трубопровода)[141], 10 м; λ_m - сила сопротивления при движении смеси и воздуха, выбирается по графику, 0,015 Па[141]; $L_{\text{пр.м}}$ - приведенная длина трубопровода при движении чистого воздуха с материалом(равна сумме приведенной длины транспортного трубопровода при движении чистого воздуха и длины трубопровода для местного эквивалентного сопротивления)[141], 12 м; H - высота вертикального участка трубопровода, 1,3 м; v_m - скорость движения материала, для зерна равна 13

м/с[141]; Ω - количество входов, 8; ε - коэффициент изгиба, зависящий от радиуса изгиба, угла изгиба и числа Рейнольдса, определяется каталожным путем 0,02[141] γ_{ε} - плотность воздуха выбирается в каталоге в зависимости от конструкции устройства, для нашего случая принимаем 1,2 кг/м³ [141].

$$P = 10^5 - \Delta P_{\text{общ}} = 10^5 - \left(\frac{0,02 \cdot 10 + 0,015 \cdot 25 \cdot 12}{0,22} + \frac{25 \cdot 1,3 \cdot 9,81}{22 \cdot 15} \cdot 8 \cdot 0,02 \cdot 25 \right) \cdot 22^2 \cdot 1,2$$

$$= 10^5 - 0,41 \cdot 10^5 = 0,49 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

Выбираем теоретическое давление вентилятора при разрежении по графику [141], $L_m = 1100$ Па.

Рассчитаем мощность вентилятора:

$$N_{\varepsilon} \geq \frac{K_{\text{зв}} \cdot V \cdot L_m}{\eta_{\text{пр}} \cdot \eta_{\varepsilon}} \geq \frac{1,4 \cdot 0,86 \cdot 1100}{0,4 \cdot 0,7} \geq 4730 \text{ Вт.}$$

После вычисленных данных нам наиболее подходит радиальный вентилятор ВР 86-77М-4,0.

**Программно-математическое описание процесса получения
координат точек для линии выгрузки валка.**

1. Получение программой данные с навигационного приемника в следующем виде:

«\$GPRMC,hhmmss.ss,A,GGMM.MM,P,gggmm.mm,J,v.v,b.b,ddmmyy,x.x,
n,m*hh<CR><LF>» [24,25].

где:

- «GP» — приём сигналов GPS (в некоторых системах «GN» зарезервировано для ГЛОНАСС)
- «RMC» — «**R**ecommended **M**inimum sentence **C**»
- «hhmmss.ss» — время фиксации местоположения по Всемирному координированному времени UTC: «hh» — часы, «mm» — минуты, «ss.ss» — секунды (длина дробной части секунд варьируется, лидирующие нули не опускаются).
- «A» — статус: «A» — данные достоверны, «V» — недостоверны.
- «GGMM.MM» — широта. 2 цифры градусов («GG»), 2 цифры целых минут, точка и дробная часть минут переменной длины. Лидирующие нули не опускаются.
- «P» — «N» для северной или «S» для южной широты.
- «gggmm.mm» — долгота. 3 цифры градусов («ggg»), 2 цифры целых минут, точка и дробная часть минут переменной длины. Лидирующие нули не опускаются.
- «J» — «E» для восточной или «W» для западной долготы.
- «v.v» — горизонтальная составляющая скорости относительно земли в узлах. Число с плавающей точкой. Целая и дробная части переменной длины.
- «b.b» — путевой угол (направление скорости) в градусах. Число с плавающей точкой. Целая и дробная части переменной длины.

Значение равно 0 соответствует движению на север, 90 — восток, 180 — юг, 270 — запад.

- «ddmmuu» — дата: день месяца, месяц, последние 2 цифры года (ведущие нули обязательны).
- «X.X» — магнитное склонение в градусах (часто отсутствует), рассчитанное по некоторой модели. Число с плавающей точкой. Целая и дробная части переменной длины.
- «n» — направление магнитного склонения: для получения магнитного курса магнитное склонение необходимо «E» — вычесть, «W» — прибавить к истинному курсу.
- «m» — индикатор режима: «A» — автономный, «D» — дифференциальный, «E» — аппроксимация, «N» — недостоверные данные (часто отсутствует, данное поле включая запятую отсутствует в старых версиях NMEA).
- «hh» — контрольная сумма.
- <CR> — байт равен 0x0D.
- <LF> — байт равен 0x0A.

2. Порядок действий с полученными данными:

1. Из исходного числа берутся градусы (GG) и записываются их в результат;
2. К результату добавляется десятичная точка;
3. Из исходного числа берутся минуты и дробная часть минут без десятичной точки, умножается на 500 и делится на 3. Целая часть из полученного числа дописывается в результат после десятичной точки.

