

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Саратовский государственный
аграрный университет имени Н.И. Вавилова»



На правах рукописи

СТАРЦЕВ Александр Сергеевич

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ УБОРКИ ПОДСОЛНЕЧНИКА**

Специальность 05.20.01 – Технологии и средства механизации
сельского хозяйства

Д и с с е р т а ц и я

на соискание ученой степени доктора технических наук

Научный консультант:

Дёмин Евгений Евгеньевич

доктор технических наук, профессор

Саратов 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1 СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА РАБОТЫ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ПРИ УБОРКЕ ПОДСОЛНЕЧНИКА. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ	14
1.1 Агротехнические требования на уборку подсолнечника	14
1.2 Технологические схемы и технические средства для скашивания подсолнечника	17
1.3 Классификация технических средств для скашивания подсолнечника	34
1.4 Технологические схемы и технические средства обмола корзинок подсолнечника.....	39
1.5 Классификация молотильно-сепарирующих устройств.....	50
1.6 Технологические схемы и технические средства очистки вороха подсолнечника.....	51
1.7 Классификация воздушно-решётных очисток	58
1.8 Обзор научных исследований по совершенствованию технологических процессов и технических средств уборки	61
1.9 Выводы, постановка проблемы. Цель и задачи исследований	64
2 ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА РАБОТЫ ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА ПРИ УБОРКЕ ПОДСОЛНЕЧНИКА НА ОСНОВЕ СНИЖЕНИЯ ПОТЕРЬ МАСЛОСЕМЯН	67
2.1 Аналитические исследования технико-экономических показателей зерноуборочных комбайнов	67
2.2 Корреляционно-регрессионные исследования технических параметров зерноуборочных комбайнов	79
2.3 Системный анализ процессов работы зерноуборочного комбайна на уборке подсолнечника	86

2.4	Теоретические исследования процесса захвата стеблей подсолнечника шнеком-мотовилом	93
2.5	Динамические характеристики стебля подсолнечника	105
2.6	Моделирование параметров стеблестоя подсолнечника	126
2.7	Определение потерь маслосемян за жаткой	131
2.8	Теоретические исследования процесса взаимодействия корзинок подсолнечника с молотильным аппаратом	133
2.9	Определение повреждаемости маслосемян и недомолота корзинок	141
2.10	Силовой анализ взаимодействия бичей из материала с упругими свойствами с корзинками подсолнечника	144
2.11	Теоретическое определение рациональной ширины канавки бича и ударного ускорения маслосемян	149
2.12	Теоретическое обоснование процесса просеивания вороха подсолнечника через решето с регулируемыми отверстиями	150
2.13	Теоретические исследования взаимодействия вороха подсолнечника с решетом с регулируемыми отверстиями	160
2.14	Теоретические исследования потерь маслосемян распылом от воздушного потока	174
2.15	Выводы.....	179
3	ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	181
3.1	Постановка экспериментальных задач.....	181
3.2	Методы и средства лабораторно-полевых исследований.....	182
3.3	Планирование лабораторно-полевых исследований.....	191
3.4	Исследование физико-механических свойств подсолнечника.....	199
3.5	Выводы.....	207
4	РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	208

4.1	Влияние конструкционных и режимных параметров на потери маслосемян за жаткой.....	209
4.2	Влияние конструкционных и режимных параметров на повреждаемость маслосемян в молотильно-сепарирующем устройстве.....	225
4.3	Влияние конструкционных и режимных параметров на содержание сорных примесей в бункерном ворохе.....	232
4.4	Выводы.....	246
5	РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ И ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ РАЗРАБОТАННЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ.....	248
5.1	Основные технологические показатели производственных испытаний.....	248
5.2	Технико-экономическая оценка использования технических решений.....	252
5.3	Выводы.....	258
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	259
	СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	263
	ПРИЛОЖЕНИЯ.....	321

ВВЕДЕНИЕ

В соответствии с Указом Президента РФ от 30.01.2010 г. № 120 [297] и от 21.01.2020 г. [298] № 20 «Об утверждении доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации» производство растительного масла является одним из критериев оценки продовольственной безопасности страны. Удельный вес отечественного масла в общем объеме необходимо довести до 80–90 %. При этом 90 % выработки растительного масла в нашей стране приходится на долю подсолнечника. За последние годы посевные площади под этой культурой значительно увеличиваются (рисунок 1) [2, 5].

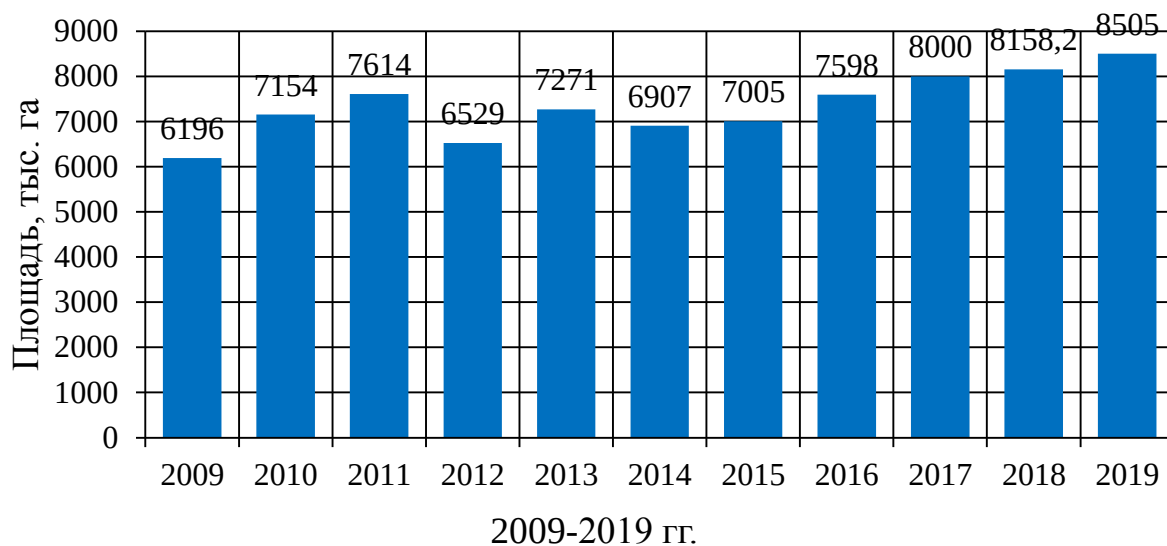


Рисунок 1 – Посевные площади подсолнечника в России за период 2009–2019 гг.

Одним из важных технологических процессов при производстве маслосемян подсолнечника является его уборка [115, 296]. В Российской Федерации и за рубежом ее осуществляют зерноуборочными комбайнами, оснащёнными специализированными жатками, адаптерами и приспособлениями [65–81, 98, 125, 174, 176, 216, 217, 245]. При этом качество выполнения технологического процесса не удовлетворяет современным требованиям [60, 95, 115, 208, 209, 309, 320]. Потери маслосемян, дробление и облущивание являются значительными и достигают 20 %, существенно содержание и сорных примесей в ворохе

подсолнечника после прохождения системы очистки комбайна [142–165, 309, 310, 344, 364].

«...за последние 5 лет наблюдается устойчивый рост валового сбора маслосемян подсолнечника в России...» (рисунок 2) [2, 58, 204]. В 2019 г. этот показатель был максимальным и составил 15097 тыс. т [204]. Однако с ростом валовых сборов наблюдается и увеличение потерь маслосемян [2]. В 2019 г. они составили 20 % от валового сбора, или 3019 тыс. т.

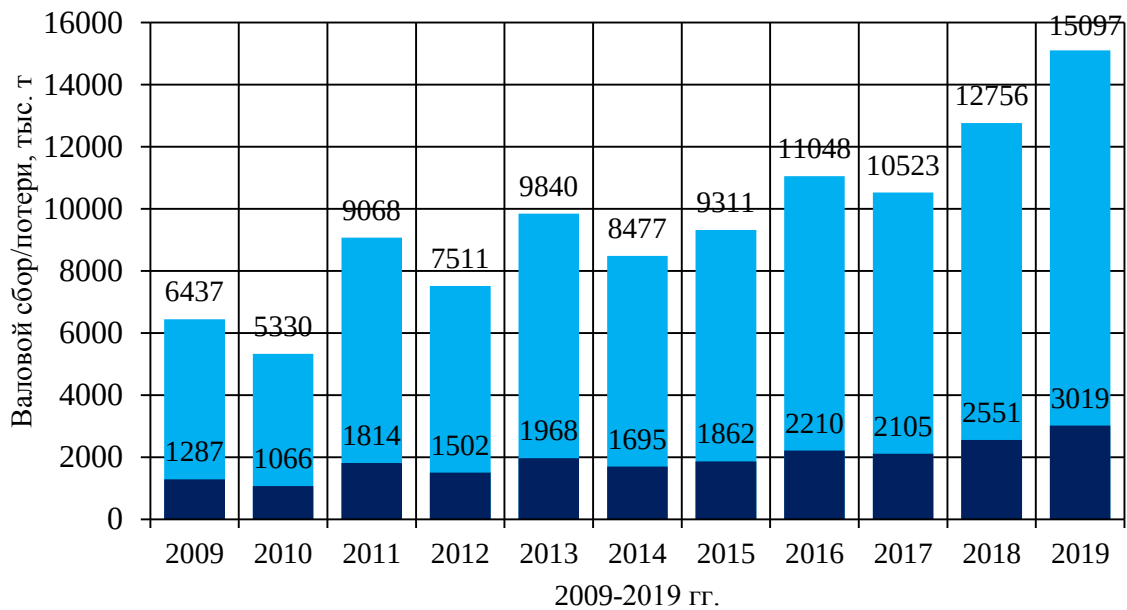


Рисунок 2 – Валовой сбор и потери маслосемян подсолнечника при уборке в России за период 2009–2019 гг.

В 2017–2019 гг. Саратовская область являлась лидером по валовым сборам маслосемян подсолнечника (таблица 1) [177, 204, 212, 252, 253]. Однако в результате потерь маслосемян, снижения качества вороха сельскохозяйственные предприятия региона ежегодно теряют от 4,484 до 5,68 млрд руб.

Таблица 1 – Валовые сборы и потери маслосемян в Саратовской области в 2017–2019 гг.

Показатель	Год		
	2017	2018	2019
Валовой сбор, тыс. т	1180	1550	2000
Потери маслосемян, тыс. т	236	310	400
Цена реализации 1 т без НДС, руб.	19000	17500	14200
Сумма реализации валового сбора, тыс. руб.	22 420 000	27 125 000	28 400 000
Сумма потерь маслосемян, тыс. руб.	4 484 000	5 425 000	5 680 000

«...по данным областного правительства, в Саратовской области зарегистрировано 3,5 тыс. крестьянских (фермерских) хозяйств. На их долю приходится почти 50 % всех посевных площадей...» [252]. По ряду производственных и экономических условий хозяйствования для многих из них приобретение эффективной дорогостоящей уборочной техники для подсолнечника является нерентабельным. Поэтому для уборки этой культуры они прибегают к переоборудованию жаток для уборки зерновых культур, ограничиваются настройками молотильных аппаратов и решет системы очистки, не используя специальные технические средства, что ведёт к повышению потерь маслосемян и снижению качественных показателей вороха [25, 82, 208, 232, 209, 310].

В данной диссертационной работе рассмотрены технологические процессы, способствующие снижению потерь маслосемян и повышению качества вороха подсолнечника за счёт переоборудования жаток зерновых культур и переоснащения молотильного аппарата и решетки очистки для уборки подсолнечника.

В связи с изложенным совершенствование технологических процессов и технических средств уборки подсолнечника, обеспечивающих повышение качества работы снижением потерь маслосемян, является важной проблемой [279, 280]. Решению этой проблемы и посвящены научные исследования настоящей диссертационной работы, выполненные в соответствии с «Концепцией развития аграрной науки и научного обеспечения АПК Российской Федерации до 2025 года» [112], «Стратегией машинно-технологической модернизации сельского хозяйства России на период до 2020 года» [279, 280], «Стратегией социально-экономического развития до 2030 года» (Постановление Правительства Саратовской области от 30 июня 2016 № 321-П) [141, 211, 281], научным направлением ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ» «Модернизация инженерно-технического обеспечения АПК» (рег. № 01201151795) [168, 218].

Научная гипотеза. Применение новых технических средств в системах зерноуборочных комбайнов при уборке подсолнечника позволит снизить потери, дробление, облущивание маслосемян и сорность вороха в бункере.

Степень разработанности темы. Исследованиями в области технологий и средств механизации уборки зерновых культур занимались и занимаются С.А. Алфёров [10, 11], Н.И. Анохин, В.Г. Антипин, Ж.С. Байзакова [26, 27], В.Е. Бердышев [28, 29], А.И. Бурьянов [32], Н.В. Бышов, И.Ф. Василенко, И.В. Горбачёв [41], В.П. Горячкин [43], А.Н. Гудков, Е.Е. Дёмин [50, 194], Ю.И. Ермолов, Г.Н. Ерохин [59], Э.В. Жалнин [62, 64], В.Е. Желиговский, Ф.С. Завалишин, А.А. Зангиев [83, 84], Х.И. Изаксон, Н.И. Клёнин, Г.В. Колесов, В.А. Кубышев, Ю.Ф. Лачуга [119], М.Н. Летошнев, Э.И. Липкович [121, 123], М.И. Липовский, В.Н. Плешаков, М.А. Пустыгин, Г.Г. Маслов [131], И.К. Мещеряков, С.А. Родимцев [234], А.И. Русанов, А.Г. Рыбалко [86], А.И. Ряднов [246, 248], Г.Ф. Серый, Н.И. Стружкин [282], С.В. Тронеv [288], Е.И. Трубилин [289, 290], О.А. Фёдорова [198, 311], Д.И. Шаткус [203], В.Д. Шеповалов, Р.Ш. Хабатов, В.Н. Халанский [312, 314], Ю.А. Царёв и др.

Проблеме исследований повышения качества уборки зерновых культур за счет снижения потерь, дробления, облучивания и уменьшения сорных примесей посвящены труды Ж.С. Байзаковой [27], В.Е. Бердышева [30], И.Н. Глушкова [38], А.М. Горячкина [42], Г.Н. Ерохина [59], А.И. Завражнова, А.Н. Зюлина, М.М. Ковалёва [100, 101], И.Е. Кожуховского, М.М. Константинова [109, 111], А.В. Ключкова, В.С. Кравченко [113], О.Н. Кухарева, И.П. Лапшина, А.П. Ловчикова [127], И.И. Огнева [181], В.И. Оробинского [184], А.Н. Пугачёва [225, 226], С.Ф. Сороченко [257], А.П. Тарасенко [284, 285], С.Ф. Тронева [288], Е.В. Труфляка [291, 293], Ю.М. Шрейдера [323], О.А. Фёдоровой [198, 311], С.С. Ямпилова [328] и др.

Вопросы совершенствования технологических процессов и технических средств уборки подсолнечника отражены в работах таких ученых, как И.И. Байгузин [25], В.П. Капустин [95], К.З. Кухмазов [115], В.А. Милюткин, М.А. Перепёлкин [201], А.Ф. Ульянов, В.Д. Шафоростов [318, 319], В.В. Фёдоров [310], А.Н. Цепляев [315] и др. Зарубежные авторы, работающие в данном направлении: К.Р. Олива [182], V. Cervinka [333], R. Chaab [363], М.А. Elfatih [344], W.

Fischer [348], W. Fechner [346], S. Karparvarfard, A. Kornacki [354], Y. Li [342], E.A. Ogunremi, C. Wei, L. Xu [340], Z. Zhao [351].

Перечисленные учёные внесли большой вклад в теорию и практику создания технических средств для уборки зерновых культур. Однако вопросы повышения качества работы технических средств при уборке подсолнечника за счет снижения потерь изучены недостаточно полно. В частности, требует дальнейшего исследования технологический процесс зерноуборочного комбайна при уборке подсолнечника, оснащенного новыми техническими средствами систем комбайна. Данная работа дополняет эти исследования, предлагая усовершенствованные технологические процессы и технические средства уборки подсолнечника, обеспечивающие повышение качества работы зерноуборочного комбайна и снижение потерь маслосемян.

Цель работы – повышение качества уборки подсолнечника за счет реализации технических решений, направленных на снижение потерь маслосемян при использовании зерноуборочных комбайнов.

Задачи исследования:

1. На основании литературных источников исследовать и оценить мировой опыт компаний – производителей зерноуборочных комбайнов, выполнить аналитические исследования технико-экономических показателей комбайнов с определением качественных и количественных оценок их технических параметров, провести анализ существующих средств уборки подсолнечника.

2. Разработать математические модели снижения потерь маслосемян на основе системного анализа работы зерноуборочного комбайна при уборке подсолнечника.

3. Уточнить и исследовать физико-механические свойства и геометрические параметры маслосемян и стеблестоя подсолнечника при уборке зерноуборочным комбайном.

4. Усовершенствовать технологический процесс уборки подсолнечника зерноуборочным комбайном и конструкции шнека-мотовила, молотильного аппарата и решет системы очистки комбайна, исследовать процесс их взаимодей-

ствия со стеблестоем, корзинками и маслосеменами, обосновать параметры и режимы работы.

5. Экспериментально определить качественные показатели функционирования разработанных технических средств уборки подсолнечника зерноуборочным комбайном, подтвердить полученные теоретические зависимости.

6. Определить технико-экономическую эффективность применения разработанных конструктивно-технологических решений для уборки подсолнечника зерноуборочным комбайном.

Объект исследования – технологические процессы работы зерноуборочного комбайна при уборке подсолнечника.

Предмет исследования – закономерности изменения параметров и режимов работы разработанных технических средств для снижения потерь маслосемян на серийных зерноуборочных комбайнах при уборке подсолнечника

Научную новизну работы представляют:

- методологические основы повышения качества выполнения технологического процесса зерноуборочным комбайном при уборке подсолнечника за счет снижения потерь маслосемян, заключающиеся в предложенных структурно-концептуальных моделях, адаптированных к современным условиям;
- теоретические законы распределения и регрессионные математические модели технических показателей зерноуборочных комбайнов, математические модели обоснования параметров и режимов работы предлагаемых технических решений для снижения потерь маслосемян подсолнечника при уборке;
- новые технические решения шнека-мотовила, молотильного аппарата и решёт системы очистки зерноуборочного комбайна для уборки подсолнечника, позволяющие снизить потери маслосемян;
- оптимальные значения геометрических, кинематических и режимных параметров технических устройств, снижающие потери маслосемян подсолнечника при уборке зерноуборочным комбайном.

Теоретическая и практическая значимость работы. Результаты теоретических и экспериментальных исследований реализованы в усовершенствовании

ванном технологическом процессе и технических средствах для уборки подсолнечника зерноуборочным комбайном, позволяющих повысить качество работы за счет снижения потерь маслосемян.

Результаты исследований одобрены и рекомендованы к использованию ОАО «Гомсельмаш» (Республика Беларусь) (приложение Н), материалы исследований переданы в ООО «Комбайновый завод» Ростсельмаш» (приложение О) и ОАО «ПКТИ комбайностроения» (г. Красноярск) (приложение Н).

Методология и методы исследования. В теоретических исследованиях применён индуктивный метод, основанный на исследовании частных технических величин и параметров и на распространении полученных выводов на решение проблемы. Использованы также методы системного анализа, математического моделирования и структурного анализа технологических процессов на основе законов классической механики. Экспериментальные исследования проводили с применением теории планирования многофакторного эксперимента и математической статистики обработки результатов. Все исследования проведены в соответствии с требованиями межгосударственных стандартов и разработанных частных методик. Вычислительные операции осуществляли с использованием программных продуктов Microsoft Exel 2010, Mathcad Prime 3.0.

В методологии исследований использован системный подход, позволяющий раскрыть целостность объекта исследований и взаимообусловленность связей. Теоретические исследования проведены методом математического анализа с использованием известных законов и методов механики в сочетании с математикой. Экспериментальные исследования выполнены методом полнофакторного эксперимента с применением теории вероятностей и математической статистики. Для обработки результатов экспериментальных исследований использованы статистические методы.

Научные положения и результаты исследований, выносимые на защиту:

- концептуальные положения и методологические основы повышения качества выполнения технологического процесса зерноуборочным комбайном при уборке подсолнечника за счет снижения потерь маслосемян, адаптированные к современным условиям (требованиям);

- теоретические законы распределения и регрессионные систематические модели технических показателей зерноуборочных комбайнов, закономерности изменения конструктивных параметров и режимов работы разработанных технических средств для снижения потерь маслосемян при уборке;
- новые технологические схемы и технические решения шнека-мотовила, молотильного аппарата и решёт системы очистки зерноуборочного комбайна для уборки подсолнечника, позволяющие снизить потери маслосемян;
- результаты теоретических и экспериментальных исследований предложенных технологических процессов и технических средств систем зерноуборочного комбайна, обеспечивающих повышение качества работы при уборке подсолнечника за счет снижения потерь маслосемян;
- результаты сравнительных производственных испытаний и технико-экономической эффективности использования разработанных технических устройств, снижающих потери маслосемян подсолнечника при уборке зерноуборочным комбайном.

Степень достоверности результатов исследований. Достоверность результатов исследований основана на использовании методов механики, математического моделирования, современных методов сбора и обработки информации, новых программных средств. Сделанные выводы и рекомендации подтверждены адекватностью полученных уравнений регрессии, реальными физическими процессами, сходимостью результатов теоретических и экспериментальных исследований. Результаты диссертационного исследования согласуются с результатами, опубликованными в независимых источниках по теме исследования и по другим техническим системам.

Основные научные положения результатов исследований, выводы и практические рекомендации были доложены, обсуждены и одобрены на научно-технических конференциях ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова» (Саратов, 2008–2019 гг.); конкурсе «Развитие агроинженерных технологий в XXI веке» (Саратов, 2009 г.); конкурсе научных проектов молодых учёных «Инновационная наука – молодой взгляд в будущее» (Саратов, 2009 г.); Всероссийской моло-

дѣжной выставке-конкурсе прикладных исследований, изобретений и инноваций (Саратов, 2009 г.); Всероссийском конкурсе Российского аграрного движения «Лучший инновационный проект в сфере АПК» (Саратов, 2010 г.); X Всероссийской выставке научно-технического творчества молодежи (Москва, 2010 г.); на конкурсе в рамках молодежного форума «Мы – молодой бизнес» в номинации «Лучшая бизнес-идея в сфере производства» (Саратов, 2010 г.); Всероссийской выставке-конкурсе «Восьмой Саратовский салон изобретений, инноваций и инвестиций» (Саратов, 2013 г.); Международной научно-практической конференции «Техника будущего: перспективы развития сельскохозяйственной техники» (Краснодар, 2013 г.); Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры сельскохозяйственных машин агроинженерного факультета Воронежского ГАУ имени императора Петра I (Воронеж, 2015 г.); 1-м Всероссийском конкурсе инновационных технологий аграрного машиностроения (Ростов-на-Дону, 2015 г.); Международной научно-практической конференции «Совершенствование инженерно-технического обеспечения производственных процессов и технологических систем» (Оренбург, 2017 и 2019 гг.); Международной научно-практической конференции «Инновационные технологии в агропромышленном комплексе – сегодня и завтра», (Республика Беларусь, Гомель, 2018 г.); Международной научно-практической конференции, посвященной 20-летию создания Ассоциации «Аграрное образование и наука» (Саратов, 2018 г.); Международной научно-практической конференции «Перспективы развития аграрных наук» (Чебоксары, 2019 г.).

Основные положения диссертации изложены в 71 научной работе, в том числе 2 публикации в международных базах данных Scopus, 22 – в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России, 4 – в описаниях патентов на полезные модели. Общий объем публикаций составляет 51,87 печ. л., из них 13,45 печ. л. принадлежит автору.

Диссертация состоит из введения, 5 глав, заключения, рекомендаций производству, перспектив дальнейшей разработки темы, списка литературы из 368 наименований, из которых 39 на иностранном языке. Работа изложена на 320 страницах, содержит 178 рисунков, 18 таблиц, 15 приложений.

1 СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА РАБОТЫ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ПРИ УБОРКЕ ПОДСОЛНЕЧНИКА. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ

1.1 Агротехнические требования на уборку подсолнечника

Подсолнечник – основная масличная культура, возделываемая в нашей стране. На его долю приходится до 70 % посевных площадей от всех масличных культур, до 80 % валового сбора маслосемян и 90 % выработки растительного масла [2, 6, 170, 171, 177, 219–221, 302, 303, 324, 325].

Высокая прибыльность этой культуры, растущие объёмы переработки, экспортная привлекательность привели к тому, что в России посевные площади под подсолнечником в последние десятилетия постоянно расширялись [2, 5, 6, 303].

Наибольшие площади посевов подсолнечника (до 85 %) распределены в Приволжском, Южном и Центральном федеральных округах [2, 177, 302]. В Приволжской федеральном округе под возделывание подсолнечника в 2019 г. отводилось 3,011 млн га земель, что составило 35,4 % всех площадей под посевами этой культуры в Российской Федерации [302]. До последнего времени рост валовых сборов маслосемян подсолнечника обеспечивался в основном за счет роста посевных площадей. Сейчас особое внимание уделяется разработке и совершенствованию интенсивных технологий производства подсолнечника с учетом особенностей зоны возделывания, сортов и гибридов [304, 308, 309, 320, 321, 330].