3. Преобразование координат с использованием уравнений Гаусса-

Крюгера для проекции [152]:

1. Определение n-номер шестиградусной зоны в проекции Гаусса-Крюгера:

$$n = E \left[\frac{6+L}{6} \right],$$

где, $E [\dots]$ – целая часть выражения, заключенного в квадратные скобки;

L – геодезическая долгота определяемой точки, град;

2. Определение (I) расстояния от определяемой точки до осевого меридиана, выраженное в радианной мере:

$$I = \frac{L - [3 + 6 \cdot (n - 1)]}{57,29577951},$$

3. Вычисление x, y плоских прямоугольных координат определяемой точки в проекции Гаусса – Крюгера, м:

$$\begin{aligned} x = & 6367558,4968 \cdot B - \sin^2 2B \cdot (16002,89 + 66,9607 \cdot \sin^2 B - \\ & - I^2 \cdot (1594561,25 + 5336,535 \cdot \sin^2 B + 26,790 \cdot \sin^4 B + 0,149 \cdot \sin^6 B + \\ & + I^2 \cdot (672483,4 - 811219,9 \cdot \sin^2 B + 5420 \cdot \sin^4 B - 10,6 \cdot \sin^6 B + \\ & + I^2 \cdot (278194 - 830174 \cdot \sin^2 B + 57434 \cdot \sin^4 B - 16010 \cdot \sin^6 B + \\ & + I^2 \cdot (109500 - 574700 \cdot \sin^2 B + 863700 \cdot \sin^4 B - 398600 \cdot \sin^6 B)))) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} y = & (5 + 10 \cdot n) \cdot 10^5 + I \cdot \cos B \cdot (6378245 + 21346,1415 \cdot \sin^2 B + 107,159 \cdot \sin^4 B + \\ & + 0,5977 \cdot \sin^6 B + I^2 \cdot (1070204,16 - 2136826,26 \cdot \sin^2 B + 17,98 \cdot \sin^4 B - 11,99 \cdot \sin^6 B \\ & + \\ & + I^2 \cdot (270806 - 1523417 \cdot \sin^2 B + 1327645 \cdot \sin^4 B - 21701 \cdot \sin^6 B + \\ & + I^2 \cdot (79690 - 866190 \cdot \sin^2 B + 1730360 \cdot \sin^4 B - 945460 \cdot \sin^6 B))) \end{aligned} \quad (2.34)$$

где, B – геодезическая широта определяемой точки, рад.

4. Аппроксимация полученной группы точек в прямую линию максимально приближенную ко всем точкам группы с применением метода наименьших квадратов [81 Пашинин]:

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n x_i \cdot \sum_{i=1}^n y_i - n \cdot \sum_{i=1}^n x_i y_i}{(\sum_{i=1}^n x_i)^2 - n \cdot \sum_{i=1}^n x_i^2}, b = \frac{\sum_{i=1}^n x_i \cdot \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i^2 \cdot \sum_{i=1}^n y_i}{(\sum_{i=1}^n x_i)^2 - n \cdot \sum_{i=1}^n x_i^2}, \quad (2.35)$$

5. Подстановка посчитанных коэффициентов a и b в уравнение прямой выгрузки:

$$y = a \cdot x + b$$

$$x = \frac{y - b}{a}$$

6. Сохранение программой полученных данных в память компьютера.

7. Алгоритм отслеживания отклонений от маршрута:

1. вычисление через получаемую координату y координаты x ;
2. установление разности полученной координаты с приемника $x_{пр}$ и координаты линии x .
3. Вывод результата отклонения на экран монитора бортового компьютера.

Таблица – 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	$\pm 4,0$ %
Время единичного измерения	12 с
Автоматическая термокомпенсация в интервале рабочих температур	5 – 40 °С
Объем измерительной камеры	270 см ³
Электропитание	Батарея 9В

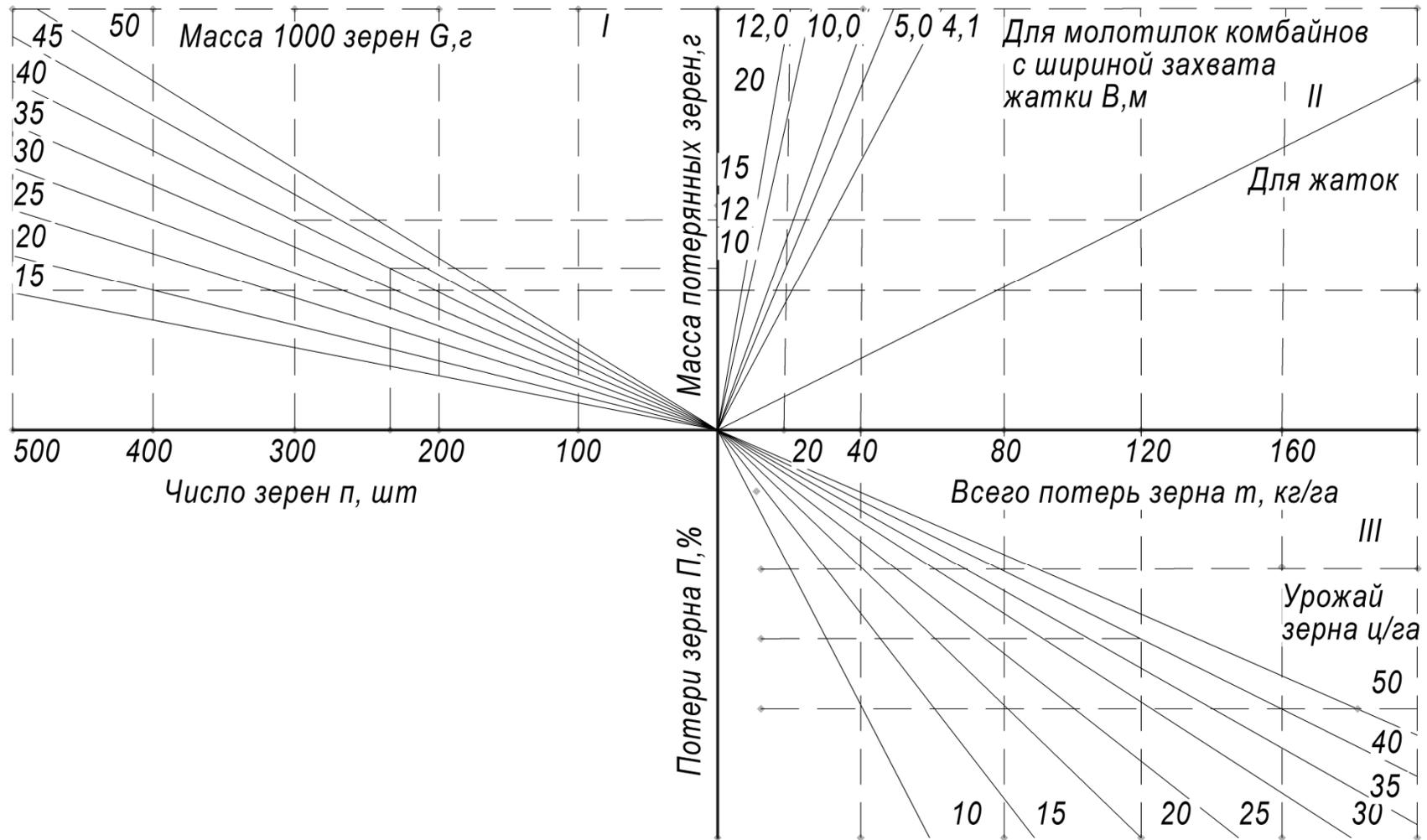
**Механический хронометр-секундомер СОСпр-26-2-010 «Слава» и
его техническая характеристика**



Секундомер механический СОСпр-26-2-010

Характеристика секундомера	СОСпр-26-2-010
Класс точности секундомера	2
Допустимая погрешность, с	
за 10 мин:	±0,6
за 60 мин:	±1,8
Диапазон рабочих температур	-20...+40 °С
Габаритные размеры, мм	d 55 x 19 x 76
Масса, кг	0,12
Механизм секундомера	противоударное устройство узла баланса

Универсальная номограмма А.Ф. Омута для определения потерь зерна уборочными машинами



**Техническая характеристика дизельных двигателей, устанавливаемых
на машинах, применяемых в качестве МЭС при агрегатировании с
порционной жаткой**

Технические характеристики Д-240

Тип	дизельный четырехтактный с водяным охлаждением
Модель	
	Д-240 с электростартером
	Д-240Л с пусковым двигателем
Мощность, кВт (л.с.)	59(80)
Частота вращения, об/мин.	2200
Количество цилиндров	4
Диаметр цилиндра	110
Ход поршня, мм	125
Степень сжатия	16
Объем Д-240, л	4,75
Порядок работы цилиндров	1-3-4-2
Расход топлива, г/кВт*ч (г/элс*ч)	238(185)
Топливный насос	Четырехплунжерный с подкачивающим насосом
Вес двигателя, кг	Д-240 - 430
	Д-240Л - 390