«...однако урожайность маслосемян подсолнечника в среднем остается достаточно низкой. В Саратовской области она составляет 0,51–1,23 т/га в зависимости от погодных условий, в 2019 г. – 1,54 т/га...» [209, 210, 212, 253]. Естественно, этот уровень урожайности не соответствует потенциальным возможностям современных сортов и гибридов и не отвечает возросшим требованиям сельскохозяйственного производства. Резкие колебания площадей и урожайности подсолнечника по годам приводят к определенным трудностям в стабилизации валовых сборов маслосемян [170, 171, 304].

За период 2009–2019 гг. возросло производство продукции переработки маслосемян – подсолнечного масла с 2508 до 5083 тыс. т (рисунок 1.1) [133, 243].

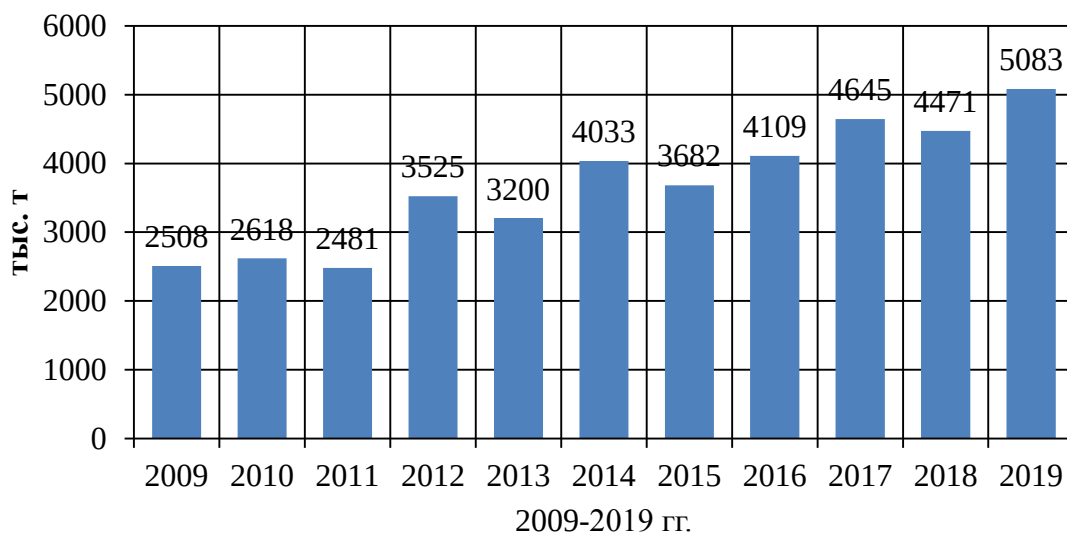


Рисунок 1.1 – Производство подсолнечного масла
в России, тыс. т

Экспорт подсолнечного масла за последнее десятилетие увеличился с 724 до 2600 тыс. т [180, 244, 324, 325], что в среднем составило 40,48 % от всего производства (рисунок 1.2).

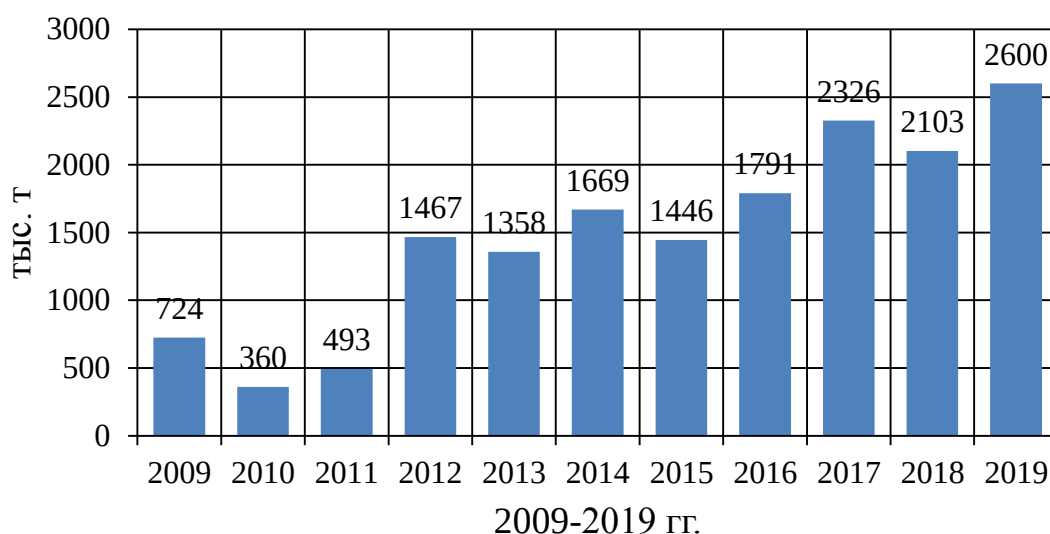


Рисунок 1.2 – Экспорт подсолнечного масла
из России, тыс. т

Завершающим технологическим процессом производства подсолнечника является уборка [95, 115, 320, 321]. От организации и качества работы технических средств уборки зависит, насколько фактическая урожайность культуры будет меньше биологической [246, 262, 272, 288]. Показателями, характеризующими качество уборочного процесса подсолнечника в соответствии с техническими

условиями, являются: потери семян за жаткой, повреждение семян (дробление и облущивание) и содержание сорных примесей в бункерном ворохе в процентном отношении к массе вороха, подаваемой на верхний решётный стан воздушно-решётной очистки (рисунок 1.3) [232, 270, 273].



Рисунок 1.3 – Показатели уборочного процесса подсолнечника

Суммарные потери маслосемян за уборочным агрегатом, так называемые «невозвратные» потери, состоят из потерь за жаткой и потерь за молотилкой, т. е. той части семян, которая осыпается на почву [231, 232, 273].

При проведении испытаний зерноуборочных комбайнов, приспособлений для уборки подсолнечника, адаптеров следует придерживаться следующих технических условий [46–48, 95, 115, 209, 210, 232, 273]:

- агротехнические: урожайность маслосемян – не менее 7–35 ц/га; влажность семянок – 12–14 %; влажность почвы в слое 0–10 см – не более 20 %; влажность незерновой части – не более 50 %; спелость корзинок – 80–90 %; высота расположения корзинок – не более 60 см; содержание маслосемян в бункере – не менее 95 % [142–164].

- эксплуатационные: коэффициент надежности приспособления для уборки – не менее 0,98; производительность за 1 ч основного времени – не менее 0,65 т; наработка на отказ – не менее 50 ч [142–164].

Существующие технические средства уборки подсолнечника не удовлетворяют техническим требованиям по качеству выполнения технологического процесса (рисунок 1.4).

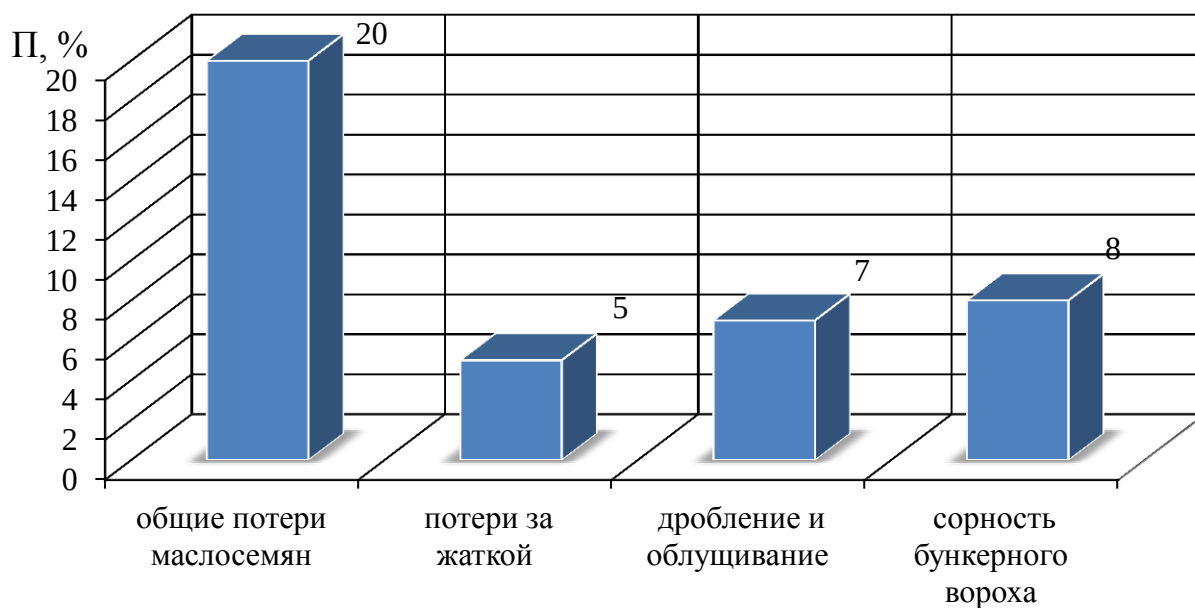


Рисунок 1.4 – Снижение качества выполнения технологического процесса уборки подсолнечника

Так, по данным протоколов испытаний зерноуборочных комбайнов на уборке подсолнечника и литературных источников, потери маслосемян за жаткой, дробление и облучивание молотильно-сепарирующим устройством (МСУ), содержание сорных примесей в бункерном ворохе достигают 20 % (Приложение А) [309, 310, 344, 364].

1.2 Технологические схемы и технические средства для скашивания подсолнечника

Существующие технологии уборки подсолнечника основаны на использовании адаптеров и приспособлений к зерноуборочным комбайнам, позволяющих повысить качество уборочного процесса и производительность комбайна при минимальных трудо- и энергозатратах [59, 61, 186, 248, 249].

Период уборки подсолнечника ограничен агротехническими сроками, поэтому от уровня технического оснащения процесса уборки зависит качество его выполнения [115, 273, 170, 171].

Для скашивания подсолнечника зерноуборочными комбайнами применяют следующие технические средства: адаптеры, жатки и приспособления, оснащённые лифтьерами, цепными транспортерами стеблей и корзинок, транспортерами или желобами для маслосемян [65–82, 216, 217, 245, 255].

Жатки или приспособления для уборки подсолнечника оснащают мотовилами и стеблеподъёмниками. Имеются также приспособления для уборки подсолнечника, которые представляют собой комплект рабочих элементов, устанавливаемых на базовые жатки комбайнов. Наиболее распространенный вариант – приспособление Змиевского, которое состоит из делителей, закрепляемых на неподвижных сегментах режущих аппаратов, боковых фартуков, и ветрового щита, монтируемого за жаткой [156, 217].

На основе анализа конструкций адаптеров, жаток и приспособлений для скашивания подсолнечника, можно выделить следующие основные технические средства:

1. Приспособления с лопастным мотовилом. Используют жатки для уборки зерновых колосовых культур, переоборудованные под уборку подсолнечника (приспособление Змиевского);
2. Адаптеры, оснащённые лифтьерами – цепными транспортерами стеблей и ленточными транспортерами маслосемян или вибростолами;
3. Адаптеры, оснащённые цепными транспортерами стеблей и желобами для ссыпания маслосемян;
4. Приспособления, оснащённые трубным мотовилом с захватами;
5. Жатки с направляющей пластиной и отрывающим вальцом;
6. Жатки с геликоидальным мотовилом и захватами.

Адаптер с транспортерами стеблей и маслосемян

Технологический процесс работы данного приспособления (рисунок 1.5) происходит следующим образом [157, 161, 162, 163, 209, 215, 216]. Жатку 1 комбайна направляют в загон таким образом, чтобы лифтеры 2 попали в меж-

дурядья подсолнечника. После этого в процессе движения комбайна, стебли подсолнечника 6, разделенные стеблеподъемниками по междурядьям, наклоняются под воздействием лифтера 2 таким образом, чтобы направить корзинку в положение над ленточным транспортером 3. Стебель подсолнечника захватывается захватами 4 транспортеров стеблей. Затем происходит затягивание корзинки подсолнечника крючком так, чтобы ее срез режущим аппаратом происходил у основания. После среза корзинка подается к шнеку 5 жатки с последующей подачей в наклонную камеру комбайна. Потери маслосемян за приспособлением могут составлять от 0,3 до 2,43 %.

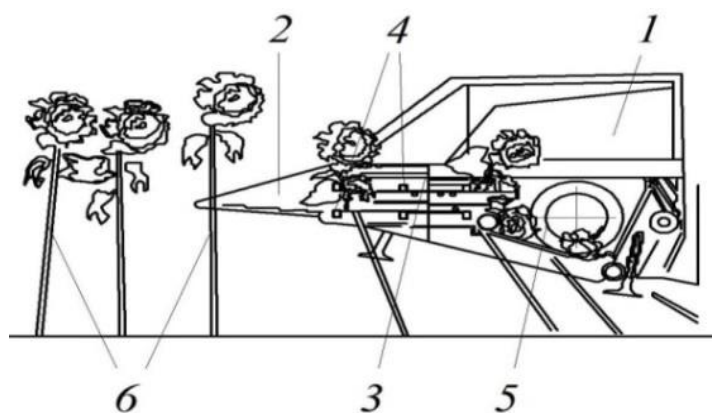


Рисунок 1.5 – Схема скашивания адаптерами с транспортерами:
1 – жатка; 2 – лифтеры; 3 – ленточный транспортер; 4 – захваты транспортера;
5 – шнек жатки; 6 – стебли подсолнечника

Рассмотренные адаптеры обладают следующими достоинствами:

1. Высокое качество уборочного процесса, характеризующееся минимальными потерями маслосемян (0,3–2,43 %);
2. Ударное воздействие на стебли крючков транспортеров значительно ниже, чем при уборке жатками, оснащёнными молотилом, что исключает вероятность отбрасывания корзинок за фартуки.

К недостаткам данного приспособления можно отнести следующее:

1. Воздействие лифтеров и транспортеров стеблей на стебли способствует осыпанию маслосемян на полотно ленточного транспортера. Часть из них попадает в пространство между лентой транспортера и корпусом лифтера.
2. Процесс скашивания требует технологической скорости движения комбайна 5...9 км/ч в зависимости от урожайности культуры [144, 245, 306]. При уве-

личении скорости выше рекомендуемой происходит забивание пространства между лентой транспортера и боковой частью корпуса лифтера.

3. Сложность конструкции и повышенная материалоемкость. Масса отечественных образцов составляет 1800...2500 кг в зависимости от модификации, а зарубежных со складывающейся рамой – более 4000 кг [65, 73, 76, 80].

4. Адаптер имеет высокую стоимость – от 1200 до 2300 тыс. руб., что делает его использование на небольших площадях или в районах с невысокой урожайностью подсолнечника нерентабельным.

5. Зависимость от ширины захвата сеялки. В большинстве случаев посев подсолнечника производится сеялкой СУПН-8. Ширина адаптера при уборке должна быть равной 5,6 м. В противном случае возникают значительные потери маслосемян и корзинок (8–15 %).

К адаптерам данного вида относятся отечественные конструкции шириной захвата от 10 до 16 м, которые имеют складную раму и делители [65, 73, 144]. Они представлены следующим рядом модификаций: ПСП-1,5М; ПСП-810, ПСП-10М (Falkon); ПСП-10МГ; РСМ-091.52 (рисунок 1.6, а) [146, 147, 150, 152, 155, 162, 306]. Возможна комплектация с измельчителем стеблей.

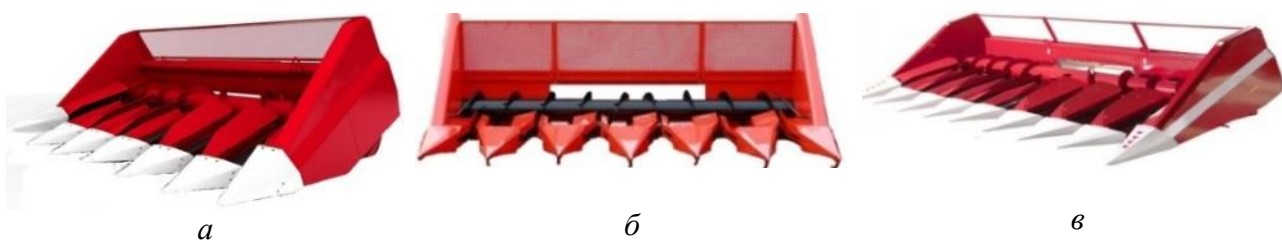


Рисунок 1.6 – Адаптеры с транспортерами: а – Falkon-1200-3; б – OROS-UN; в – НАШ-873

Адаптеры с транспортерами стеблей и вибротранспортерами маслосемян

В технологическом процессе уборки подсолнечника приспособлениями с транспортерами стеблей и вибростолом срезанные у основания стебля корзинки и осыпанные маслосемена поступают на вибростол и за счет амплитуды его колебаний перемещаются к шнеку жатки. Маслосемена осыпаются на поверхность виб-

ростола, что снижает их потери. Вибростол имеет ассиметричную конструкцию, что способствует уменьшению потерь маслосемян при их перемещении к шнеку жатки. Привод вибростолов жатки OROS-UN осуществляется за счет ролика подающей цепи с эксцентриком (рисунок 1.6, б). В адаптерах НАШ модификаций 673/873/1273/1256 в приводе вибростолов предусмотрен дополнительный молоточек (рисунок 1.6, в) [80, 149, 161, 163]. Их ширина захвата составляет 4,2 м, 5,6; 6,5 и 8,76 м; масса – 1750 кг, 2100, 2250 и 2500 кг.

Недостатки данных адаптеров такие же, как и у рассмотренных ранее. В процессе движения корзинок по вибростолу происходит их дополнительное вымолачивание. В результате часть маслосемян от колебательных движений вибростола осыпается за его пределы. Качественная работа вибростола зависит от точности его настройки. В случае отклонения угла наклона вибротранспортера от заданных параметров потери маслосемян возрастают.

Отечественные конструкции представлены моделями НАШ-873/873М и их модификациями («Унисибмаш», компания OPTIGER) [80]. Также российско-венгерское предприятие выпускает жатки OROS-UN-6ROW, OROS LINAMAR UN-870, OROS UN 1270 с шириной захвата 4,2 м, 5,6 и 8,4 м соответственно [78]. Адаптер OROS-UN-6+2×3 – 12-рядный, имеет складную раму, ширина захвата 9,2 м, масса – 4410 кг.

Большинство конструкций адаптеров для уборки подсолнечника в странах ближнего и дальнего зарубежья оснащены цепными транспортерами стеблей и корзинок, а также желобами для самоосыпания маслосемян вместо ленточных транспортеров и вибростолов.

Адаптеры с транспортерами стеблей и желобами для маслосемян

Отличительной особенностью этих конструкций является отсутствие ленточных транспортеров и вибростолов для корзинок и маслосемян. Осыпавшиеся в процессе захвата маслосемена попадают в желоба, расположенные под углом, и перемещаются к шнеку жатки. Технологический процесс скашивания

подсолнечника жатками данного типа аналогичен процессу работы адаптеров с транспортерами стеблей и маслосемян.

Жатка входит в стеблестой подсолнечника 1 (рисунок 1.7) делителями 2, крючки 3 цепных транспортеров 4 протягивают стебли 5 к режущему аппарату 6. Срезанные корзинки подаются к шнеку жатки 7. Осыпание в процессе захвата стеблей маслосемян и корзинок осуществляется в наклонные желоба 8 с последующим их перемещением к шнеку жатки. Выбросу корзинок и маслосемян за пределы жатки препятствуют боковые щиты 9.

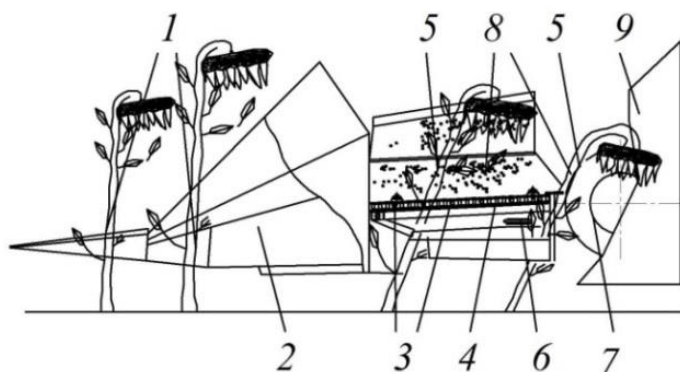


Рисунок 1.7 – Схема скашивания адаптерами с желобами: 1 – стеблестой подсолнечника; 2 – делители; 3 – крючки; 4 – цепные транспортеры; 5 – стебли; 6 – режущий аппарат; 7 – шнек; 8 – наклонный желоб; 9 – боковые щиты

Адаптеры Geringhoff Sun Star (Германия) [65, 77] дополнительно оснащены вертикальными цепными транспортерами для стеблей, расположенными между двумя желобами для ссыпания маслосемян (рисунок 1.8, а). Модельный ряд жаток представлен модификацией Sun Star 800-1600В, что соответствует числу рядов от 8 до 16 и ширине захвата 5,6 и 11,2 м соответственно. Конструкция позволяет варьировать шириной междурядья от 50 до 75 см. Масса – 2580–5010 кг в зависимости от ширины захвата. Жатки, предназначенные для уборки более 8 рядков, изготавливают складными.

Жатки отечественного производства Sun Master 870 и Sun Master 1270 [74, 76] выпускают для уборки 8 и 12 рядков с междурядьем 70 см (рисунок 1.8, б). Ширина захвата – 5,6 и 8,4 м.

Адаптер итальянского производства Quasar Capello предназначен для уборки кукурузы, но может быть переоборудован для подсолнечника посредством установки ветровых щитов для уборки высокорослого подсолнечника, ловителей на капоты, режущего аппарата с активными вращающимися ножами и противовесами (рисунок 1.8, в).



Рисунок 1.8 – Адаптеры с желобами: *а* – Geringhoff Sun Star Horizon; *б* – SunMaster; *в* – Quasar Capello; *г* – ПЗС-8; *д* – Fantini GP; *е* – Akturk Makina; *ж* – Argus R; *з* – Dominoni Top Sun

Украинские модификации адаптеров ПЗС-6, 7,4 и 9,1 John Greaves [71] аналогичной конструкции выпускается с возможностью уборки 8, 9 и 12 рядков (рисунок 1.8, г). Масса адаптеров – 2000 кг, 2470 и 3040 кг.

Итальянские жатки Fantini G 02 и Fantini G 03 [81] ориентированы на уборку 9 рядков подсолнечника с междурядьями 45 см; 70; 75; 80 и 90 см. Ширина захвата составляет 5,4 м, что позволяет производить уборку как вдоль, так и поперек рядков. Капот стеблеподъемника изготовлен из пластика.

Турецкий аналог адаптера Akturk Makina представлен модификациями с шириной захвата 5,6 м, 7,0 и 9,2 м (рисунок 1.8, е), их масса – 1840 кг, 2540 и 2700 кг (таблица 1.1). Адаптеры укомплектованы измельчителями.

Таблица 1.1 – Технические характеристики адаптеров с транспортерами стеблей и желобами для маслосемян

Модификация	Ширина захвата, м	Количество рядков, шт.	Масса, кг
Argus R			
Argus R	2,8	4	1400
Argus R 670 (675)	4,2	6	1950
Argus R 870 (875)	5,6	8	2700
Argus R 1270	8,6	12	3600
Geringhoff			
<i>цельная рама</i>			
Sun Star 800F	5,6	8	2710
Sun Star Horizon 800 FB (измельчитель)	5,6	8	2910
<i>складывающаяся рама</i>			
Sun Star 800-1600B	5,6–11,2	8–16	2480–4810
Sun Star Horizon 800- 1600B (измельчитель)	5,6–11,2	8–16	2580–5010
Sun Master			
Sun Master 870	5,6	8	1680
Sun Master 1270	8,4	12	–
Quasar Capello			
<i>цельная рама</i>			
F 4	3,18–3,26	4	1210
F 5	3,7–4,0	5	1490
F 6	4,55–4,9	6	1750
F 8	6,15–6,5	8	2230
F 12	8,4–9,6	12	3650
F 16	–	16	–
F 18	–	18	–
<i>складывающаяся рама</i>			
R 5	2,5–3,9	5	1620
R 6	3,0–4,9	6	2050
R 8	3,2–6,5	8	2480
R 9	3,6–7,2	9	2820
HS 10	4,2–7,8	10	3130
HS 12	5,0–9,4	12	4500
HS 16	–	16	–
ПЗС			
ПЗС-8	6,0	8	2000
ПЗС-12	7,4	9	2470
Fantini GO			
<i>цельная рама</i>			
GH 3	5,4	4; 5; 6; 8; 19; 12 (45; 70; 75; 80; 90 см)	–
GO 3	5,4	4; 5; 6; 8; 12 (45; 70; 75; 80; 90 см)	–

Модификация	Ширина захвата, м	Количество рядков, шт.	Масса, кг
<i>складывающаяся рама</i>			
GH 3	5,4	6; 8; 12 (45; 70; 75; 80; 90 см)	—
GO 3	5,4	6; 8; 12 (45; 70; 75; 80; 90 см)	—
Akturk Makina			
Akturk Makina	5,6	8	1840
Akturk Makina	7,4	10	2540
Akturk Makina	9,1	12	2700
Dominoni Top Sun			
<i>цельная рама</i>			
GT 905	3,65–3,85	6	1760
GT 906	4,25–4,5	8	2140
GT 908	5,75–6,10	10	2750
GT 910	7,15–7,6	12	3400
GT 912	8,85–9,40	24 (для междурядья 56 см)	4300
GTL 916	11,65–12,40	32	—
<i>складывающаяся рама</i>			
GTL 906	4,25–4,50	8	1700
GTL 908	5,75–6,10	8	2050
GTL 910	7,15–7,60	10	2600
GTL 912	8,85–9,40	24 (для междурядья 56 см)	3100

Адаптеры с горизонтальными цепными транспортерами для захвата стеблей и желобами для маслосемян и корзинок используют для уборки кукурузы. Некоторые модели – Argus R (Россия), Dominoni Top Sun (Италия) – переоснащают для уборки подсолнечника: устанавливают защитные щиты, ловители на капоты, заменяют режущие аппараты с активными вращающимися ножами и противорезами (рисунок 1.8 ж, з) [67]. Адаптер Dominoni Top Sun представлены моделями для уборки 4–16 рядков, что эквивалентно ширине захвата 2,8–11,2 м. Конструкции этих жаток имеют складывающиеся наконечники делителей.