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ СМД

Мощность (эксплуатационная) , кВт (л. с.):	
СМД-14НГ, -14БН, -15Н, -17Н.01, -17Н.03, -17Н.04, -18Н.01, -18Н.03, -18Н.04	58,8 (80)
СМД-17Н, -17Н.02, -18Н, -18Н.02	70,0 (95)
СМД-19, -20	88,3 (120)
Номинальная частота вращения коленчатого вала, мин-1:	
СМД-14НГ, -18Н.04	1800
СМД-19, -20	1900
Число цилиндров	4
Диаметр цилиндра, мм	120
Ход поршня, мм	140
Порядок работы цилиндров	1-3-4-2
Направление вращения коленчатого вала (со стороны, противоположной маховику)	по часовой стрелке
Топливный насос	секционный 4-плунжерный правого вращения, с центробежным всережимным регулятором
Форсунка	4-сопловая закрытого типа, с фиксированным расположением распылителя
Воздухоочиститель	с бумажным фильтр-патроном
Фильтры топливные:	
грубой очистки	1
тонкой очистки	1 (со сменными бумажными фильтрующими элементами)
Масляный насос	шестеренный 1-секционный, с приводом от коленчатого вала
Масляный фильтр	полнопоточная центрифуга
Система охлаждения	водяная принудительная, закрытого типа (циркуляция жидкости от насоса центробежного типа)
Вентилятор	с приводом от шкива коленчатого вала:
СМД-14НГ, -14БН, -15Н, -17Н, -18Н	4 -лопастный
СМД-19, -20	6 -лопастный
Генератор:	
СМД-14НГ, -14БН, -15Н, -17Н, -18Н	468.3701 или 548.3701
СМД-19, -20	154.3701 или 694.3701
Турбокомпрессор:	
СМД-17Н, -18Н	ТКР8,5Н-1 или ТКР11Н-2
СМД-19, -20	ТКР8,5Н-3 или ТКР11Н-10

Технические характеристики дизельных двигателей СМД-14, СМД-18

	СМД-14	СМД-18Н.01
Номинальная мощность, кВт (л.с.)	58,8 (80)	73,6 (100)
Номинальная частота вращения, об/мин	1800	1800
Максимальная частота вращения холостого хода, об/мин, не более	1900	1950
Число цилиндров	4	4
Удельный расход топлива при номинальной мощности, г/кВт.ч. (г/л.с.ч.)	218 (160)	220 (162)

Двигатели ЯМЗ, используемые на самоходных машинах, пригодных для перемещения порционной жатки

Технические характеристики

Модель	ЯМЗ-238АК	ЯМЗ-238АК-1	ЯМЗ-238АК-2	ЯМЗ-238АК-4
Число и расположение цилиндров	V/8			
Диаметр цилиндра, мм	130			
Ход поршня, мм	140			
Рабочий объем цилиндров, л	14,86			
Мощность, кВт (л.с.)	173 (235)			
Частота вращения, об/мин	2000			
Максимальный крутящий момент, Н·м (кгс·м)	932 (95)			
Частота при максимальном крутящем моменте, об/мин	1300–1500			
Минимальный удельный расход топлива, г/кВт·ч (г/л.с.·ч)	220 (162)			
Сцепление	Механизм отбора мощности	—	Механизм отбора мощности	Механизм отбора мощности со сцеплением ЯМЗ-182
КПП	—	—	—	—
Габариты, мм	2100×980×1030	1200×1005×1070	2100×980×1030	1800×980×1030
Масса, кг	1250	1080	1250	1200
ТНВД	808.5			
Генератор, модель	Г1000ВК.11.1	—	—	4008.3771-49
Применяемость	Комбайн «Ростсельмаш» 1500Б» (ООО «КЗ «Дон-«КЗ «Ростсельмаш»	Комбайн кормоуборочный КСК-600 (ПО «Гомсельмаш»	Комбайн «Кубань» (ОАО «Краснодар-рисмаш»)	Комбайны КЭС-9-1 «Славутич», КСКУ-6АС «Херсон-200» (ОАО «Херсонские комбайны»)

Двигатель ЯМЗ-238М2

Мощность (кВт (л.с.))	176 (240)
Частота вращения (мин-1)	2100
Максимальный крутящий момент (Н.м. (Кгс.м))	883 (90)
Частота максимального крутящего момента (мин-1)	1250-1450
Минимальный удельный расход топлива, (г/кВт.ч (Г/л.с.ч))	214 (157)
Габаритные размеры, (длина, ширина, высота) (мм)	1220 / 1005 / 1220
Масса (кг)	1075
Генератор, модель	1322.3771 или 959.3701
ТНВД	80.1111005-30

Сменное время работы агрегата CR-5 + порционная жатка, ч

При урожайности зерновых культур 6...8 ц/га

Таблица 1

Показатель	Контрольные смены			M(x)	D(x)	a(x)	V
	1	2	3				
T _с	5,53	5,67	5,79	5,67	0,0144	0,12	0,021
T _{лх}	0,08	0,06	0,07	0,07	0,0001	0,01	0,143
T _{сш}	0,23	0,22	0,19	0,22	0,0009	0,03	0,136
T _{шд}	0,33	0,32	0,24	0,30	0,0024	0,05	0,166
T _{тлх}	0,20	0,25	0,27	0,24	0,0013	0,04	0,167
T _о	0,59	0,48	0,44	0,50	0,0060	0,08	0,154

При урожайности зерновых культур 12... 14 ц/га

Таблица 2

Показатель	Контрольные смены			M(x)	D(x)	a(x)	V
	1	2	3				
T _с	5,64	5,45	5,71	5,60	0,0199	0,13	0,024
T _{лх}	0,05	0,06	0,07	0,06	0,0004	0,01	0,167
T _{сш}	0,18	0,26	0,22	0,22	0,0016	0,04	0,182
T _{шд}	0,24	0,34	0,32	0,30	0,0028	0,05	0,176
T _{тлх}	0,37	0,32	0,27	0,32	0,0016	0,05	0,156
T _о	0,52	0,57	0,41	0,50	0,0067	0,08	0,164

При урожайности зерновых культур 18...20 ц/га

Таблица 3

Показатель	Контрольные смены			M(x)	D(x)	a(x)	V
	1	2	3				
T _с	5,66	5,57	5,37	5,53	0,0217	0,15	0,027
T _{лх}	0,04	0,05	0,05	0,05	0,0001	0,01	0,124
T _{сш}	0,23	0,19	0,24	0,22	0,0007	0,03	0,120
T _{шд}	0,25	0,34	0,31	0,30	0,0021	0,05	0,153
T _{тлх}	0,40	0,35	0,45	0,40	0,0025	0,05	0,125
T _о	0,42	0,50	0,58	0,50	0,0064	0,08	0,160

Сменное время работы агрегата СК-5 +ЖВР-10

При урожайности зерновых культур 6...8 ц/га

Таблица 4

Показатель	Конт рольные смены			$M(x)$	$D(x)$	$\sigma(x)$	V
	1	2	3				
$T_{\text{э}}$		5,61	5,67	5,70	0,0144	0,11	0,019
$T_{\text{хх}}$	0,08	0,06	0,07	0,07	0,0001	0,01	0,143
$T_{\text{ЕТО}}$	0,18	0,24	0,24	0,22	0,0009	0,03	0,157
$T_{\text{пер}}$	0,25	0,31	0,34	0,30	0,0024	0,05	0,153
$T_{\text{тех}}$	0,24	0,21	0,18	0,21	0,0013	0,03	0,143
$T_{\text{с}}$	0,43	0,57	0,50	0,50	0,0060	0,07	0,140

При урожайности зерновых культур 12... 14 ц/га

Таблица 5

Показатель	Контрольные смены			$M(x)$	$D(x)$	$\sigma(x)$	V
	1	2	3				
$T_{\text{э}}$	5,71	5,56	5,59	5,62	0,0199	0,08	0,014
$T_{\text{хх}}$	0,06	0,07	0,05	0,06	0,0004	0,01	0,167
$T_{\text{сто}}$	0,22	0,19	0,25	0,22	0,0016	0,03	0,136
$T_{\text{пер}}$	0,25	0,32	0,33	0,30	0,0028	0,04	0,145
$T_{\text{тех}}$	0,3	0,26	0,34	0,30	0,0016	0,04	0,133
$T_{\text{с}}$	0,46	0,6	0,44	0,50	0,0067	0,09	0,174

При урожайности зерновых культур 18...20 ц/га

Таблица 6

Показатель	Контрольные смены			$M(x)$	$D(x)$	$\sigma(x)$	V
	1	2	3				
$T_{\text{э}}$	5,66	5,58	5,41	5,55	0,0217	0,13	0,023
$T_{\text{хх}}$	0,04	0,05	0,06	0,05	0,0001	0,01	0,200
$T_{\text{сто}}$	0,25	0,19	0,22	0,22	0,0007	0,03	0,136
$T_{\text{пер}}$	0,27	0,32	0,31	0,30	0,0021	0,03	0,088
$T_{\text{тех}}$	0,35	0,35	0,44	0,38	0,0025	0,05	0,137
$T_{\text{с}}$	0,43	0,51	0,56	0,50	0,0064	0,07	0,131

Приложение 14

Характеристики валков образованных жатвенным агрегатом СК-5 «Нива» + экспериментальная порционная жатка (порционный валок, расстояние между валками – 40м) при проведении экспериментально-полевых исследований

Таблица 1

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 14

Таблица 2

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

Фотографии с места проведения экспериментальных исследований

Устройство для сбора свободного зерна



Валок, образованный порционной жаткой



**Методика измерения расхода топлива на операции
формирования валков для получения экономических
показателей для расчета затрат на топливо**

Расход топлива определялся при помощи электронного объемного расходомера топлива ИП-197, включенного в систему питания двигателя энергосредства. Электропитание датчика и индикатора расходомера осуществлялось от аккумуляторной батареи 6СТ-55.