Модельный ряд Quasar Capello [72] представлен модификациями F6, F8 и F12 с количеством убираемых рядков 6, 8 и 12 для междурядий 70 см. Ширина захвата жаток 4,2 м, 5,6 и 8,4 м (см. таблицу 1.1). Обшивки и наконечники адаптера изготовлены из технополимера, что снижает налипание растительных остатков в процессе уборки и уменьшает материалоемкость конструкции.

Жатки с лопастным мотовилом

Скашивание производят переоборудованным лопастным мотовилом базовых жаток (рисунки 1.9, 1.10). Переоборудование состоит в демонтаже лишних лопастей мотовила так, чтобы их оставалось не более трёх, а также в съёме граблин или их изоляции резиновыми лентами, деревянными или пластиковыми накладками. Покрывают три противорежущих пальца стеблеподъемниками с минимальной длиной 1,4 м и с поднятыми на 3–5 см краям. Выполняют регулировки режимных параметров мотовила и молотильного аппарата. Снимают деку домолачивающего устройства. Устанавливают боковые щиты (фартуки) высотой 1,5 м по обеим сторонам режущего аппарата и крупноячеистую решётку высотой не менее 60 см за корпусом жатки, шнек жатки поднимают на 2,5 см от днища [25, 171, 209, 210]. Мотовило 1 (см. рисунок 1.9) выставляют на определенную высоту в зависимости от высоты стеблестоя с возможностью захвата части стебля у основания корзинки. Жатку направляют в стеблестой, разделяя его стеблеподъемниками 2. При этом в одно междурядье входят два стеблеподъемника, разделяя рядки. Планки 3 мотовила захватывают верхнюю часть стеблестоя 5. Стебли подводятся к режущему аппарату, посредством которого происходит срез их верхней части с корзинкой. Скошенная масса планками мотовила перемещается к шнеку жатки, который передаёт её в наклонную камеру комбайна. В результате ударного воздействия планок мотовила на корзинки подсолнечника происходит их частичный вымолот. Часть вымолоченных маслосемян осыпается в стеблеподъемники или на днище жатки. При подъёме последней маслосемена перемещаются к шнеку, который транспортирует их в наклонную камеру. Остальные маслосемена осыпаются в пространство между стеблеподъемниками на почву или отбрасываются за боковой фартук 4.

Толщина стебля подсолнечника уменьшается по его высоте и у основания корзинки достигают минимального значения [25, 171, 209, 230]. Поэтому при ударном воздействии планки мотовила возможны излом стебля с отрывом корзинки и её последующее отбрасывание за пределы боковых фартуков. Потери маслосемян за жаткой, оснащённой лопастным мотовилом, с учётом отбрасы-

вания корзинок составляют от 7 до 12,5 % [25, 209]. В случае высокого стеблестоя вероятно наматывание стеблей подсолнечника на рабочие элементы приспособления (рисунок 1.11).

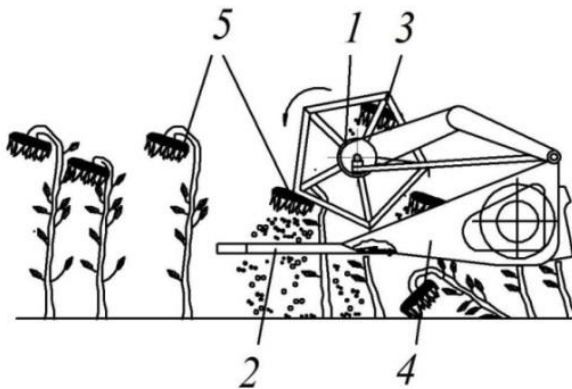


Рисунок 1.9 – Схема скашивания жаткой с лопастным мотовилом: 1 – мотовило; 2 – стеблеподъемники; 3 – планки; 4 – боковой фартук; 5 – стеблестой подсолнечника

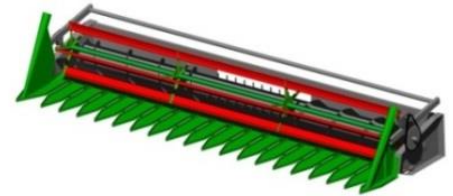


Рисунок 1.10 – Приспособление Змиевского



Рисунок 1.11 – Наматывание стеблей подсолнечника на рабочие элементы жатки

Таким образом, к недостаткам технологического процесса уборки подсолнечника жаткой с лопастным мотовилом, следует отнести:

- ударное воздействие перемычек труб или лопастей мотовила на стеблестой, что приводит к вымолоту маслосемян, а в некоторых случаях – к отрыву корзинок;
- наматывание стеблей подсолнечника на рабочие органы жатки.

Жатка с направляющей пластиной и протягивающим вальцом

Скашивание подсолнечника данной машиной осуществляют следующим образом. Жатку направляют в стеблестой подсолнечника 1 (рисунок 1.12) стеблеподъемниками 2 [98]. Регулируемая направляющая пластина 3 отжимает корзинки подсолнечника так, чтобы они были отклонены вперед. В результате этого по мере продвижения стебля происходит его вытягивание таким образом, что подпорный срез происходит у основания корзинки. При этом протягивающий валец 4 прижимает стебель вниз, предотвращая тем самым его преждевременный срез. Корзинка срезается режущим аппаратом 5 у основания в момент её захвата мотовилом 6 с упорами 7, расположенными геликоидально по трубному валу. Упоры оснащены резиновыми накладками на краях для повышения коэффициента трения при контакте с корзинкой. Предусмотрена возможность регулирования зазора между делителями посредством установочных шин в зависимости от толщины стеблей [97, 98].

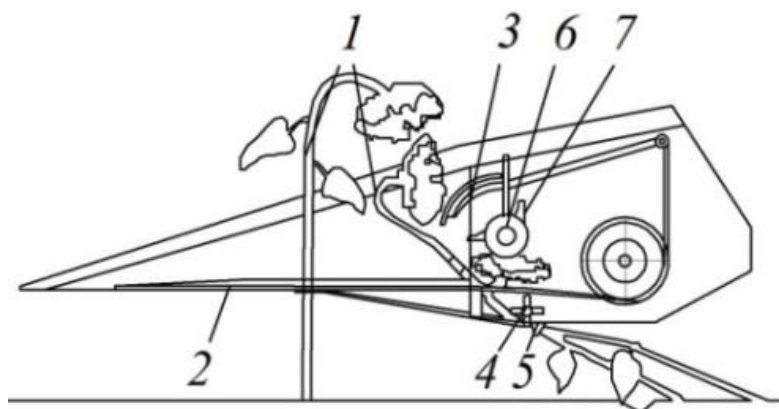


Рисунок 1.12 – Схема скашивания жаткой с направляющей пластиной и протягивающим вальцом: 1 – стеблестой подсолнечника; 2 – стеблеподъемники; 3 – направляющая пластина; 4 – протягивающий валец; 5 – режущий аппарат; 6 – мотовило; 7 – упор

Конструкция представлена германской жаткой Sunspeed компании CLAAS и её аналогом Maizco (рисунок 1.13). Sunspeed имеет модификации Sunspeed 7,4, Sunspeed 12-70 и Sunspeed 16-70, ориентированные на количество рядков 8, 12 и 16 шириной 70 см, ширина захвата 5,6 м, 9,1 и 12 м. Для уборки междурядий 75 см используют модификацию Sunspeed 12-7 (таблица 1.2).



Рисунок 1.13 – Жатка Sunspeed, Maizco

Таблица 1.2 – Технические характеристики жаток Sunspeed

Модификация	Ширина захвата, м	Количество рядков, шт.	Масса, кг
Sunspeed 7,4	5,6	8	—
Sunspeed 12-70	9,1	12	3000
Sunspeed 16-70	12	16	3300
Sunspeed 16-75	12	16	—

Достоинства жатки:

- оснащение направляющей пластиной и вальцом позволяет осуществить срез корзинки у ее основания, не перегружая молотильно-сепарирующее устройство;
- регулирование зазора между делителями дает возможность снизить потери маслосемян;
- упоры мотовила, оснащенные резиновыми направляющими, способствуют бережному захвату корзинки и сводят к минимуму осыпаемость маслосемян.

К недостаткам данной конструкции можно отнести следующее:

- в процессе работы вероятно отбивание корзинок направляющим щитком с последующим их отбрасыванием;
- настройка направляющей пластины, геликоидального мотовила, а также регулирование зазора между делителями возможны лишь на определенные параметры стеблестоя.

Все жатки Sunspeed выпускаются с цельной рамой, они оснащены сегментно-пальцевым режущим аппаратом.

Приспособление с трубным мотовилом с захватами

Скашивание подсолнечника происходит следующим образом. Жатка входит в стеблестой подсолнечника делителями 1 (рисунок 1.14). Центральная труба мотовила 2 с захватами 3, установленными на хомутах, вращается по ходу движения комбайна. Стебли подсолнечника подводятся к режущему аппарату 4 захватами 3. После среза стебля скошенная масса подается к шнеку жатки

5, после чего перемещается им в наклонную камеру комбайна. Для снижения потерь маслосемян приспособление оборудовано боковыми щитами 6.

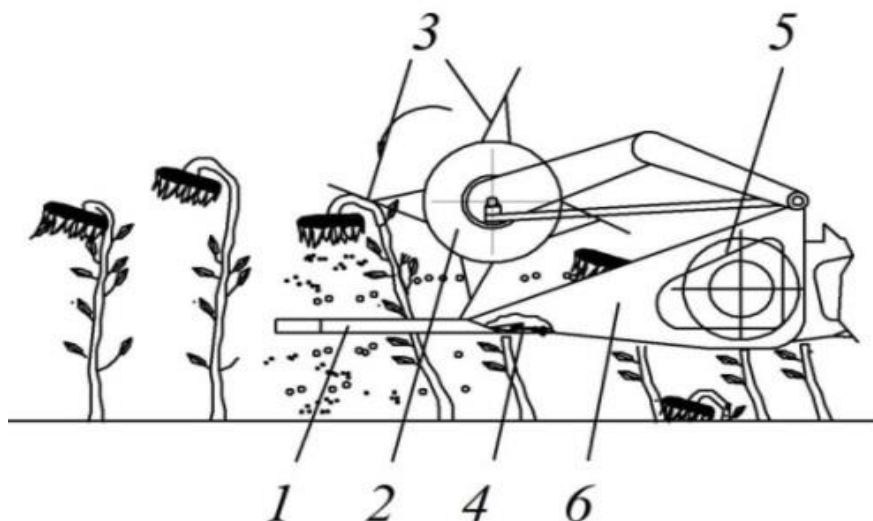


Рисунок 1.14 – Схема скашивания жаткой с трубным мотовилом с захватами:
1 – делитель; 2 – центральная труба мотовила; 3 – захваты; 4 – режущий аппарат;
5 – шнек жатки; 6 – боковой щит

Приспособление отличается простотой конструкции и сравнительно небольшой массой – 480–680 кг в зависимости от ширины захвата [71, 156, 209]. Невысокая стоимость и возможность переоснащения зерновой жатки под уборку подсолнечника посредством комплекта рабочих элементов делают приспособление привлекательным для небольших сельскохозяйственных предприятий и районов с нестабильной урожайностью подсолнечника.

К недостаткам приспособления следует отнести то, что часть стеблей, не взаимодействуя с захватами, перемещается между делителями и сталкивается с центральной трубой диаметром 0,5 м. В результате удара корзинки о поверхность трубы происходит ее частичный вымолот. Маслосемена осыпаются в делители или на днище жатки и при ее подъеме на краю гона перемещаются к шнеку. Другая часть осыпается в пространство между делителями на почву или в результате ударного воздействия отбрасывается за пределы боковых щитов. Потерям маслосемян способствует также конструкция хомутов, состоящих из двух полукруглых полос, скрепленных между собой болтовыми соединениями. В результате образуется пространство в форме треугольника с основанием 18 см, которое забивается

стеблями. Установка захватов на центральную трубу мотовила через хомуты предусматривает их регулировку по ширине междурядья. Однако 97 % всех посевов подсолнечника в России имеют междурядья шириной 70 см. Поэтому целесообразность подобного монтажа захватов не обоснована.

К отечественным приспособлениям, оснащённым мотовилом с захватами относятся адаптеры Старта-Лифтёр (Ростов-на-Дону), УПЗ-6;8, имеющие ширину захвата 6 и 8 м (рисунок 1.15, *а, б*; таблица 1.3). Их изготавливают в виде блочного модуля лифтеров, смонтированных на балке квадратного сечения, и устанавливают на жатку путем подвески на пальцы переднего бруса, двух полевых делителей и трубы-мотовила с захватами.

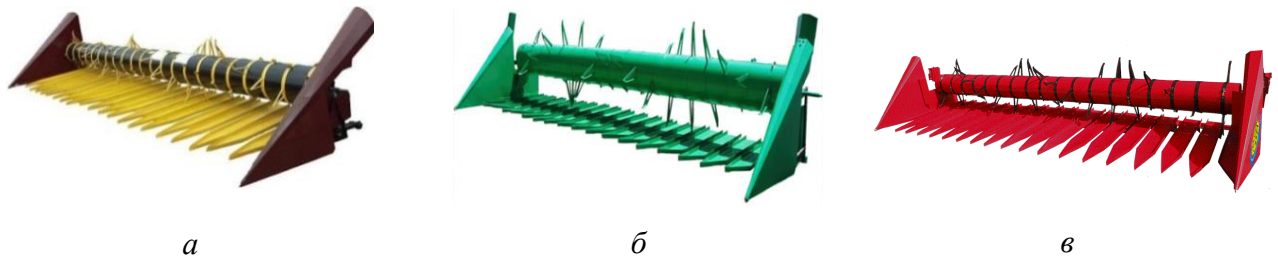


Рисунок 1.15 – Приспособления с трубным мотовилом:
а – «Лифтер»; *б* – УПЗ-6; *в* – ПС-6

На Украине выпускают ПС-5; ПС-6; ПС-7 (ООО «Бердянские жатки») [217] с шириной захвата 5 м, 6 и 7 м (рисунок 1.15, *в*). Они ориентированы на жатки с подпорным срезом (см. таблицу 1.3).

Таблица 1.3 – Технические характеристики приспособлений Старта-Лифтёр и ПС

Модификация	Ширина захвата, м	Количество рядков, шт.	Масса, кг
Старта-Лифтёр			
УПЗ-6	6	8	450
УПЗ-8	8	11	650
ПС			
ПС-5	5	7	400
ПС-6	6	8	600
ПС-7	7	10	900

*Жатка с защитным кожухом и геликоидальным мотовилом
с зубцами*

Жатки с геликоидальным мотовилом оснащены делителями с закрытыми заууженными носками, что позволяет входить в стеблестой не наклоняя стеблей под любым углом, осуществляя как рядковое, так и безрядковое скашивание.

Жатка входит в стеблестой подсолнечника 1 (рисунок 1.16) делителями 2, защитный кожух 3 мотовила наклоняет корзинки подсолнечника, вытягивая стебель по мере движения жатки. Корзинка захватывается либо геликоидальной планкой 4, либо стальными зубцами 5 мотовила 6 и передается к шнеку жатки 7. Затем происходит ее срез у основания режущим аппаратом 8. За счет геометрии делителей жатка может убирать стеблестой как рядковым, так и безрядковым способом.

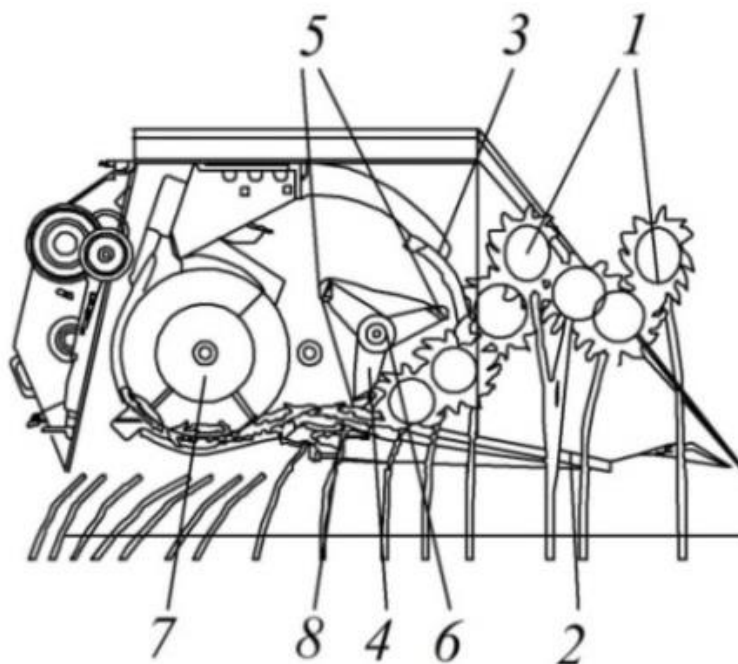


Рисунок 1.16 – Схема скашивания жаткой с защитным кожухом и геликоидальным мотовилом: 1 – стеблестой подсолнечника; 2 – делители; 3 – защитный кожух; 4 – геликоидальная планка; 5 – стальные зубцы; 6 – мотовило; 7 – шнек жатки; 8 – режущий аппарат

К таким конструкциям следует отнести украинские жатки Sunfloro New 6, Sunfloro New 7,4 и Sunfloro New 9,2 с шириной захвата 6,3 м, 7,7 и 9,1 м соответственно (таблица 1.4). Масса конструкций составляет 1760 кг, 2120 и 2500 кг (рисунок 1.17, а) [75].

Таблица 1.4 – Технические характеристики жаток **Dominoni Free Sun**, **Geringhoff Sun Lite**, **John Greaves**, **Capello Helianthus**

Модификация	Ширина захвата, м	Количество рядков, шт.	Масса, кг
<i>Dominoni Free Sun</i>			
GF 620	6,3	9	1930
GF 760	7,4	10	2360
GF 940	9,2	12	2850
GF 1150	11,2	15	3500
<i>Geringhoff Sun Lite</i>			
Geringhoff Sun Lite 25	7,7	9	2100
Geringhoff Sun Lite 30	9,1	12	2335
<i>John Greaves</i>			
ЖНС-6,1	6,3	9	2000
ЖНС-7,4	7,4	10	2470
ЖНС-9,1	9,1	12	3040
<i>Capello Helianthus</i>			
Capello Helianthus 7500	7,7	11	2400
Capello Helianthus 9400	9,4	12	2800
<i>Sunfloro New</i>			
Sunfloro New 6	6,3	9	1760
Sunfloro New 7,4	7,7	11	2120
Sunfloro New 9,2	9,1	12	2500
<i>Zaffrani Sunflow</i>			
Zaffrani Sunflow 600	6,3	9	1900
Zaffrani Sunflow 740	7,7	11	2200
Zaffrani Sunflow 940	9,1	12	2780
<i>Fantini GP</i>			
Fantini GP 6,4	6,4	9	–
Fantini GP 7,4	7,4	10	–
Fantini GP 9,4	9,4	12	–

Немецкая компания «Geringhoff» производит жатки Geringhoff Sun Lite 25 [77] с шириной захвата 7,7 м и массой 2100 кг и Geringhoff Sun Lite 30 с шириной захвата 9,1 м и массой 2335 кг (рисунок 1.17, б).

Безрядковая жатка фирмы «Capello Helianthus» (Италия) [68, 72] представлена модификациями Capello Helianthus 7500 и Capello Helianthus 9400 с шириной захвата 7,5 и 9,4 м и массой 2400 и 2800 кг соответственно. Она ориентирована на ширину междурядьев 45 и 70 см (рисунок 1.17, в).



Рисунок 1.17 – Жатки с защитным кожухом и геликоидальным мотовилом:
а – Sunfloro New; *б* – Geringhoff Sun Lite; *в* – Capello Helianthus;
г – Zaffrani Sunflow 740; *д* – John Greaves; *е* – Dominoni Free Sun

Итальянские аналоги безрядковых жаток с подпорным срезом Zaffrani Sunflow выпускают в трёх модификациях: Zaffrani Sunflow 600, Zaffrani Sunflow 740 и Zaffrani Sunflow 940 (рисунок 1.17, *г*) [79,]. Их ширина захвата 6,3 м, 7,7 и 9,1 м, масса – 1900 кг, 2200 и 2780 кг.

Украинские адаптеры подпорного среза представлены моделями предприятия John Greaves ЖНС-6,1; 7,4 и 9,1 с шириной захвата 6,3 м, 7,7 и 9,1 м. Их масса – соответственно 2000 кг, 2470 и 3040 кг (рисунок 1.17, *д*) [71].

Итальянские конструкции жаток Dominoni Free Sun [67] (рисунок 1.17, *е*) моделей GF 620 с шириной захвата 6,3 м, GF 760 – 7,4 м, GF 940 – 9,2 м, GF 1150 – 11,2 м имеют массу соответственно – 1930 кг, 2360, 2850 и 3500 кг. Рама жатки может быть только жёсткой.

1.3 Классификация технических средств для скашивания подсолнечника

В настоящее время российский рынок технических средств для уборки подсолнечника насыщен различными адаптерами, жатками и приспособлениями отечественного и зарубежного производства [65–81, 141–165].

Конструкции рабочих органов существующих серийных адаптеров для уборки подсолнечника ориентированы на физико-механические особенности и геометрические параметры этой культуры [25, 171, 209, 230, 251]. Технические средства, применяемые для уборки подсолнечника, по исполнению можно классифицировать следующим образом:

- адаптеры с транспортерами, вибростолами и желобами для маслосемян;
- жатки;
- приспособления к жаткам с мотовилом, направляющими пластинами и кожухами.

Адаптеры и приспособления с транспортерами маслосемян различаются по конструкции, ширине захвата и числу убираемых рядков. Они могут быть с цельной рамой шириной захвата 4,2 м; 5,6; 6,3; 7,0 и 8,4 м, числом рядков 6, 8, 9, 10 и 12, а также со складывающейся рамой шириной захвата 9,1 м; 9,8; 11,2; 12,6; 14 и 16,1 м и числом рядков 14, 15, 16, 18, 20 и 23. По направлению уборки адаптеры могут быть рядковыми и безрядковыми. Рядковые адаптеры оснащают лифтёрами, транспортёрами стеблей и маслосемян; лифтёрами, транспортерами стеблей и вибростолом; лифтёрами, транспортерами стеблей и желобами для маслосемян. Безрядковые адаптеры оборудуют лифтёрами, транспортерами стеблей и желобами для маслосемян.

Адаптеры с лифтёрами, транспортерами стеблей и маслосемян, а также вибростолом различаются по конструкции делителей (цельные или складывающиеся); по форме и материалу делителей (призматические, конусные, стальные, алюминиевые и пластиковые). Адаптеры с лифтёрами, транспортерами стеблей и желобами различаются по материалу наконечников и обшивки (стальные, алюминиевые и технополимерные). Они имеют возможность регулирования зазора между лифтёрами в зависимости от ширины междурядья: 40–45 см, 50–75, 70–75, 75–100 см.

В результате выполненного анализа составлена классификация адаптеров для уборки подсолнечника (рисунок 1.18).