Величина часового расхода топлива подсчитывалась по формуле:

$$G_m = K_p \frac{3.6 * \rho_m * X_p}{T}$$

где X - показания канала расходомера за опыт;

ρ_m - плотность топлива при данной температуре воздуха, Г/см³ ;

K - цена импульса датчика, для ИП-197 $K_p=10$ см³/имп;

T - продолжительность опыта, с.



Объемный расходомер топлива ИП-197.

Технологическая карта при базовом варианте механизации возделывания зерновых культур

Существующий вариант механизации

№ П/П	Наименование работ	Единица измерения	Объем работ	Состав агрегата		Обслуживающий персонал			Производительность агрегата			число дней работы				Балансовая стоимость, руб.		Расход топлива, кг, кВт-ч		Загрязн. грун. чел.-ч.	Транспортные затраты, руб.	Эксплуатационные затраты, руб.					Стоимость материалов, руб.	Итого прямых затрат, руб.	Косвенные затраты, руб.	Исдержки производства, руб.		Капиталовложения, руб.	Приведенные затраты, руб.	Норматив отчисления на			
				марки машин	количество	профессия	число человек	Продолжительность рабочего дня, час.	за нормо-смену	за 1 час	за рабочий день	загрузка на 100% агрегата	Вариантка одного агрегата	Требуется агрегатов, шт	Годовая загрузка машин, час	одной машины в агрегате	всех машин в агрегате	приспособлена по данной операции	на единицу работы			на вес объема работ	зарплата	ремонтная	ремонтный фонд	ГСМ, электро-энергия				Всего	Всего			без ремонта	ремонтирующую	ремонтный фонд	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10.00	11	12.00	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
1	Семенная бетонная обработка	га	250 ДТ-75	1	1	14	9.80	1.1	19.60	13	182	254.8	0.98	1.00	650000	650000	815000.00	7.8	1950	178.57	0.00	22901.79	10363.52	13815.65	31590.00	78700.97	0.00	78700.97	7870.10	86571.07	76207.55	82908.16	95007.29	12.5	16.7		
2	Семяохранение	га	250 КПП-250А	1	1	14	9.80	1.4	19.60	13	182	254.8	0.98	3.20	40000	40000	22750.00	0	0	0.00	0.00	0.00	2678.57	3571.43	0.00	6250.00	0.00	6250.00	6375.00	4195.43	22321.43	10223.21	12	16			
2	Семяохранение	га	250 ДТ-75	1	1	7	54.95	7.85	54.95	5	34	274.75	0.91	1400	0	0	0.00	1.3	325	31.85	0.00	4084.39	0.00	0.00	5245.00	9349.39	0.00	9349.39	934.94	10284.33	10284.33	0.00	10284.33	12.5	17.4		
2	Семяохранение	га	250 СВУ-2,6	2	2	7	54.95	7.85	54.95	5	35	274.75	0.91	160	150000	300000	105000.00	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	11942.68	13556.88	0.00	25509.55	0.00	25509.55	2550.56	25060.51	16117.83	95541.40	42391.72	12.5	14.2	
3	Семяохранение	га	250 ДТ-75	1	1	7	54.95	7.85	54.95	5	35	274.75	0.91	1400	0	0	0.00	1.3	325	31.85	0.00	4084.39	0.00	0.00	5245.00	9349.39	0.00	9349.39	934.94	10284.33	10284.33	0.00	10284.33	12.5	17.4		
4	Защитные галечки (50%)	га	125 ДТ-75	1	1	7	54.95	7.85	54.95	3	21	164.85	0.75	1400	0	0	0.00	0.00	0.00	1.3	162.5	15.92	0.00	2042.20	0.00	0.00	2632.50	4674.70	0.00	4674.70	5142.17	5142.17	0.00	5142.17	12.5	14.2	
4	Защитные галечки (50%)	га	125 СВУ-2,6	2	2	7	54.95	7.85	54.95	3	21	164.85	0.75	160	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.5	14.2
5	Предсеменная культивация	га	250 ДТ-75	2	2	7	20.02	2.86	20.02	7	49	140.14	1.78	1400	0	0	0.00	3.2	800	87.41	0.00	11210.66	0.00	0.00	12960.00	24170.66	0.00	24170.66	2417.07	26587.73	26587.73	0.00	26587.73	12.5	17.4		
5	Предсеменная культивация	га	250 КПЗ-3,8	2	2	7	20.02	2.86	20.02	7	49	140.14	1.78	1400	460000	920000	150266.57	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	33508.16	32167.83	0.00	65675.99	0.00	65675.99	6567.60	7243.59	38735.43	268065.27	112453.38	12.5	12	
6	Подружка маневр, удобренной	г	10 МТЗ-80	1	1	7	7.00	1	7.00	5	35	35	0.29	1600	395000	395000	13015.63	0.4	4	10.00	0.00	1282.50	338.41	554.09	64.80	2239.80	0.00	2239.80	243.78	2125.37	3718.75	3021.59	9.1	14.9			
6	Подружка маневр, удобренной	г	10 ПЗ-0.8Б	1	1	7	210.00	30	210.00	5	35	1050	0.01	370	96000	96000	9081.08	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	12.37	8.65	0.00	21.02	82000.00	82021.02	8202.10	90223.12	90210.75	88.39	90236.09	14.3	10	