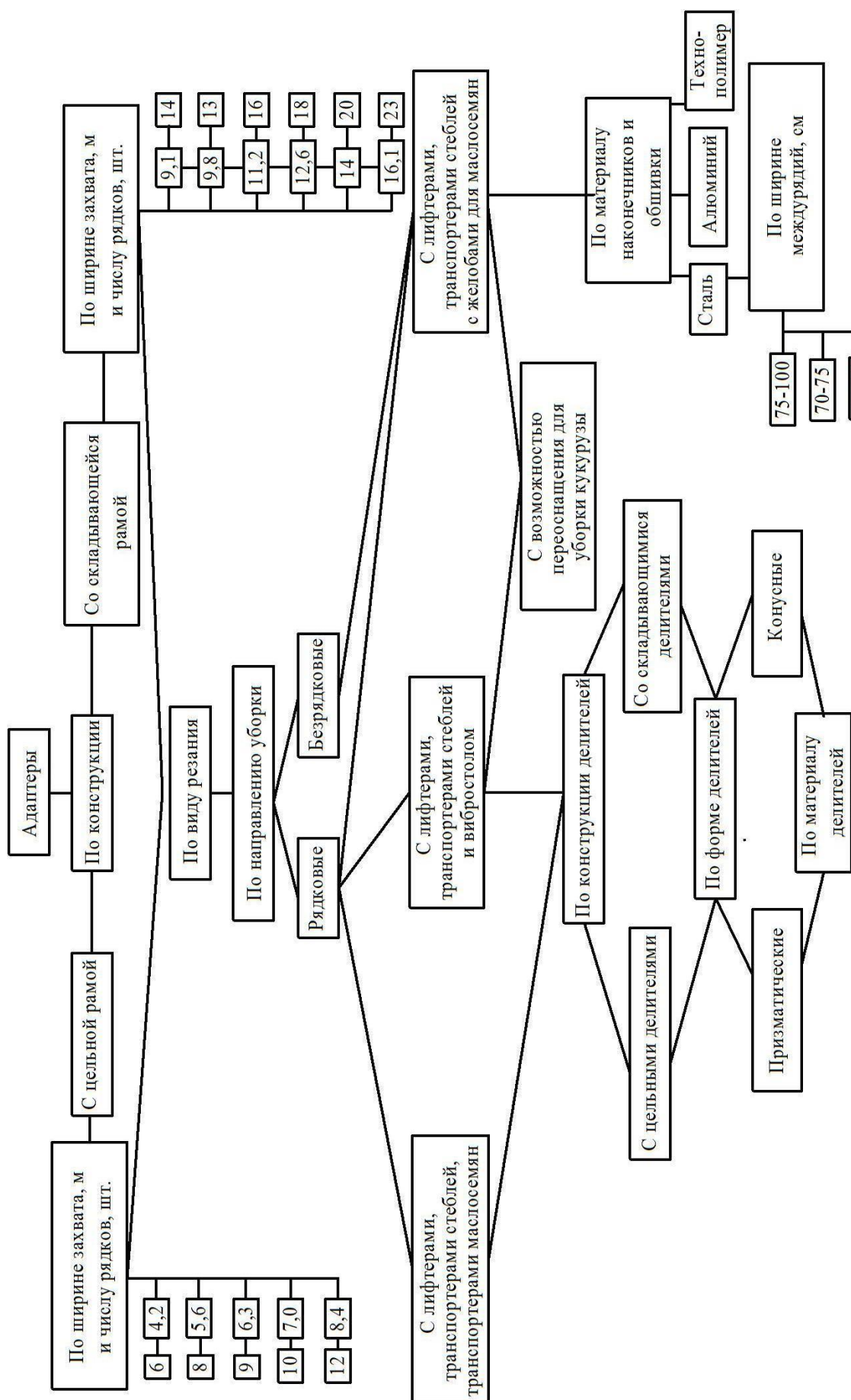


Рисунок 1.18 – Классификация адаптеров для уборки подсолнечника

Жатки и приспособления с мотовилом, направляющей пластиной или защитным кожухом различают по следующим признакам. По направлению уборки – рядковые и безрядковые. На безрядковый способ ориентированы жатки с геликоидальным мотовилом и защитным кожухом. По исполнению наконечника делителей жатки и приспособления бывают с открытой носовой частью, такие, как приспособления Змиевского, модификации ПС, «Лифтер», УПЗ, и с закрытой носовой частью – жатки для безрядковой уборки Sunfloro New, Geringhoff Sun Lite, Capello Helianthus, Zaffrani Sunflow 740, John Greaves Dominoni Free Sun (рисунок 1.19). Существуют жатки с насадкой на делитель – Sunspeed и ее аналог Maizco. Они укомплектованы сменными делителями.

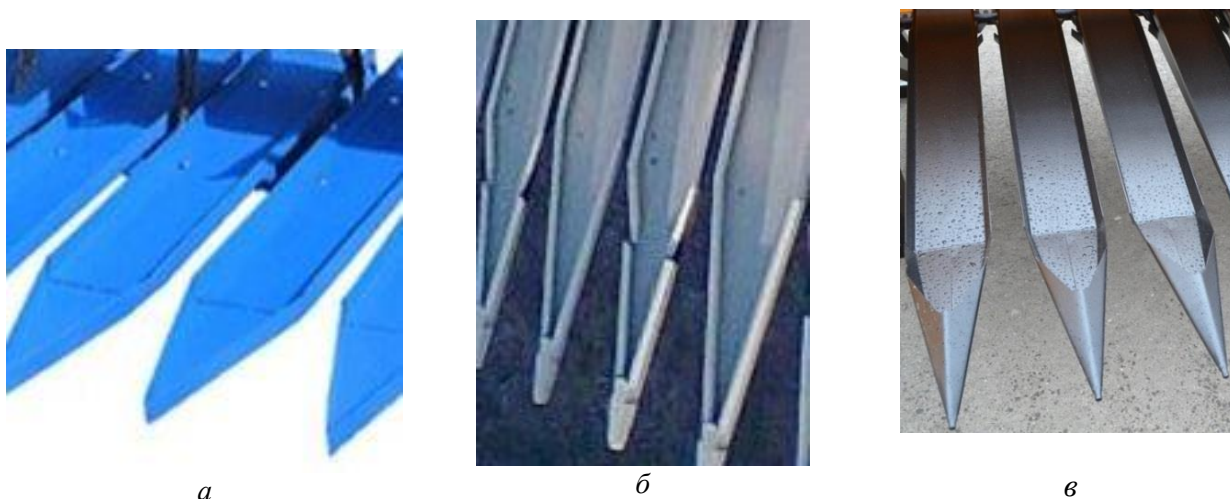


Рисунок 1.19 – Делители приспособлений для скашивания подсолнечника:
а – с открытой носовой частью; *б* – с насадкой; *в* – с закрытой носовой частью

Жатки и приспособления с мотовилом оснащены лопастным или трубным мотовилом с захватами и упорами, геликоидальным мотовилом с зубцами и со шнеком-мотовилом, разработанным в Саратовском ГАУ. В некоторых конструкциях предусмотрена возможность регулирования зазора между делителями [309, 310].

На основании выполненного анализа разработана классификация жаток и приспособлений для уборки подсолнечника (рисунок 1.20).

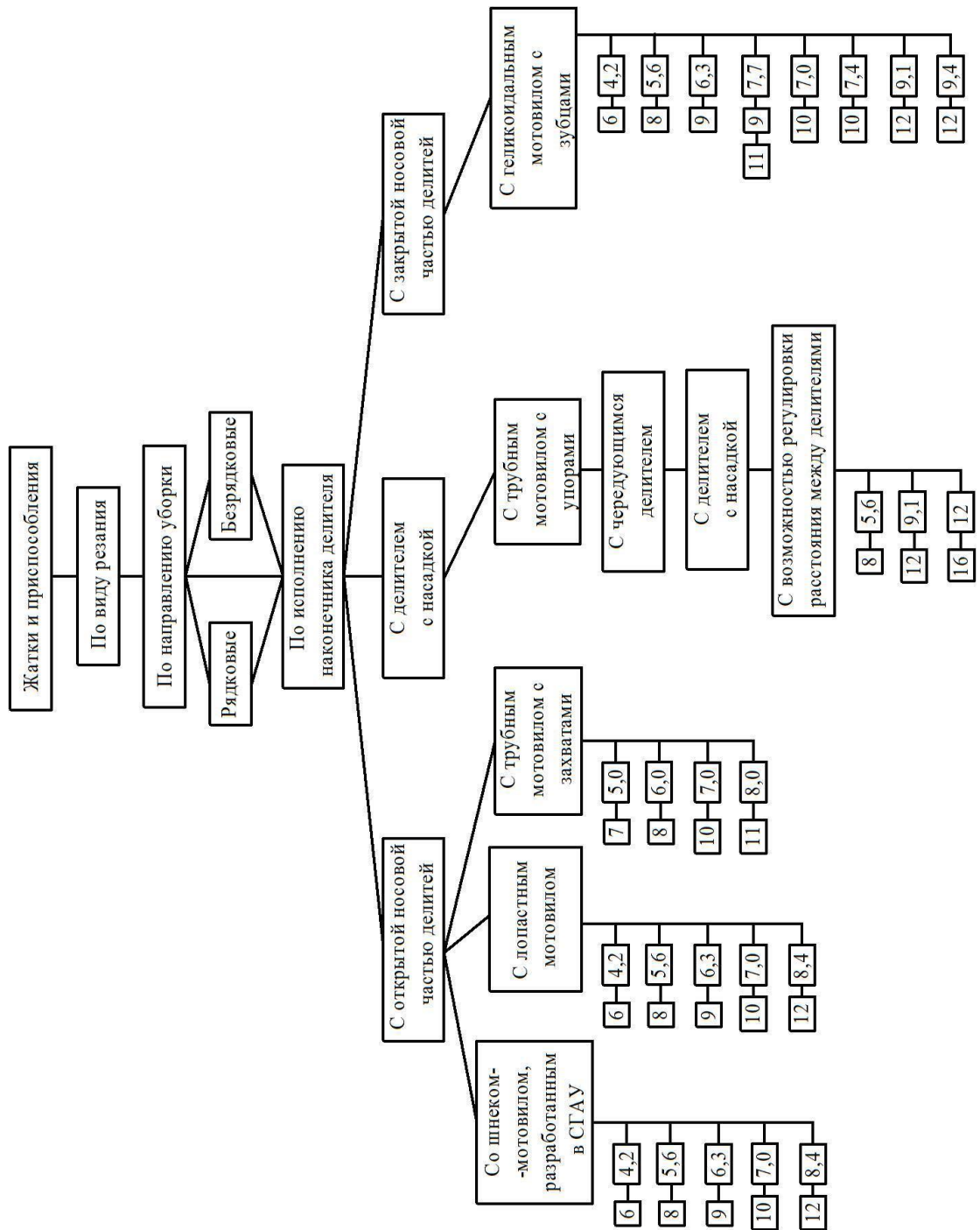


Рисунок 1.20 – Классификация жаток и приспособлений для уборки подсолнечника

1.4 Технологические схемы и технические средства обмолота корзинок подсолнечника

На качество маслосемян подсолнечника существенно оказывает влияние содержание дроблёных и облущенных маслосемян в ворохе [12, 46, 315].

В соответствии с агротехническими требованиями на уборку подсолнечника одним из критериев оценки работы зерноуборочного комбайна является дробление и облущивание маслосемян при обмолоте. Работу молотильно-сепарирующего устройства (МСУ) принято считать удовлетворительной, если количество дроблёных или травмируемых маслосемян в бункерном ворохе не превышает 1,5 % от фактической урожайности [273]. С учетом того, что конструкция бичей и подбарабанья МСУ ориентирована на обмолот колосьев зерновых культур, твёрдость которых выше твёрдости маслосемян, то не всегда удается соответствовать агротехническим требованиям [335]. В связи с этим для снижения облущивания и дробления маслосемян демонтируют подбарабанье домолачивающего устройства, снижают частоту вращения барабана МСУ до $280 \dots 300 \text{ мин}^{-1}$, выставляют зазоры между крайними точками бича и планками подбарабанья 45...50 мм, а на выходе – 28 мм. Однако это не даёт ожидаемого результата по причине неоднородности условий уборки, изменения влажности маслосемян, структуры корзинки, геометрических показателей растений подсолнечника, особенностей различных сортов и гибридов [210].

Основными причинами повреждения маслосемян являются материал бича, его геометрия и взаимодействие маслосемян с поперечными планками решётки подбарабанья [170, 210]. Для анализа геометрических параметров серийных бичей молотильного барабана выполнены замеры ширины рифа и канавки. В начале, центре и конце рифа определены ширина основания b_p , ширина вершины рифа b_v , ширина канавки между рифами b_r (рисунок 1.21).

Особенность конструкции бича молотильного барабана заключается в том, что его риф имеет наибольшие размеры в плоскости точки 1 (см. рисунок 1.21). Его верхняя кромка увеличивается по высоте, а ширина уменьшается,

образуя специфическую форму рифа. Канавка – пространство между двумя рифами расширяется от точки 1 и достигает своего максимального значения в точке 3. Угол наклона рифов относительно горизонтальной линии бича α составляет $52^\circ \dots 53^\circ$ [45].

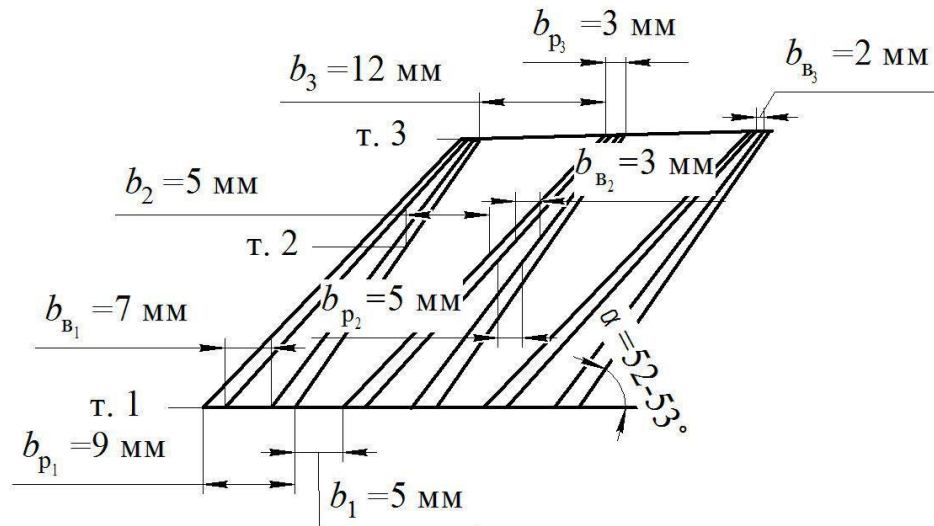


Рисунок 1.21 – Геометрические параметры бича
молотильного барабана

Для изготовления бичей используют сталь бичевую ребристую профилей *A* и *B* марки 50Г [44]. Известно, что структура и физико-механические свойства корзинок подсолнечника значительно отличаются от структуры колоса зерновых культур. В отличие от колоса, корзина обладает более упругими свойствами при изгибе, сжатии и растяжении. Поэтому бережный вымолот маслосемян возможен за счет ее упругой деформации. Согласно анализу, комбайны с бильными МСУ предпочтительнее аксиально-роторных. Максимальное значение повреждаемости 6,86 % обеспечено при уборке подсолнечника адаптером ПРП-1,2 с комбайном Тогим 740 РСМ-181 с аксиально-роторной системой обмолота. Облущивание маслосемян составило 3,56 % (приложение 1). Недостатком аксиально-роторных систем обмолота является перебивание соломы при обмолоте зерновых. В случае обмолота корзинок этот фактор приводит к повышенному дроблению и облущиванию маслосемян [29, 30, 235].

Наибольшее распространение в мире получили комбайны с однобарабанными МСУ в сочетании с соломотрясами. Это обусловлено их универсальностью, высокой надежностью технологического процесса, простотой устройства и обслуживания.

МСУ подразделяются по количеству барабанов и оснащением битерами, барабанами-сепараторами и барабанами-ускорителями. Существуют схемы обмолота одно- и двухбарабанными системами. Однобарабанные системы имеют приёмный битер, молотильный барабан, отбойный битер или бильный барабан и отбойный битер. Двухбарабанные системы содержат:

- бильный барабан, очистительный ролик, промежуточный битер, барабан-сепаратор, отбойный битер;
- бильный барабан, промежуточный битер, барабан-сепаратор;
- приёмный битер, бильный барабан, промежуточный битер, бильный барабан, отбойный битер;
- приёмный битер, штифтовый барабан, промежуточный битер, бильный барабан, отбойный битер;
- барабан-ускоритель, молотильный барабан, отбойный битер.

*Схема с приёмным битером, бильным барабаном,
отбойным битером*

Такая схема использована в комбайнах «Енисей-950», «Енисей-950 Руслан», «Енисей-954», «Енисей-1200/1», «Енисей-1200/1М», «Енисей-1200/1НМ», «Агромаш-3000/1», СК-5М-1 «Нива», «Нива-Эффект» (рисунок 1.22, а) [35, 87, 92, 103, 167, 203]. В зарубежных конструкциях МСУ приёмный битер заменен битером проставки и установлен между шнеком жатки и наклонной камерой.

Отличительной особенностью МСУ зерноуборочных комбайнов СК-5 «Нива» и «Нива-Эффект» является подбарабанье, шарнирно сочленённое из двух частей (рисунок 1.22, б). Все МСУ с приёмным битером оснащены подбарабаньем с постоянными размерами ячеек (рисунок 1.22, в), что не решает в полной мере проблему снижения повреждаемости маслосемян.

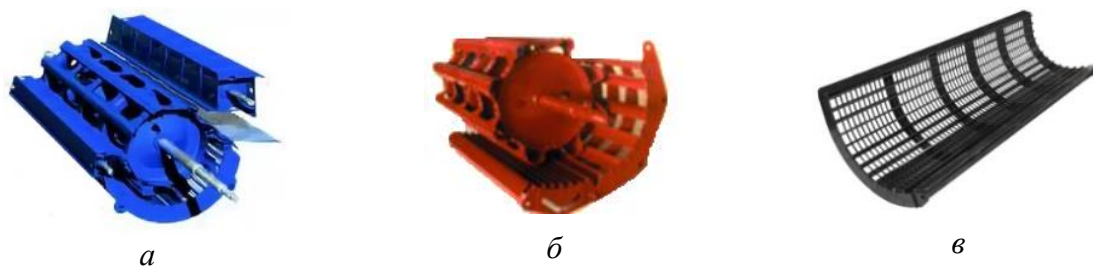


Рисунок 1.22 – Схема «приёмный битер, молотильный барабан, отбойный битер»:
а – МСУ; *б* – МСУ с шарнирно сочленным подбарабаньем; *в* – подбарабанье
 с постоянным размером ячеек

*Схема с бильным барабаном, промежуточным битером,
 барабаном-сепаратором, отбойным битером*

Подобные молотильные системы (рисунок 1.23, *а*) представлены комбайнами New Holland TC 5060/TC 5070/TC 5080 (серия TC) [8], 5090 CX/6080 CX/6090 CX/8060 CX/8070 CX/8080 CX (серия CX), 7060 CSX /7070 CSX /7080 CSX [357], «Laverda» 225 Rev /255 Rev /256 Rev (серия Rev), LCS 296 /LCS T 296 /21.50 LXE/25.50 LXE /28.60 LXE (серии LXE, LCS, LCS T), M 305 /M 306 (серии M, SP), «Laverda» LX 2050 (серия LX) [117, 118, 329], Massey Ferguson Activa (серии S и Beta) [7, 358], оборудованными битером в наклонной камере PFR и центробежным барабаном-сепаратором MCS Plus. Битер проставки комбайнов «Laverda» оснащен вытягивающими пальцами. Конструкции подобных МСУ могут иметь подбарабанье с переменным размером ячеек и сменное подбарабанье (рисунки 1.23, *б*, *в*).

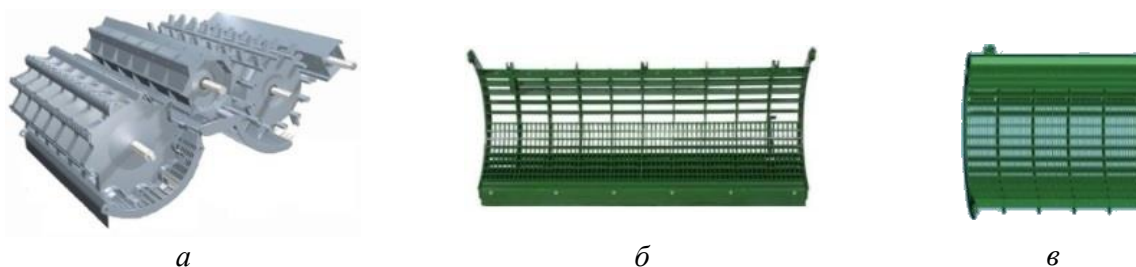


Рисунок 1.23 – Схема «бильный барабан, промежуточный битер,
 барабан-сепаратор, отбойный битер»: *а* – МСУ;
б – подбарабанье с переменным размером ячеек;
в – сменное подбарабанье

Схема с бильным барабаном и отбойным битером

В данной схеме (рисунок 1.24, а) приёмный битер заменяет битер проставки, расположенный между жаткой и наклонной камерой. Подобными МСУ оборудованы комбайны «Дон-1500»/1500Б» [59, 86], КЗС-10К «Палессе GS 10», КЗС-812 «Палессе GS 812» [105, 106], КЗС-9-1 «Славутич», КЗС-9М «Славутич», «Скиф», «Скиф-230», «Скиф-230А», «Скиф-250», КЗС-812 «Амур-Палессе», ACROS 530/550/580/585/595/590 Plus, «Вектор-410/420EU/425EU» [213], CLAAS Tugano 320/330/340 [295], CLAAS Dominator 88/98/108/118/128/88 VX, CLAAS Medion 310/320/340, CLAAS Averо 160 [3, 334], Fendt 5180E/5220E/5250E/5220E/AL/6250E/6250E/AL (серии E, E/AL), Fendt 5250L/5250L/AL/5255L, 6270L/6275L (серии L, L/AL) [104], New Holland TC 5040/TC 5050 (серия TC), Laverda M 306 Special Power, Laverda Rev 205 ECO, Laverda 28.60 LXE, Laverda LCS 296, Sampo 130/500, Sampo SR 2010/SR 2035/SR 2045/SR 2065/SR 2075/SR 2085 T/SR 3045 L/SR 3065 L/SR 3085/ SR 3095 (серия SR), Sampo-Rosenlew COMIA C4/C6/C8 (серия C), Deutz Fahr 6040/6060, John Deere 9640/9660/9680/9640i/9680i/660/670/9410/9501/9500/9510/9400/9500 серии W, 9206 TS (серия TS), 9640 WTS /9640i WTS/9660 WTS /9660i WTS/9680 WTS (серия WTS). В этом случае барабан-сепаратор оснащен подбарабаньем и имеет меньший диаметр (400 мм) по сравнению с молотильным барабаном (660 мм) [107]. Он выполняет также роль отбойного битера.

В конструкциях Fendt 5180E/5220E/5250E/5220E/AL/6250E/6250E использовано специальное подбарабанье для подсолнечника и кукурузы из проволоки диаметром 6 мм и шагом 24 мм (рисунок 1.24, б) [345, 347].

Для комбайнов серии CLAAS Dominator модификаций 108/118/128 для обмола пшеницы кукурузы используют сменные кукурузные подбарабанья с размерами ячеек 19×40 (рисунок 1.24, в). Зерновая проставка, устанавливаемая между подбарабаньем и бичами молотильного барабана с ячейками размерами 10×35 мм, предусмотрена в конструкциях МСУ CLAAS Dominator 130 [224]. На моделях се-

рии CLAAS Dominator 88/98/108/118/128/88VX, Medion 310/320/340, Tugano 320/330/340 размеры ячеек решётки подбарабання 10×35 мм.

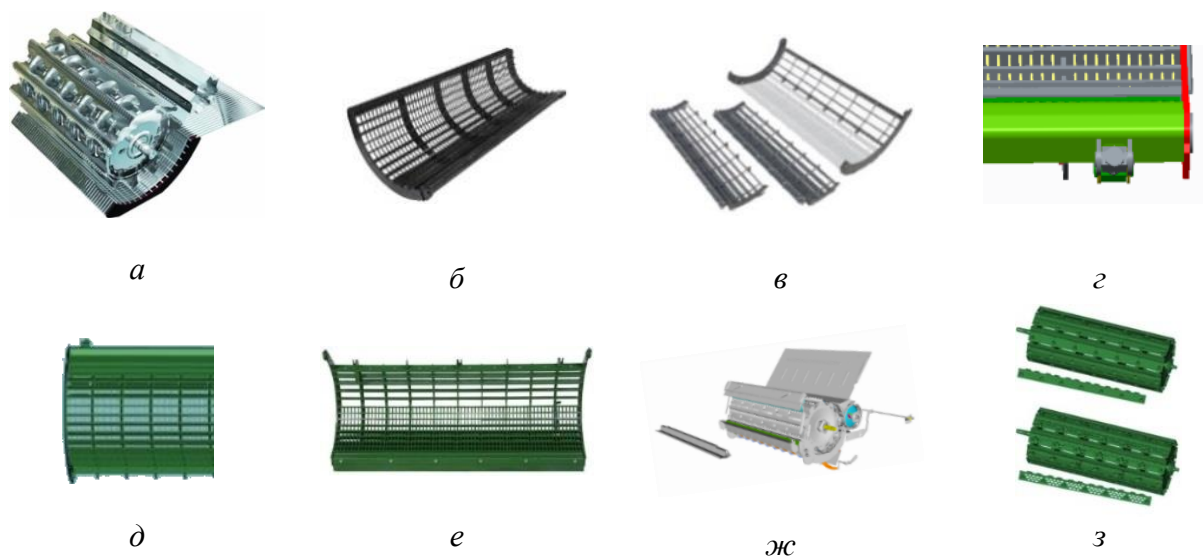


Рисунок 1.24 – Схема «бильный барабан, отбойный битер»: *а* – МСУ; *б* – подбарабанье с постоянными размерами ячеек; *в* – составное подбарабанье; *г* – подбарабанье с упорным брусом; *д* – сменное подбарабанье; *е* – подбарабанье с переменным размером ячеек; *ж* – МСУ с остеломной пластиной; *з* – герметичные пластины

Молотильное устройство John Deere (модификации 9640/9660/9680/9640i/9680i/660/670/9410/9501/9500/9510/9400/9500) оснащено подбарабаньем с уменьшенными размерами ячеек в начальной части и с увеличенными в конечной (рисунок 1.24, *е*). Конечная часть деки подобной конструкции представляет собой пять рядов ячеек крупных размеров, что позволяет улучшить сепарацию вороха (рисунок 1.24, *е*).

В конструкциях молотильных барабанов John Deere серий T, W, WTS предусмотрены остеломные планки для кукурузы и подсолнечника, оборудование которыми рекомендуют в случае, если необмолоченные или поврежденные початки остаются на поле (рисунки 1.24, *ж*, *з*).

Схема с бильным барабаном, промежуточным битером, барабаном-сепаратором

Данную схему МСУ (рисунок 1.25, *а*) имеют комбайны «Лиды» 1300/1600, Fendt 5275C/6335C (серия C), 5275C PL/6335C PL, 5275C PLI/6335C PLI (серии C PL, C PLI), Challenger 647/654. МСУ Fendt серии C отличает воз-

возможность переоборудования передней секции подбарабана через камнеуловитель. Применяют два варианта передней секции деки: сегмент с ячейками 14 мм для обмолота зерновых культур и 24 мм для сои, кукурузы и подсолнечника. В задней части подбарабана использован универсальный сегмент с ячейками 24 мм (рисунок 1.25, б). Ячейки задней секции решётки подбарабана ЗК Massey Ferguson в два раза крупнее ячеек передней секции (рисунок 1.25, в) [7, 358].