8	Протравливание семян	г	32.5 ПС-10	1	1	7	81.90	11.7	81.90	2	14	163.8	0.20	360	245000	245000	11900.00	0.3	9.75	5.36	0.00	712.50	3943.31	259.72	2.93	1369.45	471250.00	472619.45	47261.95	519881.40	519487.09	2361.11	520235.56	16.7	11		
9	Подружка семян	г	32.5 ДТ-75	1	1	7	259.98	37.14	259.98	3	21	779.94	0.04	1400	0	0	0.00	0.4	13	0.88	0.00	112.23	0.00	0.00	210.60	322.83	0.00	322.83	32.28	355.11	355.11	0.00	355.11	12.5	17.4		
9	Подружка семян	г	32.5 ПЗ-0.8Б	1	1	7	259.70	37.1	259.70	3	21	779.1	0.04	370	96000	96000	5448.65	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	32.80	22.73	0.00	55.23	0.00	55.23	80.75	28.25	227.29	94.85	14.3	10		
11	Посев с пассивной мин. удобр.	га	250 ДТ-75	1	1	14	47.39	6.77	94.78	3	42	284.34	0.88	1450	0	0	0.00	2.3	575	36.93	0.00	4735.97	0.00	0.00	9315.00	14050.97	0.00	14050.97	1405.10	15456.06	15456.06	0.00	15456.06	12.5	16.7		
11	Посев с пассивной мин. удобр.	га	250 СВУ-3,6	3	3	14	47.39	6.77	94.78	3	42	284.34	0.88	340	336000	1008000	124517.65	0	0	110.78	0.00	14207.90	12042.73	7663.57	0.00	33914.22	0.00	33914.22	3391.42	37305.64	25262.89	109478.54	83727.47	11	7		
12	Приваливание посевов	га	250 МТЗ-80	1	1	7	63.84	9.12	63.84	4	28	255.36	0.98	1600	0	0	0.00	1.8	450	27.41	0.00	3515.63	0.00	0.00	7290.00	10805.63	0.00	10805.63	1080.56	11886.19	11886.19	0.00	11886.19	9.1	14.9		
12	Приваливание посевов	га	250 ЗМК-6А	3	3	7	63.84	9.12	63.84	4	28	255.36	0.98	150	24000	72000	13440.00	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	1447.37	657.89	0.00	2105.26	0.00	2105.26	210.53	2315.79	868.42	13157.89	4289.47	11	5	
14	Воронование	га	250 ДТ-75	1	1	7	69.37	9.91	69.37	5	35	346.85	0.72	1450	0	0	0.00	2.3	575	25.23	0.00	3235.37	0.00	0.00	9315.00	12450.37	0.00	12450.37	1245.04	13805.41	13805.41	0.00	13805.41	12.5	16.7		
14	Воронование	га	250 ЗВС-1,0	24	24	7	69.37	9.91	69.37	5	35	346.85	0.72	320	5600	134400	17000.00	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	1769.42	2119.07	0.00	3888.50	0.00	3888.50	4277.25	2507.92	10595.26	5866.65	16.7	20		
15	Скашивание в валок	га	250 СК-5	3	3	14	31.50	4.5	63.00	2	28	126	1.98	280	1900000	5700000	570000.00	5.2	1300	55.56	0.00	7125.00	113095.24	116488.10	21060.00	257768.33	0.00	257768.33	25776.83	283545.17	170449.99	1120952.38	453188.02	10	10.3		
15	Скашивание в валок	га	250 ЖНН-10	3	3	14	31.50	4.5	63.00	2	28	126	1.98	135	250000	750000	155555.56	0	0	55.56	0.00	7125.00	38380.23	27777.78	0.00	73483.02	0.00	73483.02	7348.30	86831.33	42251.08	305641.98	127127.62	12.5	9		
16	Щелбор и обмолот валков	га	250 СК-5	3	3	7	17.50	2.3	17.50	5	35	87.5	2.85	280	0	0	0.00	6.5	1625	100.00	0.00	12825.00	0.00	0.00	26325.00	39150.00	0.00	39150.00	3915.00	43065.00	43065.00	0.00	43065.00	10	10.3		
16	Щелбор и обмолот валков	га	250 ЖНР-10	3	3	7	17.50	2.3	17.50	5	35	87.5	2.85	135	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12825.00	0.00	0.00	12825.00	0.00	12825.00	14107.50	14107.50	0.00	14107.50	12.5	9		
18	Очистка зерна	г	330 ЗАВ-40	1	1	14	191.80	27.4	383.60	7	48	268.2	0.12	400	895000	895000	219275.00	2.2	726	24.08	0.00	3089.23	2388.37	1616.88	217.80	7322.28	0.00	7322.28	732.23	8054.51	5655.14	26947.98	12086.71	8.9	6		
19	Сволаживание соломы	га	250 МТЗ-80	1	1	7	85.96	12.28	85.96	6	42	515.75	0.48	1600	0	0	0.00	0.6	150	40.72	0.00	5221.91	0.00	0.00	2430.00	7651.91	0.00	7651.91	765.19	8417.10	8417.10	0.00	8417.10	9.1	14.9		
19	Сволаживание соломы	га	250 ПТУ-10	1	1	0	85.96	12.28	85.96	6	42	515.75	0.48	160	40000	40000	10500.00	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	849.96	356.27	0.00	1206.23	0.00	1206.23	120.62	476.89	5089.58	2090.29	16.7	7		
20	Скармливание соломы	г	335 МТЗ-80	1	1	7	76.30	10.9	76.30	10	70	763	0.44	1600	0	0	0.00	1.1	368.5	30.73	0.00	3943.53	0.00	0.00	5969.70	9911.33	0.00	9911.33	991.13	10902.46	10902.46	0.00	10902.46	9.1	14.9		
20	Скармливание соломы	г	335 СПР-0,5	1	1	3	76.30	10.9	76.30	10	70	763	0.44	220	98000	98000	31181.82	0	0	92.20	0.00	11824.89	2286.33	821.43	0.00	14932.65	0.00	14932.65	1493.26	16425.91	14139.58	13690.58	18479.50	16.7	6		
2	Транспортровка семян	г	32.5 ГАЗ-53	1	1																																