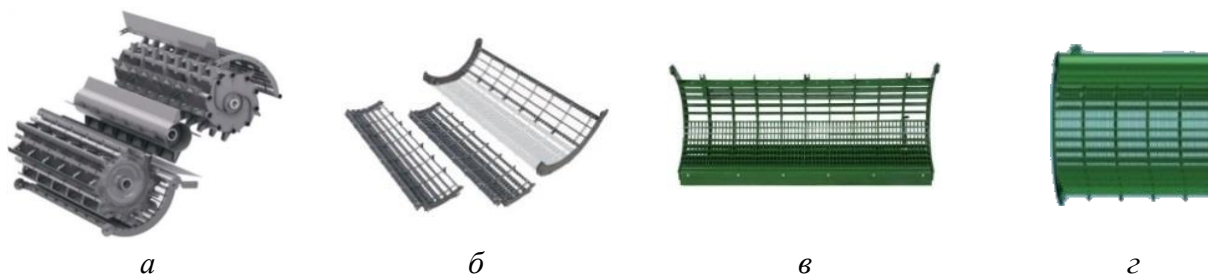


Рисунок 1.25 – Схема «бильный барабан, промежуточный битей, барабан-сепаратор»:
 а – МСУ; б – составное подбарабанье;
 в – подбарабанье с переменным размером ячеек;
 г – сменное подбарабанье

В конструкциях МСУ Fendt предусмотрена подвижная дека под барабаном-сепаратором, которую отводят в верхнее положение при обмолоте легкотравмируемых культур и в условиях пониженной влажности. Компания «Deutz Fahr» выпускает комбайны модификаций 6060/6090/6060 HTS/6090 HTS/6095 HTS (серия HTS), где имеются молотильный барабан диаметром 600 мм и барабан-сепаратор диаметром 590 мм с десятью зубчатыми планками. В приведенных моделях предусмотрена замена секционного подбарабана для обмолота других культур (рисунок 1.25, г). МСУ подобной конструкции оснащены также комбайны Massey Ferguson Activa S 7345/ S 7345 MCS/ S 7347/ S 7347 MCS (серия S) и Massey Ferguson 7200 Cerea. В них устанавливают подбарабаны двух вариантов, различающиеся размерами ячеек: универсальное подбарабанье – ячейки 18×45 мм (Massey Ferguson 38,40); ячейки 18×54 мм (Massey Ferguson 7272, 7274, 7288); зерновое подбарабанье – ячейки 10×45 мм (Massey Ferguson 38,40); ячейки 30×35 мм (Massey Ferguson 9690).

Подбарабаньем с переменным размером ячеек оснащены и зерновые комбайны Fendt. Современные модификации этих комбайнов предусматривают

также замену передней секции деки: сегмент с ячейками 14 мм для интенсивного обмолота зерновых культур и сегмент с ячейками 24 мм для обмолота кукурузы, сои или подсолнечника [7]. В задней части подбарабання установлен универсальный сегмент с ячейками 24 мм [173].

Схема с бильным барабаном, очистительным роликом, промежуточным битем, барабаном-сепаратором, отбойным битем

Подобная конструкция МСУ (рисунок 1.26, а) оригинальна и используется в комбайнах John Deere серии CS, John Deere Т 550/560/660/670 (серии Т). В этих МСУ предусмотрен промежуточный битем с нижней и верхней деками и отбойный битем со своим подбарабаньем. В сериях W и Т используют 4 типа подбарабання: для мелкозерновых культур, универсальное, универсальное с короткой проволокой (серия W), зубчатое для риса (серия Т) (рисунок 1.26, б).

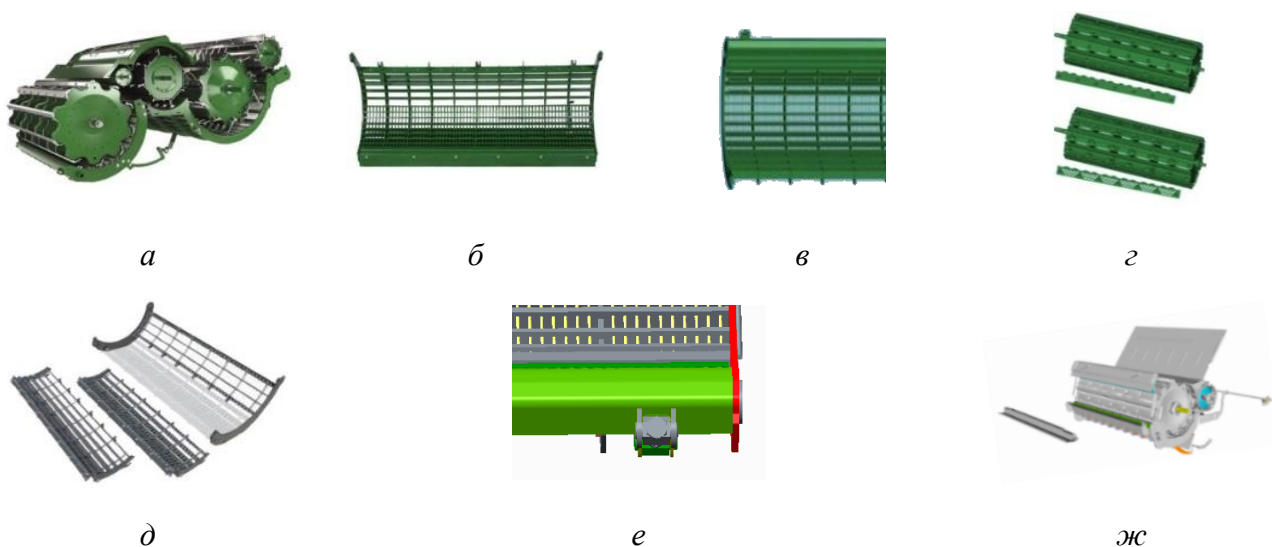


Рисунок 1.26 – Схема «молотильный барабан, уплотняющий ролик, промежуточный битем, барабан-сепаратор, отбойный битем»: а – МСУ; б – подбарабанье с переменным размером ячеек; в – сменное подбарабанье; г – герметичные пластины; д – составное подбарабанье; е – подбарабанье с упорным брусом; ж – МСУ с остеломной пластиной

Также имеются конструкции с составным подбарабаньем, подбарабаньем с упорным брусом, сменным подбарабаньем, подбарабаньем с переменным размером ячеек (рисунок 1.26, в, г, д, е). МСУ оснащают остеломными пластинами и герметичными пластинами (рисунок 1,26, ж).

Схема с приёмным битером, бильным барабаном, промежуточным битером, бильным барабаном, отбойным битером

Данная схема МСУ (рисунок 1.27, *а*) применена в комбайнах «Енисей-1200», «Енисей-960», «Енисей-1200-НМ», «Енисей-2000», «Енисей-5000», «Скиф-250Р». У подбарабаньев этих комбайнов равная величина ячеек (рисунок 1.27, *б*). Промежуточный битер не имеет своего подбарабанья, под ним расположена плоская решётка.



Рисунок 1.27 – Схема «приёмный битер, молотильный барабан, промежуточный битер, молотильный барабан, отбойный битер»: *а* – МСУ; *б* – подбарабанье с постоянным размером ячеек

Схема с приёмным битером, штифтовым барабаном, промежуточным битером, бильным барабаном, отбойным битером

Такая схема (рисунок 1.28, *а*) является комбинированной по причине совмещения обмолота бильным и штифтовым молотильными барабанами. Она применена в зерновом комбайне «Енисей-1200Р». К комбайнам с МСУ, оснащенной первым штифтовым барабаном вместо бильного, относят «Енисей-1200Р/РМ», предназначенный для уборки риса, сои и других культур. Размеры ячеек подбарабанья таких МСУ постоянны (рисунок 1.28, *б*) [35].

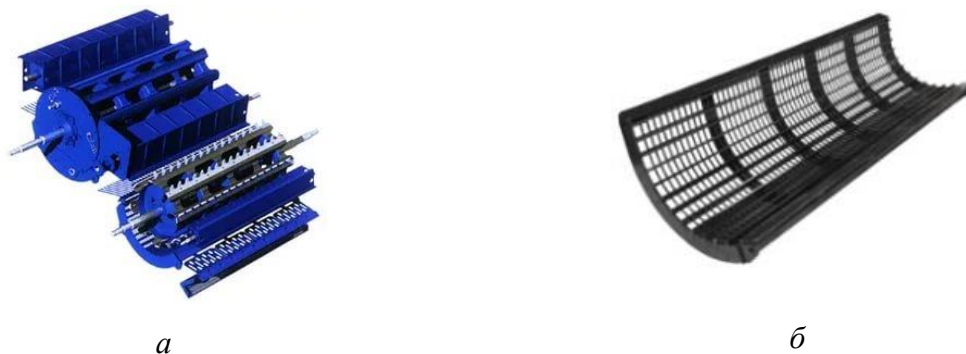


Рисунок 1.28 – Схема «приёмный битер, молотильный барабан, промежуточный битер, штифтовый барабан, отбойный битер»: *а* – МСУ; *б* – подбарабанье с постоянным размером ячеек

Схема с приёмным битером, молотильным барабаном, промежуточным битером, барабаном-сепаратором, отбойным битером

Данная схема МСУ Tetra Processor (рисунок 1.29, а) применена в комбайне RSM-161. Её отличительной особенностью является наличие «гибкой деки» – составного подбарабана с регулировкой по центру (рисунок 1.29, б).

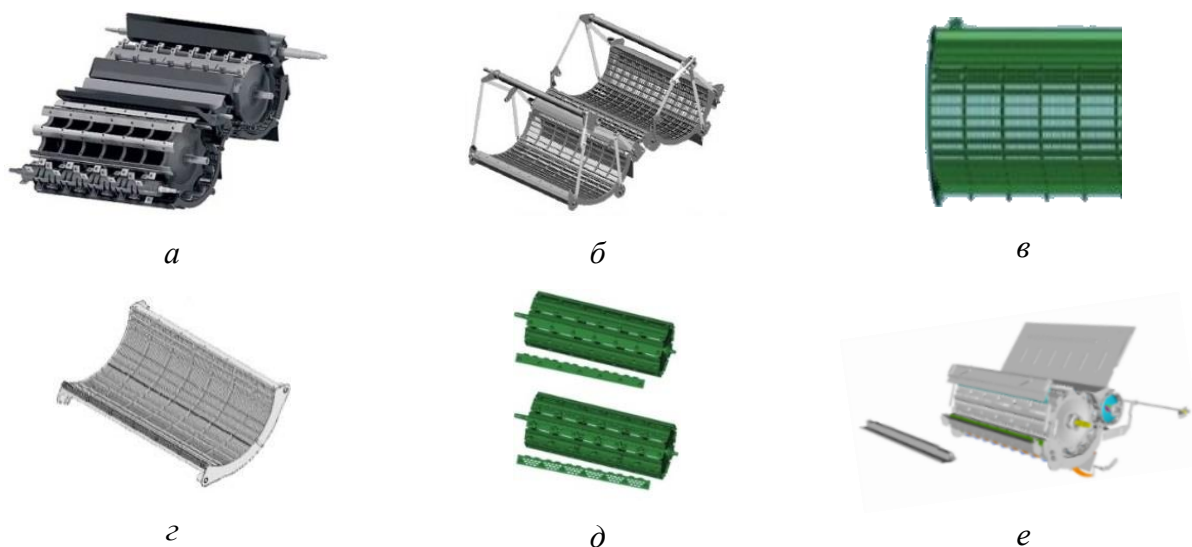


Рисунок 1.29 – Схема «приёмный битер, молотильный барабан, промежуточный битер, барабан-сепаратор, отбойный битер»: а – МСУ; б – шарнирно сочлененное подбарабанье; в – сменное подбарабанье; г – подбарабанье с упорным брусом; д – герметичные пластины; е – МСУ с остеломной пластиной

При обмолоте кукурузы и подсолнечника деку заменяют на специальную (рисунок 1.29, в). На её передней части жестко закреплён бич (рисунок 1.29, г). Устанавливают остеломную пластину и закрывают пластинами пространство между бичами (рисунок 1.29, д, е). Данной конструкцией предусмотрено перекрытие стальным листом 1/3 части деки при обмолоте легкотравмируемых культур.

Схема с барабаном-ускорителем, молотильным барабаном, отбойным битером

Такая схема МСУ (рисунок 1.30, а) использована в комбайнах «Скиф», «Херсонец», КЗС-1218 КЗС-1218 «Палессе GS 12», КЗС-1420 «Палессе GS 14», КЗС-1624 «Палессе GS 16», CLAAS Lexion 440/450/460/480/600 Terra Trac

450/460/480/450, MTS/480, MTS/540/560/620–670 (система обмолота APS), CLAAS Mega 208/218/208 II/320/330/330H/360/370, CLAAS Avero 240 [224]. Диаметр барабана-ускорителя меньше бильного в 0,64–0,67 раза.

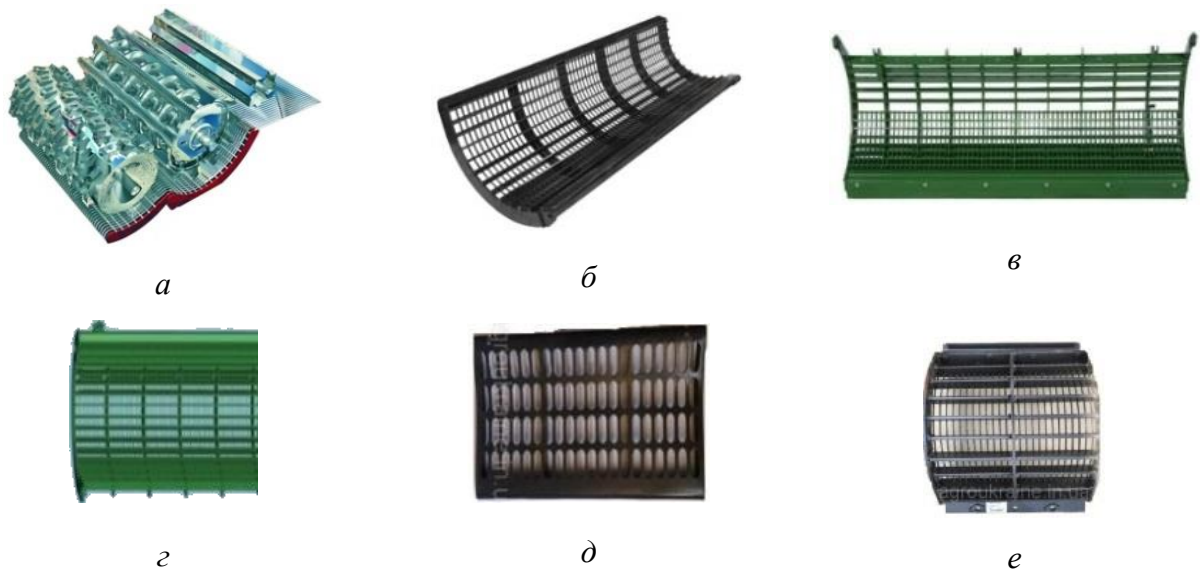


Рисунок 1.30 – Схема «барабан-ускоритель, молотильный барабан, отбойный битер»:
а – МСУ; *б* – подбарабанье с постоянными размерами ячеек; *б* – подбарабанье с переменным размером ячеек; *г* – сменное подбарабанье; *д* – проставка для зерновых; *е* – проставка для кукурузы

На моделях серии CLAAS Lexion модификаций 440/450/460/480 Terra Trac 450/460/480/450 MTS/480 MTS/540/560 установлены секционные подбарабанья с ячейками размерами 6,5×45 мм (рисунок 1.30, *б*). На моделях серии CLAAS Mega модификаций 208/218/208 II/320/330/330 H/360//370 размеры ячейки решётки подбарабанья составляют 10×35 мм (рисунок 1.30, *в, г*) [254, 295]. В конструкциях CLAAS Lexion 620 применены проставки для уборки кукурузы с ячейками размерами 19×40 мм (рисунок 1.30, *д*). Проставки для обмолота снижают повреждаемость маслосемян за счет формы ячеек, ориентированных на геометрические показатели зёрен. Однако их использование способствует снижению сепарации за счет дополнительного перекрытия прутковой решётки.

В конструкциях серии «CLAAS Lexion», модификаций 440, 450, 454, 460, 466, 470, 480, 530, 540, 550, 560, 570, 580, в модификациях Terra Trac 450/460/480, Lexion 420/430/470/510/520/530/570/580R при обмолоте кукурузы используют кукурузные подбарабанья с ячейками размерами 19/20×40 мм.

Анализ существующих отечественных и зарубежных конструкций МСУ показал, что на процесс обмолота корзинок подсолнечника влияют количество и вид молотильных барабанов, материал бичей, размеры канавок бичей и ячеек подбарабанья. В соответствии с вышеизложенным следует, что предпочтительными для обмолота корзинок подсолнечника будут являться МСУ, оснащённые одним молотильным барабаном бильного типа, с бичами из материала с упругими свойствами и с подбарабаньем с равной величиной ячеек. Выполненный анализ позволил составить классификацию молотильно-сепарирующих устройств.

1.5 Классификация молотильно-сепарирующих устройств

Молотильно-сепарирующие устройства можно классифицировать по расположению битера, количеству и виду барабанов, установке рабочих органов, конструкции подбарабанья (рисунок 1.31). Битер может быть расположен как перед наклонной камерой, так и перед молотильным барабаном. По количеству молотильных барабанов различают одно- и двухбарабанные устройства.

По виду барабана МСУ делятся на бильные и штифтово-зубовые, по назначению и материалу бичей – на универсальные, специальные (для подсолнечника), стальные, деревянные и полиуретановые. Подбарабанья МСУ могут быть цельными, шарнирно сочленёнными, составными, универсальными, для мелкозерновых культур и специальными (для подсолнечника); величина ячеек подбарабанья – постоянная и переменная.

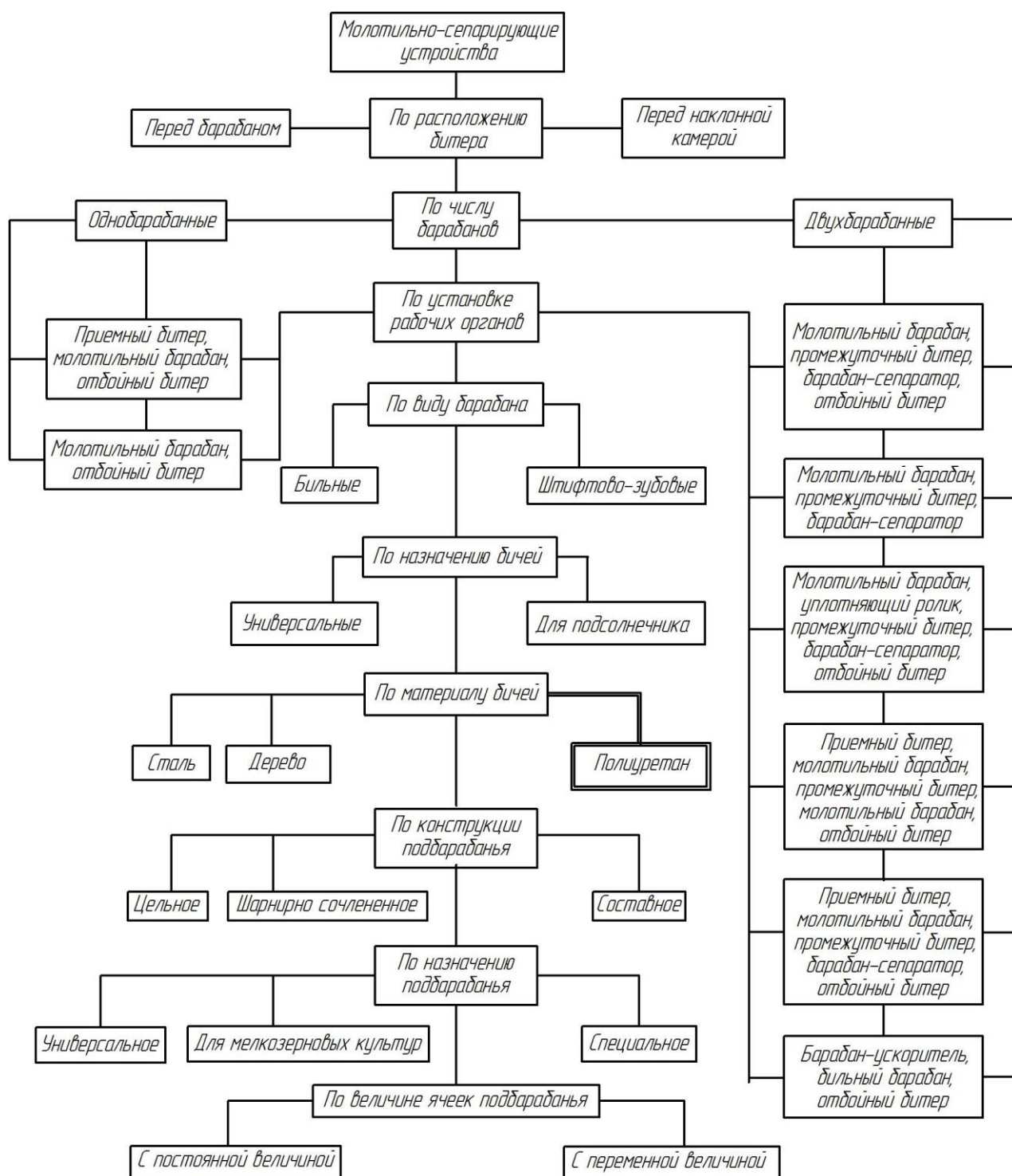


Рисунок 1.31 – Классификация МСУ зерноуборочных комбайнов

1.6 Технологические схемы и технические средства очистки вороха подсолнечника

Качество выполнения технологического процесса уборки подсолнечника определяется техническими средствами системы очистки комбайна. Снижение содержания сорных примесей в ворохе подсолнечника позволяет избежать его допол-

нительной очистки на зерноочистительных машинах и тем самым сократить трудовые, материальные и энергетические затраты [1, 210]. Существующие воздушно-решётные очистки (ВРО) комбайнов имеют следующие схемы.

Схема подачи вороха транспортной доской (рисунок 1.32) используется в большинстве конструкций отечественных и зарубежных комбайнов.



Рисунок 1.32 – ВРО с транспортной доской

Схема с подачей вороха дополнительной транспортной доской (рисунок 1.33) применяется в зерноуборочных комбайнах СКД-5РСII «Сибиряк», предназначенных для уборки риса, и комбайнах John Deere T 550/560/660/670 (серия T) с системами очистки Dual Flo, Dual Flo II, Dual Flo Plus.



Рисунок 1.33 – ВРО с шнековыми транспортерами, дополнительной транспортной доской и передним верхним решетом

Схема подачи вороха шнековыми транспортёрами (см. рисунок 1.33) нашла применение в конструкциях ВРО комбайнов John Deere T 550/560/660/670 (серии T), 1470/1570 с системами очистки Dual Flo, Dual Flo II, Dual Flo Plus 1470/1570.

Схема с предварительным решетом (рисунок 1.34). Системы очистки зерновых комбайнов, оснащённые двумя решётами, относят к однокаскадным. Двухкаскадными являются системы, оборудованные тремя решётами, дополнительным или предварительным решетом, установленным в параллельной плоскости. Системами очистки с предварительными решётами оборудованы комбайны ACROS 590 Plus/595 Plus, а также все современные модификации John Deere.

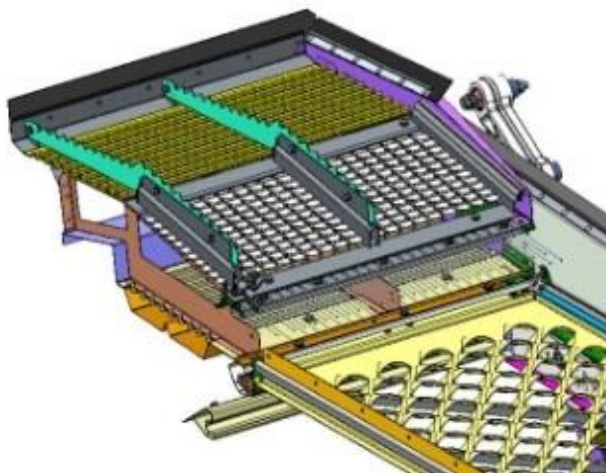


Рисунок 1.34 – ВРО с предварительным решетом

Некоторые конструкции предварительных решёт состоят из двух частей – передней и задней. При этом передняя часть установлена горизонтально, а задняя – с возможностью наклона относительно точки сопряжения с передней. Подобные конструкции решётных станов имеют системы очистки John Deere T 550/560/660/670 (серия T), New Holland TC 5060/TC 5070/TC 5080 (серия TC), 5090 CX/6080 CX/6090 CX/8060 CX/8070 CX/8080 CX (серия CX) [8].