**Анализ изменения затрат на производство
сельскохозяйственной продукции**

Таблица 1 – Изменение затрат на 1 ц. зерна.

Статьи затрат	Вариант механизации		Разница (+, -)	
	Существ.	Предл.	руб.	%
Заработная плата	43,64	34,74	-8,90	-20,39
Реновация	74,31	57,40	-16,91	-22,76
Отчисления в ремонтный фонд	71,03	54,84	-16,19	-22,79
Топливо, электроэнергия	44,87	35,39	-9,48	-21,12
ВСЕГО эксплуатационных затрат	233,85	182,37	-51,48	-22,01
Транспортные расходы	6,81	6,72	-0,09	-1,32
Стоимость семян	115,30	115,30	0,00	0,00
удобрения	20,06	20,06	0,00	0,00
Всего прямых затрат	418,06	324,45	-93,61	-22,39
Косвенные затраты	41,13	31,77	-9,35	-22,74
Итого затрат	413,27	320,60	-92,67	-22,42

Таблица 2 – Размер и структура затрат на 1 га

Статьи затрат	При существующей механизации		При предлагаемой механизации	
	руб.	%	руб.	%
Заработная плата	544,41	9,50	568,02	9,75
Реновация	926,96	16,18	938,43	16,11
Отчисления в ремонтный фонд	885,99	15,47	896,53	15,39
Топливо, электроэнергия	559,65	9,77	578,54	9,93
Транспортные расходы	84,90	1,48	109,80	1,89
Стоимость семян	1885,00	32,91	1885,00	32,37
удобрения	328,00	5,73	328,00	5,63
Всего прямых затрат	5214,92	91,04	5304,32	91,08
Косвенные затраты	513,00	8,96	519,45	8,92
Итого издержек производства	5727,92	100,00	5823,77	100,00
Выход полноценного зерна, ц/га	10,55-13,87	-	12,07-14,29	-
Себестоимость 1 ц:				
зерна	413,27	-	320,60	-
соломы	42,75	-	33,09	-