Схема с удлинителем верхнего решёта (рисунок 1.35). Большинство конструкций систем очисток отечественных и зарубежных зерновых комбайнов оснащены удлинителем верхнего решёта, расположенным за верхним решетом. Данная схема ВРО применена в комбайнах «Нива» СК-5, «Колос» СК-6, «Нива» СК-5-М-1, «Нива-Эффект», «Дон-1500», «Дон-1500Б», «Вектор-410/420/425», ACROS 530/550/580/585, RSM-161, Fendt 5275C/6335C (серия C), 5275C PL/6335C PL, 5275C PLI/6335C PLI (серий C PL, C PLI), Deutz Fahr 6060/6090/6060 HTS/6090 HTS/6095 HTS (серия HTS), Laverda 225 Rev /255 Rev

/256 Rev (серия Rev), LCS 296 /LCS T 296 /21.50 LXE/25.50 LXE /28.60 LXE (серия LXE, LCS, LCS T), М 305 /М 306 (серии М, SP), Laverda LX 2050 (серия LX), Laverda М 410 ADV/ М 310 MCS/ М 306 Special Power/ 296 LCS, Challenger 647 /654, Sampo 130/500, Massey Ferguson Activa S 7345/ S 7345 MCS/ S 7347/ S 7347 MCS (серия S).

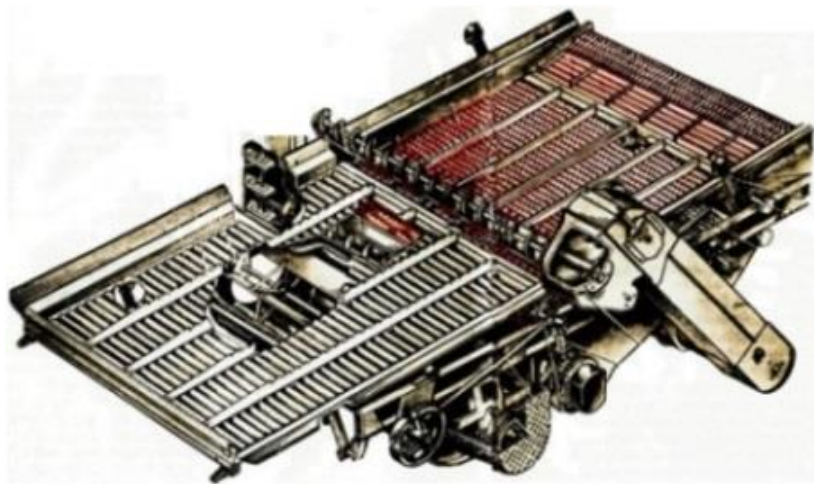


Рисунок 1.35 – ВРО с удлинителем верхнего решёта

Схема с удлинителем нижнего решёта использована в ранних модификациях комбайнов Massey Ferguson – MF 34/38/40. В них установлен удлинитель нижнего решёта, расположенный под его задней частью, образуя каскад [10].

Схема с вентилятором с плоскими лопастями (рисунок 1.36, а). Некоторые конструкции ВРО комбайнов оборудованы вентиляторами с плоскими лопастями. В них воздух забирается в осевом направлении с последующей подачей его на решётные станы. Такая схема применена на комбайнах «Нива» СК-5, «Колос» СК-6, «Нива» СК-5-М-1, «Нива-Эффект», «Дон-1500», «Дон-1500Б», «Вектор-410/420/425», ACROS 530/550/580/585, Laverda 225Rev /255Rev/256 Rev (серия Rev), LCS 296 /LCS T 296/21.50 LXE/25.50 LXE /28.60 LXE (серия LXE, LCS, LCS T), М 305 /М 306 (серии М, SP), Laverda LX 2050 (серия LX), Laverda М 410 ADV, Fendt 5275C/6335C (серия C), 5275C PL/6335C PL, 5275C PLI/6335C PLI (серии C PL, C PLI), Massey Ferguson 34/38/40, Massey Ferguson 7272/7274/7288, Massey Ferguson Activa S 7345/ S 7345 MCS/ S 7347/ S 7347

MCS (серия S), New Holland TC 5060/TC 5070/TC 5080 (серия TC), 5090 CX/6080 CX/6090 CX/8060 CX/8070 CX/8080 CX (серия CX), CLAAS Dominator 78 SL Classic / 78 Classic и другие.



Рисунок 1.36 – Виды вентиляторов ВРО:
а – с плоскими лопастями; б – с криволинейными лопастями

Схема с вентилятором с криволинейными лопастями (рисунок 1.36, б). Вентиляторы с криволинейными лопастями обеспечивают перемещение воздушного потока в радиально-осевом направлении. Такая схема используется в комбайнах John Deere T 550/560/660/670 (серия T), 1470/1570, W 540/ W 550/ W 650/ W 660 (серия W), RSM-161, CLAAS Dominator 118 SL Maxi/108 Classic, в современных модификациях CLAAS, Laverda M 306 Special Power, Laverda 296 LCS.

Повышение производительности работы комбайна неразрывно связано с увеличением ширины молотильной камеры и площади решёт очистки [11]. В этом случае для обеспечения минимального содержания сорных примесей в бункерном ворохе были разработаны секционные вентиляторы с возможностью забора воздуха из нескольких источников. Различают одно-, двух-, трех-, четырех- и шестисекционные вентиляторы.

Схема с односекционным вентилятором нашла применение в комбайнах «Нива» СК-5, «Колос» СК-6, «Нива» СК-5-М-1, «Нива-Эффект», «Дон-1500», «Дон-1500Б», «Вектор-410/420/425», ACROS 530/550/580/585, Laverda 225 Rev /255 Rev /256 Rev (серия Rev), LCS 296 /LCS T 296 /21.50 LXE/25.50 LXE /28.60 LXE (серии LXE, LCS, LCS T), M 305 /M 306 (серии M, SP), Laverda LX 2050 (серия LX), Laverda M 410 ADV, Fendt 5275C/6335C (серия C), 5275C PL/6335C PL, 5275C

PLI/6335C PLI (серии C PL, C PLI), Massey Ferguson 34/38/40/7272/7274/7288, Massey Ferguson Activa S 7345/S 7345 MCS/S 7347/S 7347 MCS (серия S), New Holland TC 5060/TC 5070/TC 5080 (серия TC), 5090 CX/6080 CX/6090 CX/8060 CX/8070 CX/8080 CX (серия CX), CLAAS Tugano 320/330.

Схема с двухсекционным вентилятором (рисунок 1.37, а) применяется в ВРО комбайнов ACROS 595 Plus, КЗК-10К «Палессе GS 10», роторного комбайна Torum 740 РСМ-181.

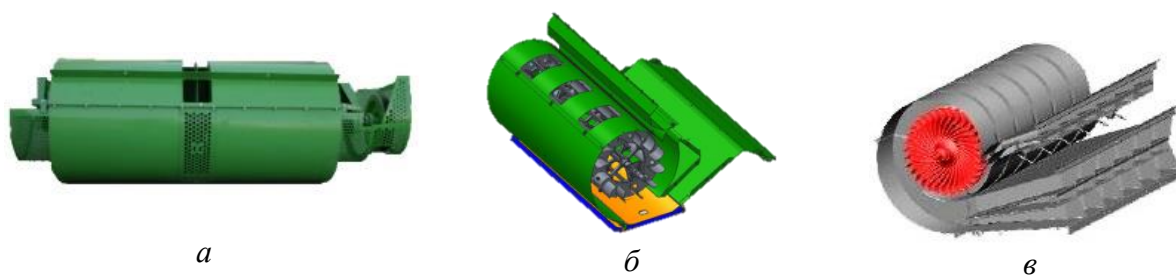


Рисунок 1.37 – Виды вентиляторов: а – двухсекционный; б – четырехсекционный; в – шестисекционный

Схемой с трёхсекционным вентилятором оборудован комбайн CLAAS Lexion 570 Jet Stream [188].

Схема с четырёхсекционным вентилятором (рисунок 1.37, б). Вентиляторы системы Dual-Flo устанавливают на комбайны John Deere T 550/560/660/670 (серия T), 1470/1570, W 540/ W 550/ W 650/ W 660 (серия W), CLAAS Tugano 440.

Схема с шестисекционным вентилятором (рисунок 1.37, в). Шестисекционными вентиляторами оснащают очистки комбайнов с площадью решёт более $5,5 \text{ м}^2$ и возможностью регулирования скорости воздушного потока при работе на склонах. Это комбайны RSM-161, CLAAS Lexion 650/670/670 Terra Trac, CLAAS Tugano 340/440/450, New Holland TC 5060/TC 5070/TC 5080 (серия TC), 5090 CX/6080 CX/6090 CX/8060 CX/8070 CX/8080 CX (серия CX) [188].

Схема с возможностью использования системы уравнивания решёт. CLAAS – одна из первых компаний, применивших систему равномерного распределения зернового вороха на решётах очистки при работе комбайна на склонах. Современные модификации комбайнов этой компании оснащены системой

равномерного распределения вороха 3D, позволяющей работать на склонах до 20°. Некоторые модели комбайнов CLAAS имеют систему равномерного распределения воздушного потока 4D [57, 88].

В конструкциях очисток ACROS 595 Plus, Fendt 5275C/6335C (серия C), 5275C PL/6335C PL, 5275C PLI/6335C PLI (серии C PL, C PLI) равномерность распределения зернового вороха достигается за счет высоких вертикальных перегородок, установленных вдоль решёта. В очистке комбайна RSM-161 предусмотрено динамическое выравнивание верхнего решёта при работе на склонах.

Схема с возможностью установки дополнительного решёта (рисунок 1.38). Для снижения со сорных примесей в бункерном ворохе в комбайнах Massey Ferguson MF 34/38/40 (серия MF) предусмотрена возможность установки дополнительных решёт с круглыми отверстиями [173, 358].



Рисунок 1.38 – ВРО с дополнительными ступенями очистки

Схема с возможностью использования специальных решёт (рисунок 1.39). Компании – производители зерноуборочных комбайнов с целью повышения качества выполнения технологического процесса сепарации зернового вороха изготавливают различные конструкции жалюзийных решёт. Их отличительная особенность заключается в измененной форме гребенки. Так, компания John Deere в комбайнах серии W устанавливает жалюзийные верхние решёта для мелкозерновых культур GP с длиной пластины 22 мм, возможностью замены их на решёта HP с направляющими для воздушного потока и решёта для кукурузы Premium Corn. В

отечественных комбайнах «Енисей-1200», «Нива-Эффект», «Вектор 410», «Дон-1500Б», модификациях ACROS устанавливают универсальные волновые решёта (УВР). Верхнее решето ACROS 595 Plus выполнено с разными размерами гребенок. Очистки комбайнов Laverda M 400/410 Advanced/M 310 MCS/M 306 Special Power/296 LCS оснащены решётами профиля HDC High Capacity Design с направляющими для воздушного потока [329]. В комбайне для уборки сельскохозяйственных культур на семена Sampro 2010 [108] верхнее жалюзийное решето стационарно, а нижнее является съёмным с возможностью его замены на комплект решёт с круглыми отверстиями. Конструкциями очисток Challenger 647/654, John Deere T 550/560/660/670 (серия T) предусмотрена замена верхнего и нижнего жалюзийных решёт в зависимости от вида убираемой культуры.



а



б

Рисунок 1.39 – Виды решёт: *а* – жалюзийное; *б* – УВР – универсальное волновое

Проведённый анализ ВРО систем зерноуборочных комбайнов позволил выявить классификационные признаки и составить классификацию систем очистки комбайнов [9].

1.7 Классификация воздушно-решётных очисток

Анализ технологических схем и технических средств очистки зернового вороха показал, что для снижения содержания сорных примесей современные зерноуборочные комбайны оборудуют рядом конструктивных элементов. Это удлинители решёт, заменяемые жалюзийные решёта и решёта с круглыми отверстиями различных диаметров. Так как геометрическая форма зерен злаковых культур и маслосемян подсолнечника имеет существенные различия, то уста-

новка решёт с круглыми отверстиями не даёт преимущества очистки вороха подсолнечника (рисунок 1.40).



Рисунок 1.40 – Зёрна сельскохозяйственных культур: *а* – пшеницы яровой; *б* – ячменя; *в* – проса; *г* – гречихи; *д* – кукурузы; *е* – овса; *ж* – семечка подсолнечника

Согласно С.А. Алферову, все воздушно-решётные очистки (ВРО) можно разделить на три типа: с удлинителем верхнего решёта, с дополнительной транспортной доской и с дополнительным решетом с круглыми отверстиями [10].

Нами выполнен анализ конструкций ВРО зерноуборочных комбайнов и выделены основные схемы очисток, используемых в технологических процессах уборки [10]: с подачей вороха транспортной доской, дополнительной транспортной доской и шнековыми транспортерами; с удлинителем верхнего, нижнего решёт и без него, с вентилятором с плоскими и криволинейными лопастями; с одно-, двух-, трёх-, четырёх- и шестисекционными вентиляторами; с возможностью равномерного распределения вороха по решётам, с использованием специальных решёт и установки дополнительных решёт. ВРО могут быть с гравитационной подачей вороха на решёта и принудительной, с одной, двумя и тремя транспортёрными досками, с удлинителем верхнего или нижнего решёта и без него, а также одно- и двухкаскадные. Их различают также по направлению потока воздуха: с радиальным направлением и радиально-осевым; по возможности замены решёт и их назначению – с заменой всех решёт, с заменой нижнего решёта; универсальные, для мелкозерновых культур, специальные, для подсолнечника (рисунок 1.41).

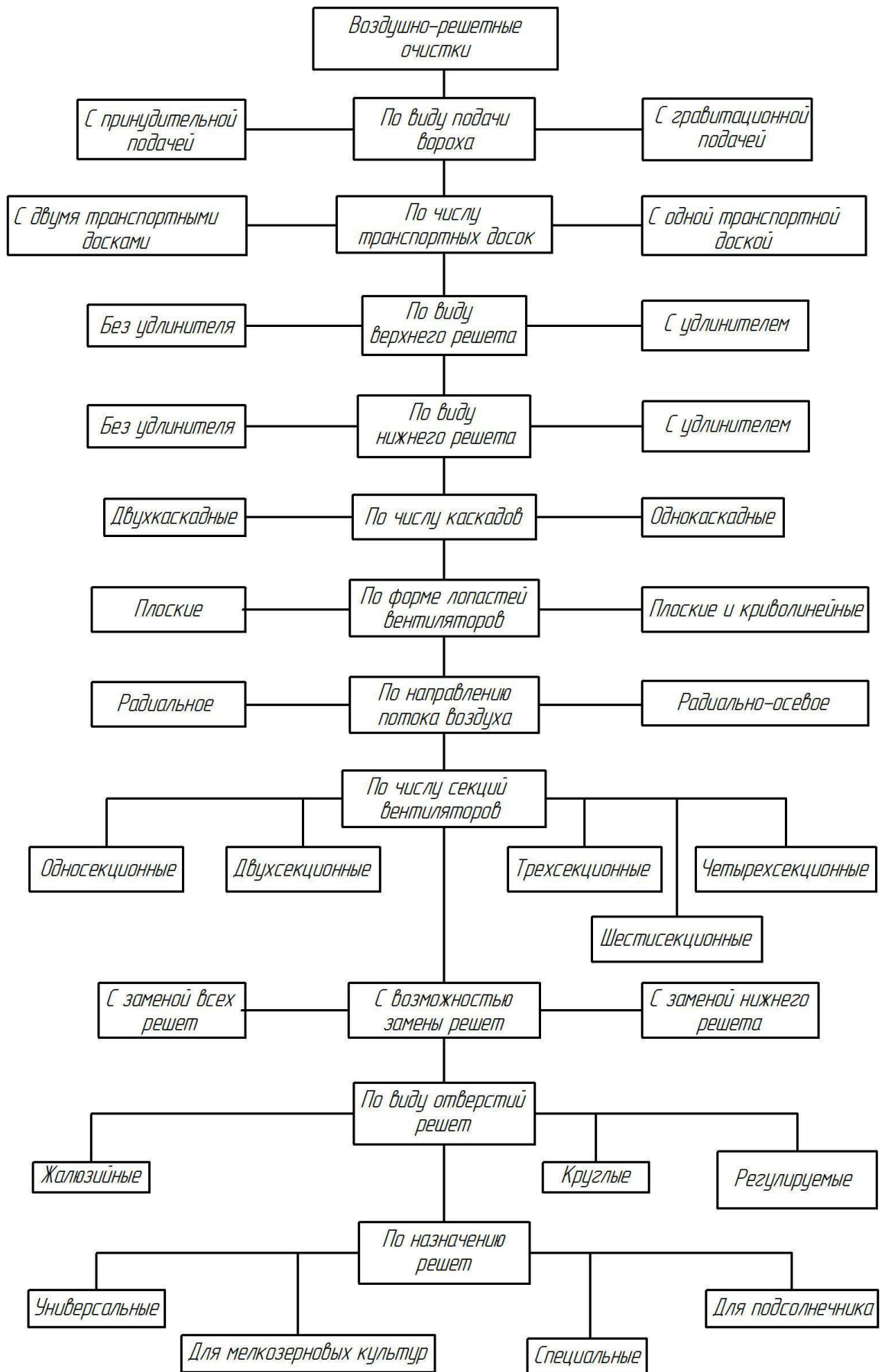


Рисунок 1.41 – Классификация воздушно-решётных очисток зерноуборочных комбайнов

1.8 Обзор научных исследований по совершенствованию технологических процессов и технических средств уборки

Создание и внедрение в производство засухоустойчивых сортов и гибридов, превосходящих своих предшественников по зимостойкости, полеганию, устойчивости к болезням, урожайности, способствуют совершенствованию существующих и разработке новых технологий и технических средств уборки.

Научные исследования, направленные на совершенствование технологических процессов уборки, ориентированы на системно-организационные мероприятия уборочно-транспортного комплекса в целом, выбору оптимальных решений для обеспечения наилучших показателей процесса, а также на разработку или адаптацию технических средств к тем или иным условиям. Системному анализу комбайновых комплексов, технико-эксплуатационных характеристик технических средств, разработке методов повышения комплексной эффективности их использования посвящены научные труды Н.И. Анохина, В.А. Антипина, Ж.С. Байзаковой [26], В.Е. Бердышева [28], А.И. Бурьянова [33], Н.В. Бышова, Е.Е. Дёмина [51, 53], Г.Н. Ерохина [59], Э.В. Жалнина [61, 64], Л.А. Шомахова, В.Е. Желиговского, А.А. Зангиева [82, 83], О.А. Пеняева, Э.И. Липковича [121–123], В.Н. Плешакова, Г.Г. Маслова [131, 132], Н.И. Клёнина, А.И. Ряднова [245, 246, 249], Н.И. Стружкина [282, 283], С.В. Тронева [288], Е.И. Трубилина [289, 290], О.А. Фёдоровой [311], Р.Ш. Хабатова, Ю.А. Царёва, V. Cervinka [333] и др.

Особенностью уборки сельскохозяйственных культур является зависимость ее проведения в установленные агротехнические сроки от погодных условий, ряда организационных мероприятий, динамики изменения свойств стеблестоя, зерна или семян в течение уборочного периода. Комплекс приведенных факторов способствует ограничению уборочного периода, что требует максимальной производительности уборочных средств. Это достигается путем разработки принципиально новых технических решений и совершенствования серийных рабочих органов с обоснованием их параметров и режимов работы.

Вопросы разработки ресурсосберегающих технологий, конструкций технических средств уборки и совершенствования серийных образцов отражены в ис-

следованиях Ж.С. Байзаковой [27], В.Е. Бердышева [29], А.И. Бурьянова [191], И.В. Горбачева [40, 41], А.Н. Гудкова, И.Н. Глушкова [38, 39], Е.Е. Дёмина [52], В.М. Дринчи, Э.В. Жалнина [62, 63], Ч.И. Изаксона, М.М. Ковалёва [100, 101], М.М. Константинова [109–111], Г.В. Колесова, К.З. Кухмазова [115], И.К. Мещерякова, В.А. Милюткина [140], Ю.В. Лачуги [119], А.П. Ловчикова [126, 127], М.А. Пустыгина, С.А. Родимцева [234], А.И. Ряднова [248], А.И. Русанова, А.Г. Рыбалко [86], Г.Ф. Серого, Е.И. Трубилина [135, 289], Е.В. Труфляка [291, 293], И.С. Труфляк, А.Н. Цепляева [315], Д.И. Шаткуса [203], Ю.М. Шрейдера [323], Р.Ш. Хабатова, В.М. Халанского [312–314], О.А. Фёдоровой [198], Ю.А. Царёва.

Основным критерием производственной оценки технических средств являются прямые и косвенные потери зерна или семян за уборочным агрегатом [232]. Вопросами снижения потерь зерна колосовых за очесывающими жатками занимались А.И. Бурьянов [32], И.Н. Глушков [39], М.М. Константинов [111], О.Н. Кухарев, А.П. Ловчиков [126], В.А. Милюткин [189], за жатками для прямого комбайнирования – А.П. Ловчиков, R. Chaab [363], S. Karparvarfard. Снижению потерь семян трав при комбайновой уборке посвящены работы И.В. Горбачева [40], Л.Н. Молоткова, рапса – L. Xu [340], C. Wei, Z. Liang [361].

Разработке и обоснованию новых рабочих органов адаптеров для уборки кукурузы на зерно посвящены работы Е.И. Трубилина, Е.В. Труфляка [289, 291].

Взаимодействие стеблеподъемников жаток со стеблестоем подсолнечника с целью снижения потерь маслосемян рассмотрено в исследованиях И.И. Байгузина [25], К.З. Кухмазова [115], В.Д. Шафоростова [321], С.С. Макарова [320]. В научной работе М.А. Elfatih [344] отражено количество потерь маслосемян в зависимости от скорости движения комбайна.

Процессы обмолота семенных и бобовых культур, а также разработка технических средств, направленных на снижение недомолота, травмируемости семян, рассмотрены в работах В.Е. Бердышева [30], В.М. Дринчи [55], Э.В. Жалнина [62], С.А. Родимцева [235], В.П. Пьяных, А.П. Тарасенко [284, 285], A. Kornack [354], Y. Zhang [343], D. Chen, Y. Yin.

Проблеме повреждения зерна и семян при обмолоте посвящены научные труды Бердышева В.Е. [29], Горбачёва И.В. [41], Липовского М.И. [19], Ряднова А.И. [247], Фёдоровой О.А. [311].

Исследованиями адаптации молотильно-сепарирующих систем к обмолоту риса и семенников трав занимался Рыбалко А.Г.

Снижению потерь семян при уборке льна-долгунца, разработке технологий и машин для его уборки, а также обоснованию параметров стеблеподводов, теребивильных, подбирающе-оборачивающих и очесывающе-транспортирующих аппаратов посвящены труды М.М. Ковалёва и Ю.Ф. Лачуги [119].

Исследованиями процесса очистки зернового вороха занимались С.А. Алферов [11], В.Г. Антипин, И.И. Блехман, В.С. Быков, И.И. Быховской, Ю.А. Вантюсов, И.Ф. Василенко, И.Ф. Гончаревич, И.А. Горбачёв, В.В. Гортинский, В.И. Горшенин, А.М. Горячкин [42], Ю.И. Ермольев, Э.В. Жалнин [64], П.М. Заика, А.Н. Зюлин [91], Н.И. Клёнин, И.Е. Кожуховский, В.А. Кубышев, И.П. Лапшин, Н.П. Ларюшин, М.Н. Летошнев, А.Б. Лурье, С.С. Макаров [183], М.В. Михайлов, Н.В. Михеев, И.С. Нагорский, И.И. Наконечный, Н.Н. Настенко, В.И. Оробинский [184, 185], А.И. Петрусов, М.А. Пустыгин, А.И. Русанов, А.И. Ряднов, Л.Т. Свиридов, Г.Ф. Серый, С.Ф. Сороченко [256, 257], В.И. Славкин, Н.И. Стружкин [283], Г.Д. Терсков, В.Н. Тимощенко, Б.Г. Турбин, Н.Н. Ульрих, В.М. Халанский [312], А.Н. Цепляев [315], В.М. Цециновский, М.Н. Чаткин, А.И. Чепурной, В.Д. Шеповалов, С.С. Ямпиллов [327, 328], Олива Кольясо [182], W. Fischer [348], Y. Xu [340], L. Zhou, Z. Zhao [351], Y. Li [342] и др.

Научные работы А.Н. Цепляева, М.А. Перепёлкина [315] посвящены снижению сорности вороха подсолнечника при его доработке на зерноочистительных машинах, а исследованию процесса пневмосепарации зернового вороха – труды В.М. Халанского [314]. Обоснование параметров решётно-винтового сепаратора в системе очистки зерноуборочного комбайна, работающего на склонах, отражено в работах С.Ф. Сороченко.

В результате обобщения имеющихся исследований можно сделать вывод об отсутствии системного анализа работы технических средств зерноуборочного комбайна на уборке подсолнечника. Кроме того, недостаточно полно выполнены исследования по снижению потерь, дроблению, облущиванию маслосемян и уменьшению сорных примесей вороха подсолнечника при уборке.

1.9 Выводы, постановка проблемы. Цель и задачи исследований

1. Проведённый анализ технических средств уборки подсолнечника позволяет сделать вывод о том, что процесс уборки осуществляется серийными зерноуборочными комбайнами при соответствующем переоборудовании. Жатки оснащают специальными приспособлениями, модернизируют молотильно-сепарирующие устройства и решёта системы очистки заменяют на специальные. Однако в процессе уборки подсолнечника наблюдаются значительные потери, которые достигают 20 %. Потери за техническими средствами для скашивания подсолнечника доходят до 5 %, дробление и облущивание маслосемян при обмолоте в МСУ составляют 7 %, а содержание сорных примесей в бункерном ворохе достигает 8 %.

2. Проведённый анализ технических средств для скашивания подсолнечника показал, что их рабочие органы несовершенны. В процессе работы наблюдаются ударное воздействие на корзинки, а также наматывание стеблей, что способствует вымолачиванию маслосемян с их последующим осыпанием на поверхность почвы.

3. Анализ молотильно-сепарирующих устройств показал, что его элементы не соответствуют физико-механическим и геометрическим параметрам маслосемян подсолнечника и приводят к их дроблению и облущиванию.

4. По результатам анализа воздушно-решётных очисток установлено, что параметры решёт ориентированы на геометрические характеристики зерновых культур и не соответствуют геометрическим размерам маслосемян подсолнечника, что ведёт к увеличению содержания сорных примесей в бункерном ворохе.

5. Процессы взаимодействия рабочих органов и элементов технических средств для скашивания стеблестоя подсолнечника, обмолота корзинок и очистки вороха описаны недостаточно полно для обоснования конструктивных и режимных параметров.

6. Недостаточно полно выполнены исследования оценки мирового опыта моделей и модификаций зерноуборочных комбайнов компаний-производителей в технических параметрах и технико-экономических показателях.

В последние годы сложилось явное противоречие: с одной стороны, наращиваются площади подсолнечника для увеличения производства растительного масла, а с другой – повышаются потери маслосемян при использовании базовых зерноуборочных комбайнов на уборке. Это требует изменения подходов к созданию технических средств систем зерноуборочных комбайнов для уборки подсолнечника. На первый план выдвигается повышение качества работы за счет снижения потерь маслосемян.

В связи с создавшейся ситуацией возникает актуальная научная проблема совершенствования технологических процессов и технических средств уборки подсолнечника, обеспечивающих повышение качества работы за счет снижения потерь маслосемян. Причиной возникновения данной проблемы является отсутствие технических средств систем зерноуборочных комбайнов с оптимальными конструкционными параметрами и режимами работы.

Общая цель исследований определена как повышение качества уборки подсолнечника за счет реализации технических решений, направленных на снижение потерь маслосемян при использовании зерноуборочных комбайнов.

В соответствии с поставленной целью сформулированы задачи:

1. На основании литературных источников исследовать и оценить мировой опыт компаний-производителей зерноуборочных комбайнов, выполнить аналитические исследования технико-экономических показателей комбайнов с определением качественных и количественных оценок их технических параметров, провести анализ существующих средств уборки подсолнечника;

2. Разработать математические модели снижения потерь маслосемян на основе системного анализа работы зерноуборочного комбайна при уборке подсолнечника;

3. Уточнить и исследовать физико-механические свойства и геометрические параметры маслосемян и стеблестоя подсолнечника при уборке зерноуборочным комбайном;

4. Усовершенствовать технологический процесс уборки подсолнечника зерноуборочным комбайном и конструкции шнека-мотовила, молотильного аппарата и решёт системы очистки комбайна, исследовать процесс их взаимодействия со стеблестоем, корзинками и маслосеменами, обосновать параметры и режимы работы;

5. Экспериментально определить качественные показатели функционирования разработанных технических средств уборки подсолнечника зерноуборочным комбайном, подтвердить полученные теоретические зависимости;

6. Определить технико-экономическую эффективность применения разработанных конструктивно-технологических решений для уборки подсолнечника зерноуборочным комбайном.

2 ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА РАБОТЫ ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА ПРИ УБОРКЕ ПОДСОЛНЕЧНИКА НА ОСНОВЕ СНИЖЕНИЯ ПОТЕРЬ МАСЛОСЕМЯН

2.1 Аналитические исследования технико-экономических показателей зерноуборочных комбайнов

С целью изучения и обобщения мирового опыта создания и производства зерноуборочных комбайнов нами были собраны технические характеристики 231 модели и модификации комбайнов отечественных и зарубежных компаний-производителей сельскохозяйственной техники (таблица 2.1) [228].

Таблица 2.1 – Компании – производители зерноуборочных комбайнов

№	Компания-производитель	Кол-во модификаций, моделей
1	ООО «Комбайновый завод «Ростсельмаш»	18
2	ОАО «ПО Красноярский завод комбайнов»	23
3	ПО «Гомсельмаш «Полесье»	7
4	CLAAS	43
5	CASE	7
6	Challenger	7
7	Deutz Fahr	15
8	Fendt	7
9	Laverda	19
10	John Deere	23
11	Massey Ferguson	11
12	New Holland	43
13	SAMPO	11

Для объективной оценки достижений мирового опыта полученные данные обработаны методами математической статистики [207].

Существующее множество моделей зерноуборочных комбайнов в мировой практике составляет генеральную совокупность, сбор информации по всем объектам которой крайне сложен. Поэтому для достижения поставленной цели из параметров технических характеристик комбайнов были сформированы случайные бесповторные выборки. При этом принято допущение, что каждая выборка однородна, т. е. получена только из одной совокупности. Для всех обследованных моделей комбайнов (приложение Б) полученные данные обработаны методами математической статистики по алгоритму, представленному на рисунке 2.1 [50].

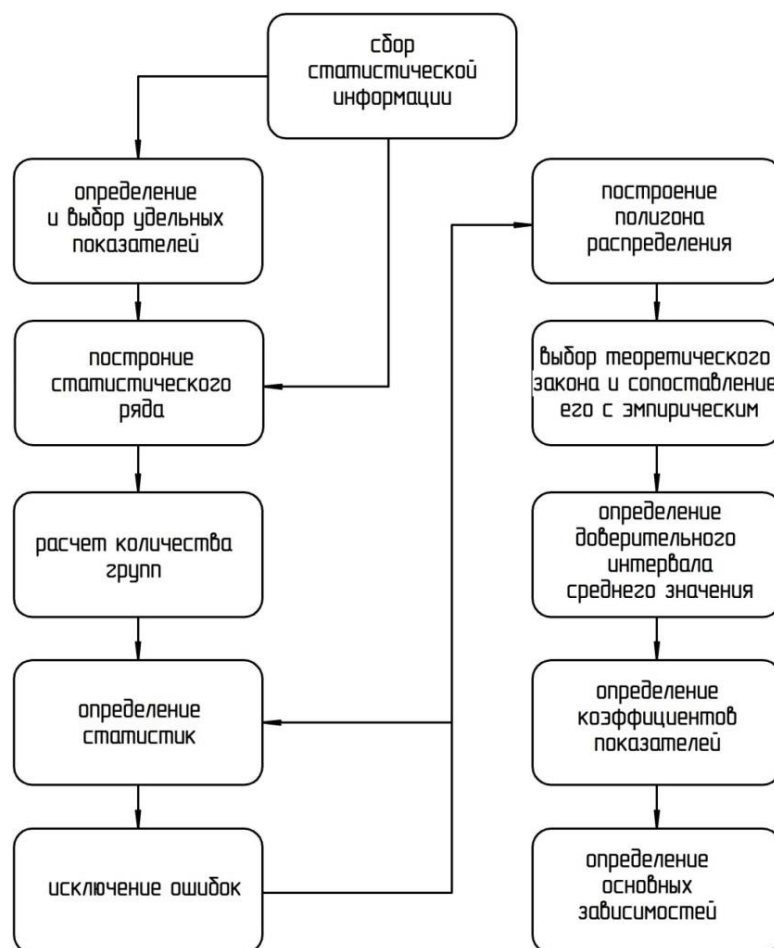


Рисунок 2.1 – Структурная схема исследований технико-экономических показателей зерноуборочных комбайнов

Рассмотрению подлежали такие параметры зерноуборочных комбайнов, как номинальная мощность установленного двигателя P (кВт), масса без жатки m_0 (т), объём бункера V_6 (м³), его длина L_6 (м) и диаметр D_6 молотильного барабана, площадь решёт S_p (м²) и соломотряса S_c (м²). На их основе определены удельные технико-экономические показатели: энергонасыщенность P/m_0 (кВт/т), материалоемкость m_0/V_6 (т/м³); коэффициенты: мощности двигателя по длине молотильного барабана P/L_6 (ψ_{P/L_6}), кВт/м; длины молотильного барабана по диаметру L_6/D ($\psi_{L_6/D}$), площади решёт по площади соломотряса S_p/S_c (ψ_{S_p/S_c}); площади решёт по длине молотильного барабана S_p/L_6 (ψ_{S_p/L_6}) (приложение Б). Значения технико-экономических показателей зерноуборочных комбайнов являются случайными величинами, так как имеющиеся разнообразные модели и модификации комбайнов разрабаты-

ваются и выпускаются многочисленными компаниями в разных странах. А случайные величины имеют и случайные отклонения, которые сопутствуют любому закономерному процессу в технике. Для исключения частных отклонений, связанных с неточностями первичной информации, и выявления общего характера изменения технико-экономических показателей комбайнов необходимо получить теоретические законы распределения [51, 56].

Наиболее часто применяют закон нормального распределения (Гаусса). Он характеризуется дифференциальной $f'(x)$ и интегральной $F'(x)$ функциями. Отличительной особенностью этих функций является симметричное рассеивание частных значений величин технических параметров комбайнов относительно среднего значения. Уравнение, описывающее кривую нормального распределения, имеет вид [129]:

$$f'(xy) = \frac{n_{xy}}{(\sigma_{xy} \sqrt{2\pi})} \exp \left[-\frac{(xy - \overline{xy})^2}{2\sigma_{xy}^2} \right]. \quad (2.1)$$

Таким образом, по имеющимся выборкам технико-экономических показателей зерноуборочных комбайнов определяют математическое ожидание, общую форму распределения показателей и его математическое уравнение. Получив математическое описание, мы можем оценить доверительный интервал математического ожидания, пределы распределения, а также узнать, является ли распределение унимодальным (т. е. имеет ли оно только один максимум).

С учетом изложенного выполнены теоретические исследования и определены законы распределения технических параметров и удельных технико-экономических показателей зерноуборочных комбайнов (приложение Б). Распределение всех показателей имеет нормальный закон, описывается выражением (2.1) и отличается статистиками x_j и σ_{xy} , которые вычислены и приведены в главе 4. Сравнение эмпирических и теоретических значений законов распределения выполнено с помощью критерия Пирсона [207].

Одна из основных характеристик комбайнов – мощность установленного двигателя. Ее распределение представлено на рисунке 2.2.

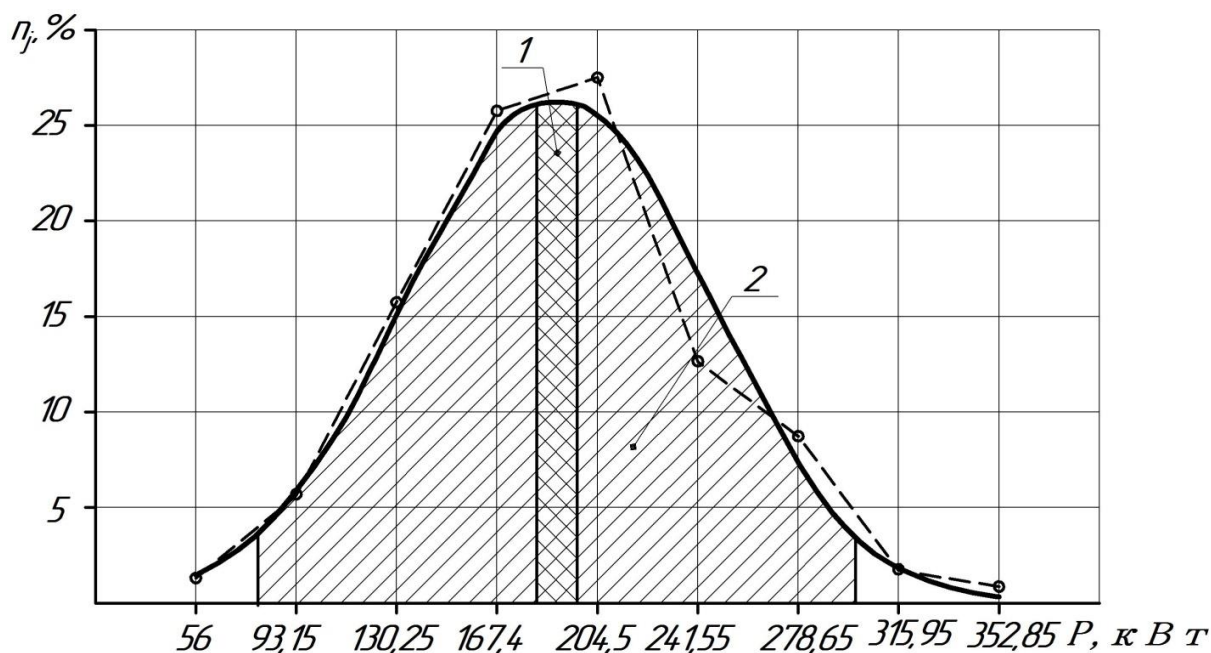


Рисунок 2.2 – Распределение мощности двигателя зерноуборочных комбайнов:
 ————— теоретическое; ——— эмпирическое

Для ряда распределения мощности установленных двигателей зерноуборочных комбайнов коэффициент вариации составляет 29,2 %. У 95 % рассмотренных моделей комбайнов величина мощности двигателей находится в пределах 79...300 кВт (см. рисунок 2.2, зона 2). Она изменяется примерно в 3,8 раза, что свидетельствует о наличии множества различных факторов, существенно влияющих на конструктивные особенности комбайнов, в том числе это может быть связано и с запросами потребителей.

Теоретический и эмпирический законы ряда распределения массы зерноуборочных комбайнов представлены на рисунке 2.3. Данный показатель имеет коэффициент вариации 21,15 %. При доверительной вероятности 0,95 вычислено, что масса комбайнов составляет 6,71...16,55 т (рисунок 2.3, зона 2), т. е. изменяется в 2,5 раза.

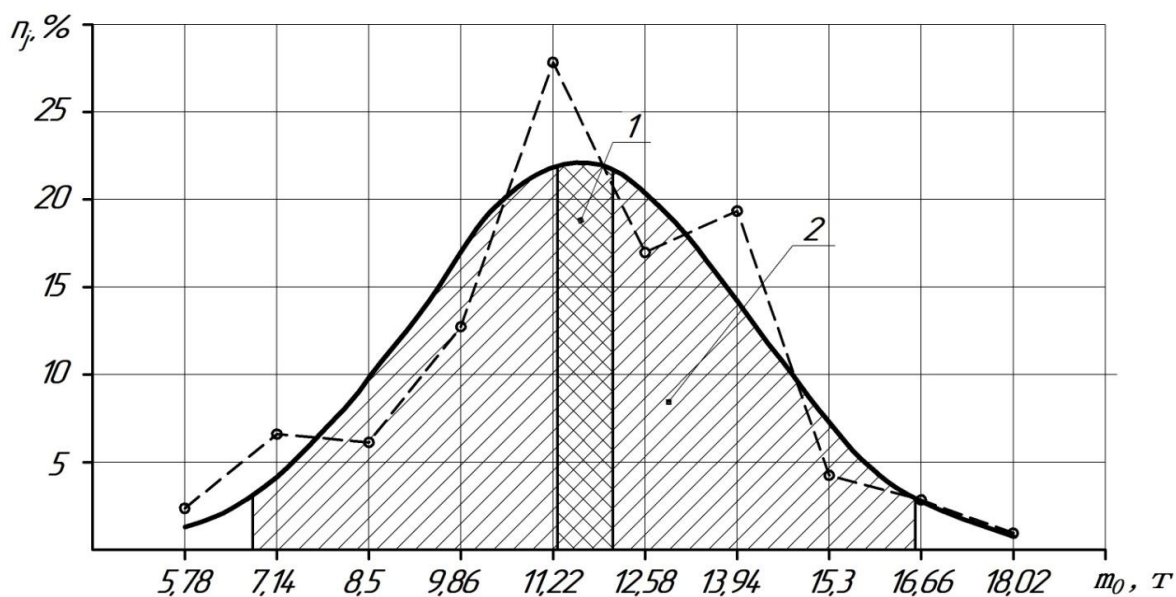


Рисунок 2.3 – Распределение массы зерноуборочных комбайнов:
 ————— — теоретическое; — — — — — эмпирическое

Технический уровень зерноуборочных комбайнов характеризуется удельными технико-экономическими показателями и параметрами технических характеристик. Особое значение при интенсификации рабочего процесса комбайна имеют длина и диаметр молотильного барабана, площадь решёт системы очистки и площадь соломотряса [92, 93]. Конструкции решёт, молотильного барабана, как и другие элементы технических систем комбайнов, совершенствуются [194].

У ряда распределения длины молотильного барабана зерноуборочных комбайнов относительно малый коэффициент вариации – 12,68 %. Для 95 % рассматриваемых моделей комбайнов длина барабана находится в диапазоне 1,0...1,7 м (рис. 2.4, зона 2), изменяясь в 1,7 раза.

Ряд распределения диаметра барабана зерноуборочных комбайнов имеет также небольшой коэффициент вариации – 11,8 %. С доверительной вероятностью 0,95 определено, что этот показатель составляет 0,474...0,766 м (рисунок 2.5, зона 2). Диаметр барабана изменяется в 1,62 раза.

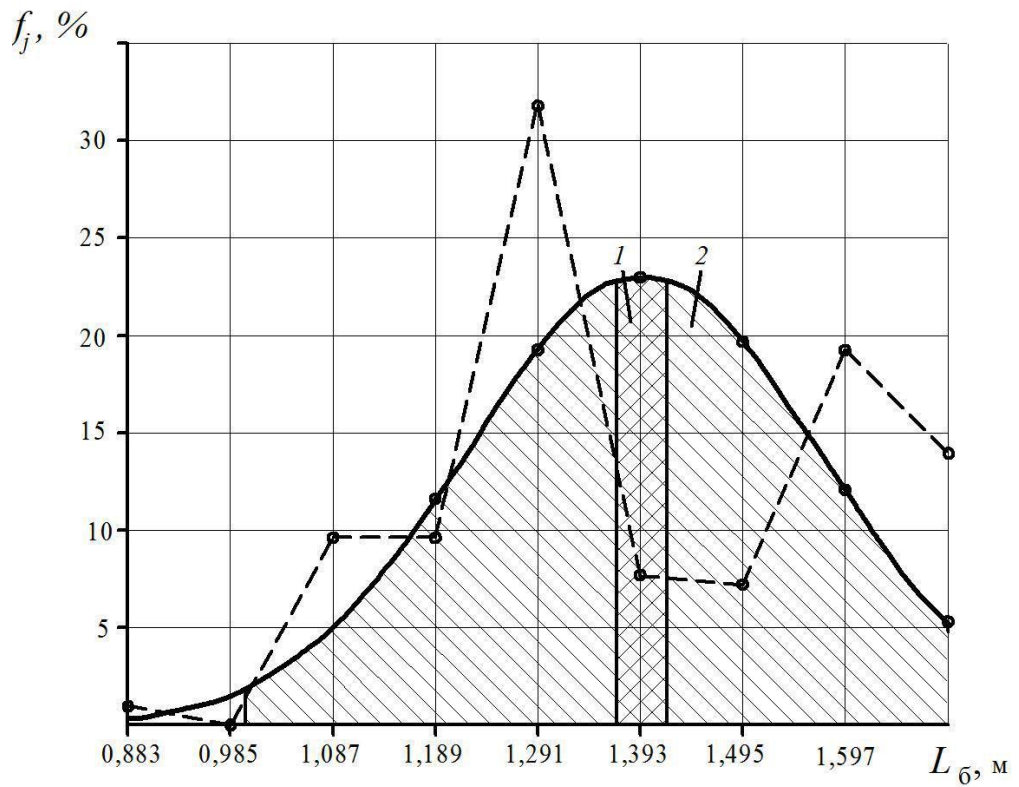


Рисунок 2.4 – Распределение длины молотильного барабана зерноуборочных комбайнов:
 ————— теоретическое; ——— эмпирическое

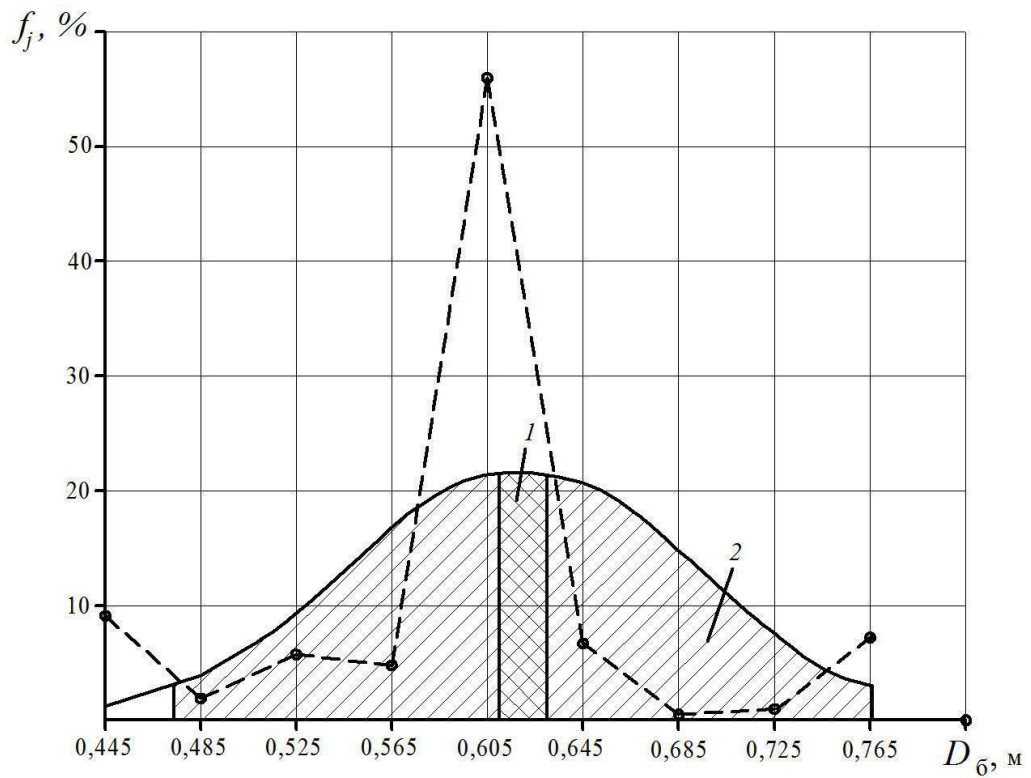


Рисунок 2.5 – Распределение диаметра молотильного барабана зерноуборочных комбайнов:
 ————— теоретическое; ——— эмпирическое

Для ряда распределения площади решёт зерноуборочных комбайнов коэффициент вариации составляет 20,76 %. У 95 % рассмотренных моделей комбайнов эта величина находится в пределах 2,8...6,78 м² (рис. 2.6, зона 2). Она изменяется в 2,42 раза, что позволяет предположить о наличии существенных факторов, значимо влияющих на конструкторские характеристики комбайнов. Это может быть связано с запросами потребителей и природно-климатическими условиями, в которых эксплуатируется техника.

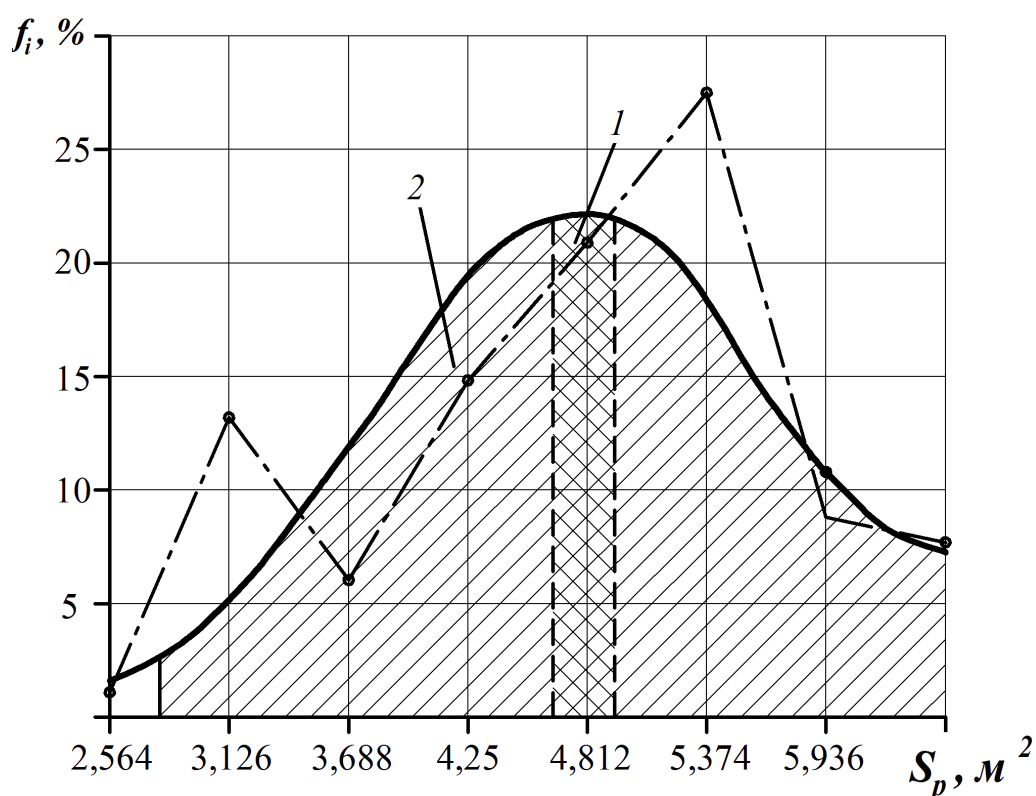


Рисунок 2.6 – Распределение площади решёт зерноуборочных комбайнов: ————— — теоретическое; - - - - - эмпирическое

Теоретический и эмпирический законы ряда распределения площади соломотряса зерноуборочных комбайнов, представлены на рисунке 2.7. Рассматриваемый параметр имеет коэффициент вариации, равный 17,3%. При доверительной вероятности 0,95 определено, что площадь соломотряса комбайнов составляет 3,86...7,94 м² (рисунок 2.7, зона 2), т. е. изменяется в 2,1 раза. Это свидетельствует о наличии факторных показателей, влияющих на данный технический параметр.

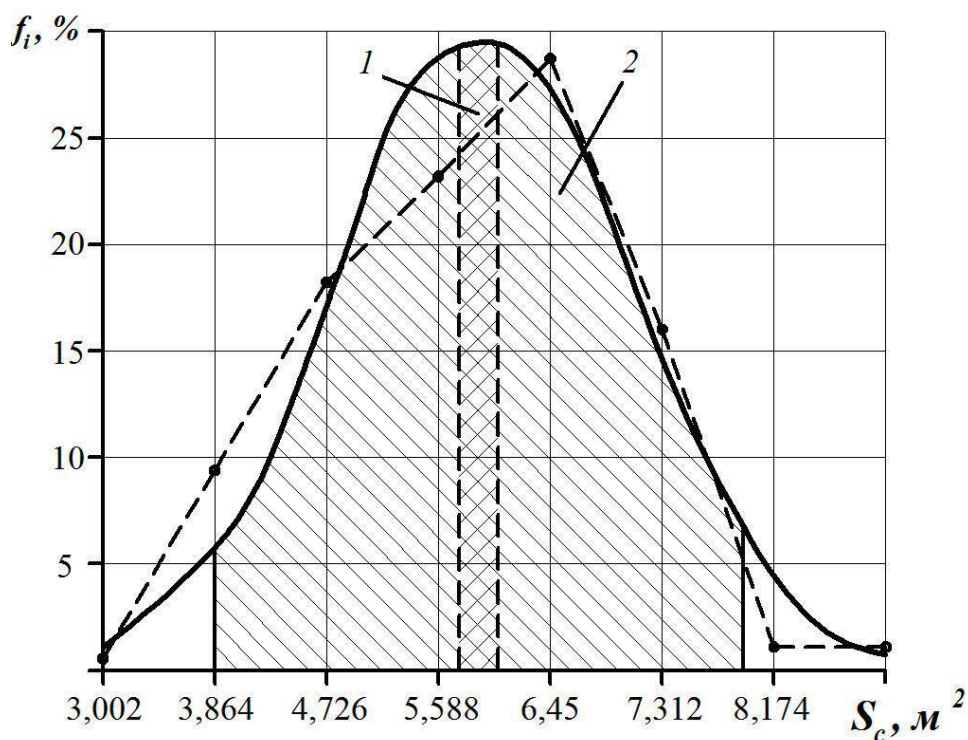


Рисунок 2.7 – Распределение площади соломотряса зерноуборочных комбайнов:
 ————— — теоретическое; — — — — — эмпирическое

При исследовании удельных технико-экономических показателей (энерго-насыщенность, материалоемкость) нами введены технические понятия [53, 94]:

- коэффициент мощности двигателя по длине молотильного барабана Ψ_{P/L_6} , кВт/м:

$$\Psi_{P/L_6} = P/L_6 ; \quad (2.2)$$

- коэффициент длины молотильного барабана по диаметру Ψ_{L_6/D_6} :

$$\Psi_{L_6/D_6} = L_6/D_6 ; \quad (2.3)$$

- коэффициент площади решёт по площади соломотряса Ψ_{S_p/S_c} :

$$\Psi_{S_p/S_c} = S_p/S_c ; \quad (2.4)$$

- коэффициент площади решёт по длине молотильного барабана Ψ_{S_p/L_6} , м:

$$\Psi_{S_p/L_6} = S_p/L_6 . \quad (2.5)$$

В итоге получены следующие результаты. У энергонасыщенности зерноуборочных комбайнов достаточно малый коэффициент вариации – 19,07 %. Можно предположить, что незначительные изменения этой величины связаны с общим подходом проектных организаций к выбору основных параметров – мощности двигателей и массы комбайнов при их разработке. Для 95 % рассмотренных моделей зерноуборочных комбайнов коэффициент энергонасыщенности находится в пределах 9,8...21,88 кВт/т (рисунок 2.8, зона 2). Он изменяется в 2,23 раза, а это позволяет предположить о наличии резервов совершенствования комбайнов.

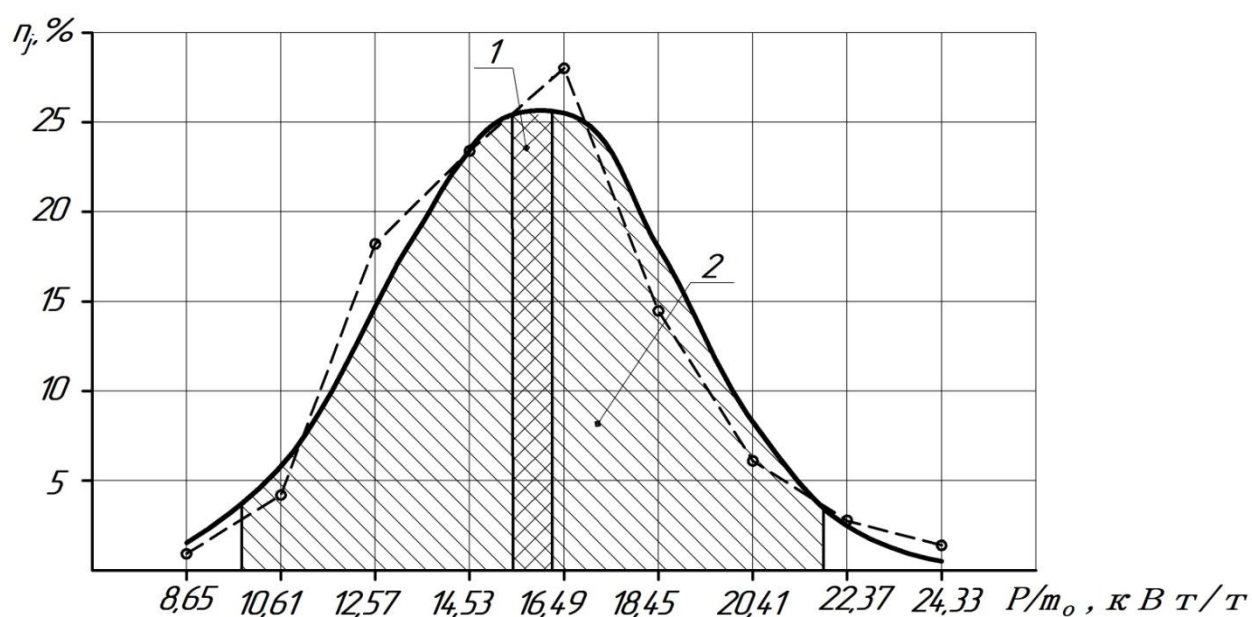


Рисунок 2.8 – Распределение энергонасыщенности зерноуборочных комбайнов: ————— — теоретическое; - - - - - эмпирическое

Теоретический и экспериментальный законы ряда распределения материалоемкости зерноуборочных комбайнов показаны на рисунке 2.9. Этот показатель имеет относительно малый коэффициент вариации – 16,68 %. Изменение величины материалоемкости комбайнов вызвано наличием множества их моделей с различными техническими решениями. С доверительной вероятностью 0,95 определено, что коэффициент материалоемкости зерноуборочных комбайнов составляет 1,13...2,26 т/м³ (рисунок 2.9, зона 2). Он изменяется в 2 раза, что свидетельствует о наличии возможностей снижения материалоемкости комбайнов.

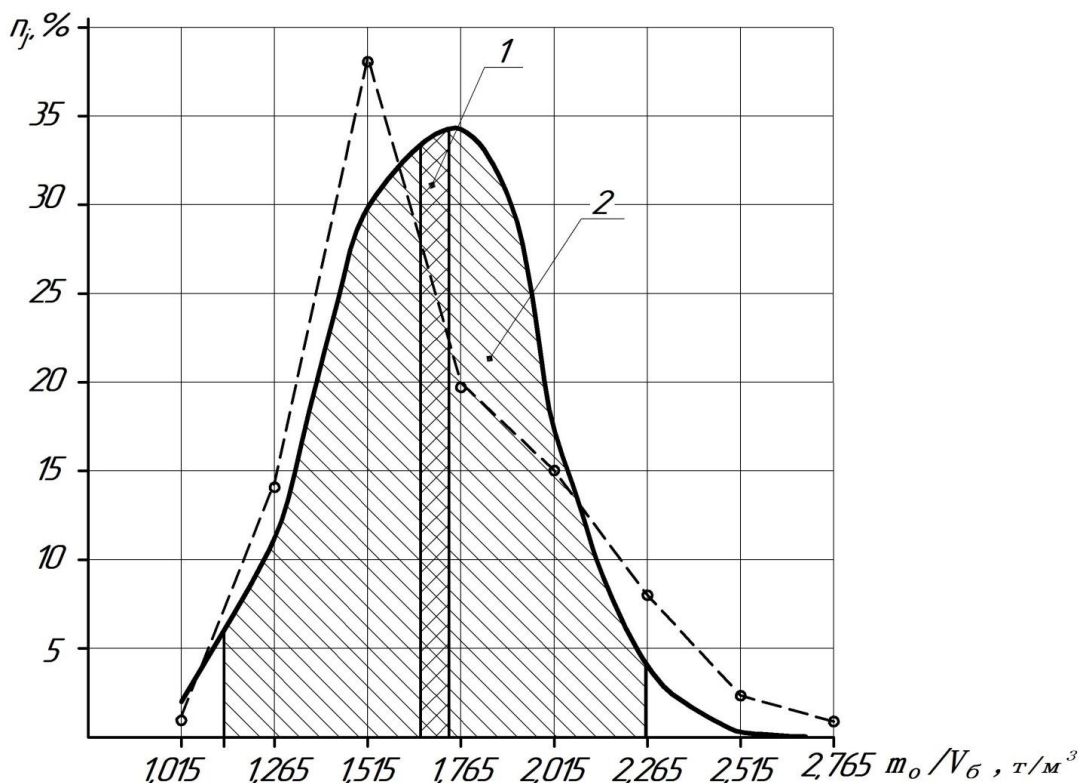


Рисунок 2.9 – Распределение материалоемкости зерноуборочных комбайнов: ————— — теоретическое; ———— — эмпирическое

Для ряда распределений коэффициента мощности двигателей по длине молотильного барабана Ψ_{P/L_6} коэффициент вариации составляет 20,1 %. У 95 % рассмотренных моделей комбайнов значения этого коэффициента находятся в диапазоне 83,3...188,02 кВт/м (рисунок 2.10, зона 2). Таким образом, рассматриваемый показатель изменяется в 2,34 раза. Изменения исследуемого параметра, на наш взгляд, связаны с тем, что зерноуборочные комбайны в мировой практике проектируют для конкретных условий работы в зависимости от природно-климатических зон и необходимости обеспечения качества технологического процесса при меняющихся условиях уборки.

Для ряда распределения величин коэффициента длины молотильного барабана по диаметру Ψ_{L_6/D_6} коэффициент вариации составляет 18,2 %. У 95 % анализируемых моделей зерноуборочных комбайнов этот показатель – 1,5...3,22 (рисунок 2.11, зона 2). Он изменяется в 2,14 раза.

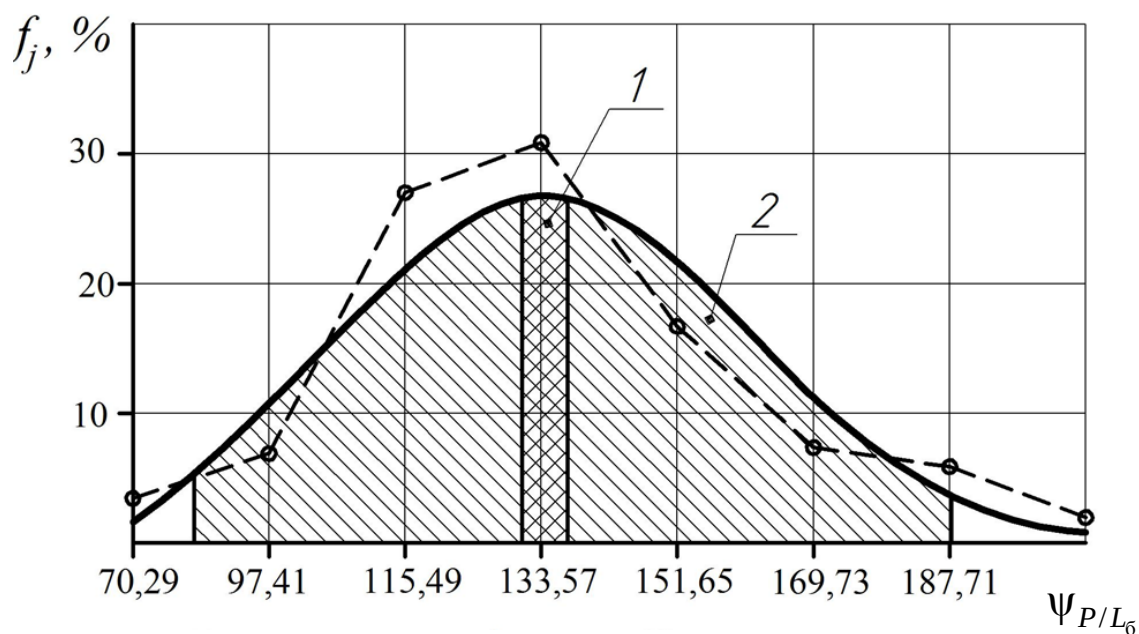


Рисунок 2.10 – Распределение коэффициента мощности двигателя по длине молотильного барабана зерноуборочных комбайнов:
 ————— теоретическое; ———— эмпирическое

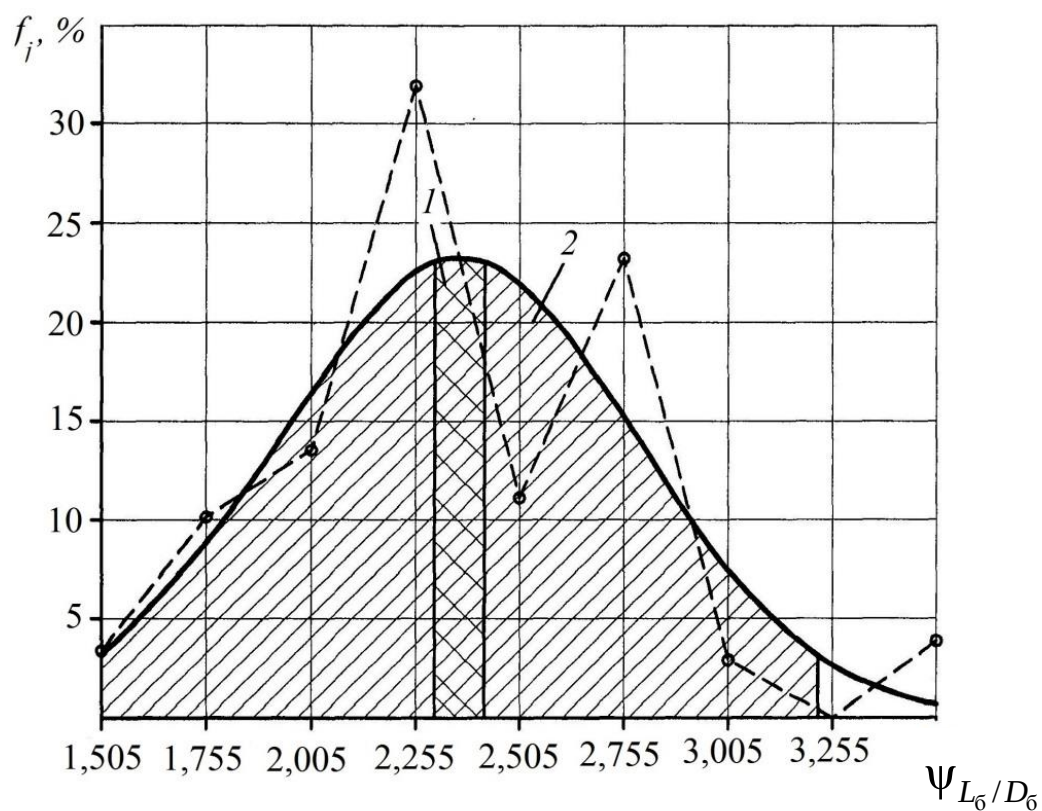


Рисунок 2.11 – Распределение коэффициента длины молотильного барабана по диаметру:
 ————— теоретическое; ———— эмпирическое

Можно предположить, что изменения исследованных показателей связаны с общим подходом проектных организаций к выбору таких параметров, как длина и диаметр молотильного барабана зерноуборочных комбайнов. Это может быть обу-

словлено и относительно стабильными физико-механическими свойствами зерновых культур, с которыми взаимодействуют комбайны, а также предназначением зерноуборочных комбайнов для конкретных климатических зон и условий работы.

У коэффициента площади решёт по площади соломотряса зерноуборочных комбайнов достаточно малый коэффициент вариации – 10,8 %. Это может свидетельствовать о качественной подборке статистических данных и однородности выборки. Также можно предположить, что незначительные изменения рассматриваемого коэффициента связаны с общим подходом проектных организаций к выбору таких параметров зерноуборочных комбайнов при их разработке, как площадь решёт и площадь соломотряса. Для 95 % обследованных моделей коэффициент площади решёт по площади соломотряса находится в пределах 0,61...0,94 (рисунок 2.12, зона 2). Он изменяется в 1,54 раза, а это может быть связано с относительно стабильными физико-механическими свойствами хлебной массы, с которой взаимодействуют зерноуборочные машины.

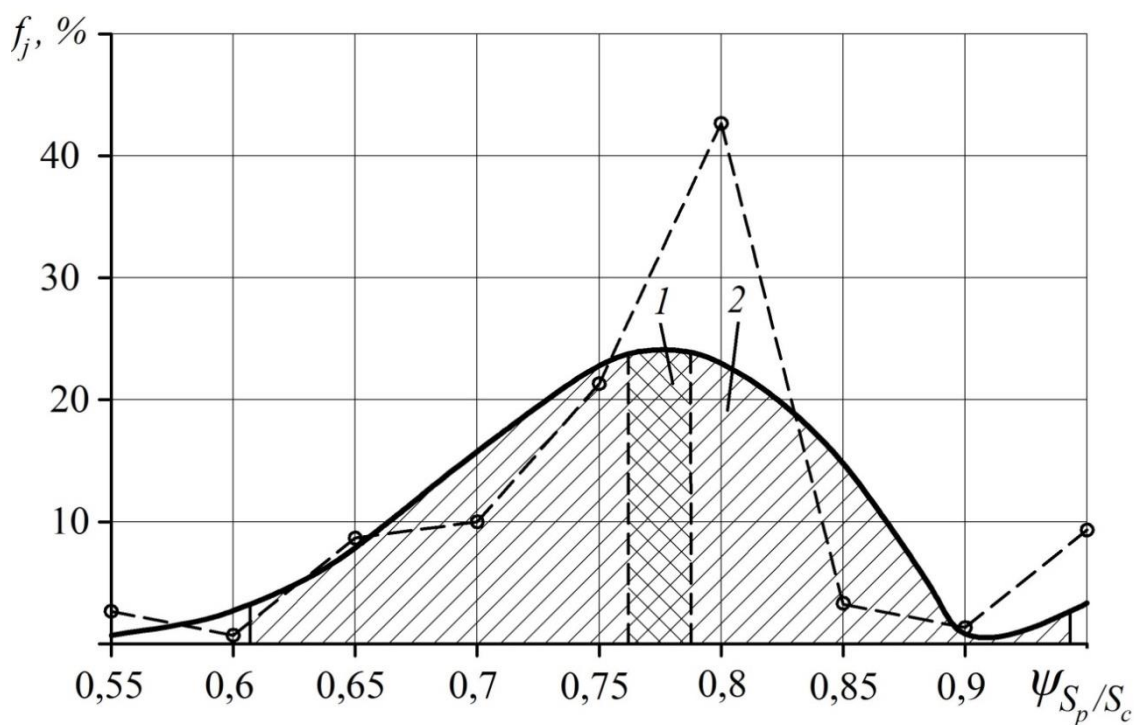


Рисунок 2.12 – Распределение коэффициента площади решёт по площади соломотряса зерноуборочных комбайнов:

————— — теоретическое; - - - - - эмпирическое

Теоретический и экспериментальный законы ряда распределения коэффициента площади решёт по длине молотильного барабана зерноуборочных комбайнов показаны на рисунке 2.13. Этот показатель имеет также небольшой коэффи-

циент вариации – 12,7 %. С доверительной вероятностью 0,95 мы определили, что коэффициент $\Psi_{S_p L_6}$ составляет 2,56...4,16 (рисунок 2.13, зона 2) и изменяется в 1,62 раза. Изменение величины анализируемого коэффициента может быть вызвано наличием множества моделей и модификаций зерноуборочных комбайнов с различными техническими решениями для конкретных климатических зон и условий работы.

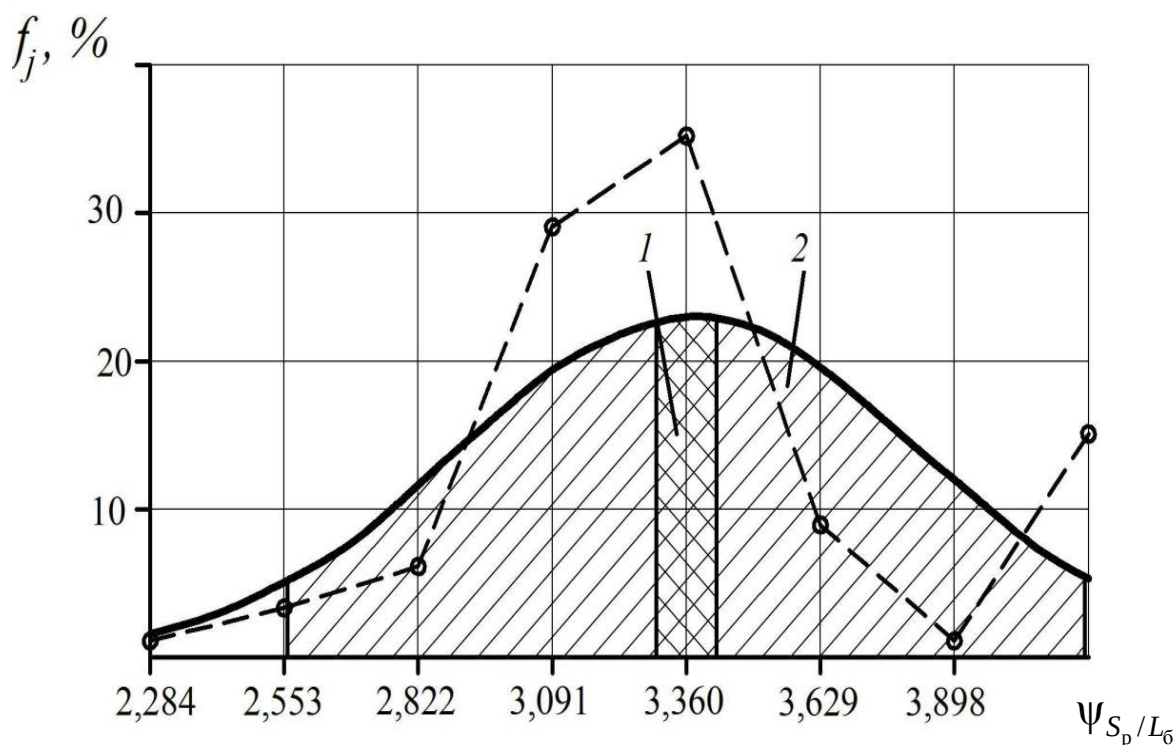


Рисунок 2.13 – Распределение коэффициента площади решёт по длине молотильного барабана зерноуборочных комбайнов:
 ————— — теоретическое; — — — — — эмпирическое

2.2 Корреляционно-регрессионные исследования технических параметров зерноуборочных комбайнов

Для выявления перспективных направлений в развитии мирового комбайностроения посредством качественных и количественных оценок технических показателей зерноуборочных комбайнов с определением их взаимного влияния друг на друга использован метод корреляционно-регрессионного анализа. При рассмотрении взаимовлияния мощности установленного двигателя P (кВт) и массы

m_0 (т) комбайнов, массы и объёма бункера V_6 (м³) получены существенные значения коэффициентов парной корреляции: $r_{P/m_0} = 0,769$ и $r_{m_0/V_6} = 0,772$.

Определены статистически значимые уравнения связи, адекватно отражающие закономерности сложившейся практики в отечественном и зарубежном производстве зерноуборочных комбайнов:

$$P = 16,758 m_0 - 9,997; \quad (2.6)$$

$$m_0 = 0,947 V_6 + 4,824. \quad (2.7)$$

Анализ показывает, что характер зависимостей в обоих случаях прямолинейный. Прямолинейная зависимость между P и m_0 подтверждает, что для зерноуборочных комбайнов характерно отсутствие резких изменений по одному из параметров. Так, увеличение массы комбайнов вызывает необходимость установки двигателя с повышенной мощностью, что не противоречит и физическому смыслу.

С увеличением объёма бункера комбайна его масса возрастает с постоянной скоростью. Повышение объёма бункера (а следовательно, и массы зерна в нём) ведёт к увеличению нагрузок на металлоконструкцию комбайна, что в свою очередь вызывает увеличение размеров детали, а значит, и их массы для сохранения необходимого запаса прочности. Графики, построенные по полученным уравнениям, представлены на рисунках 2.14 и 2.15.

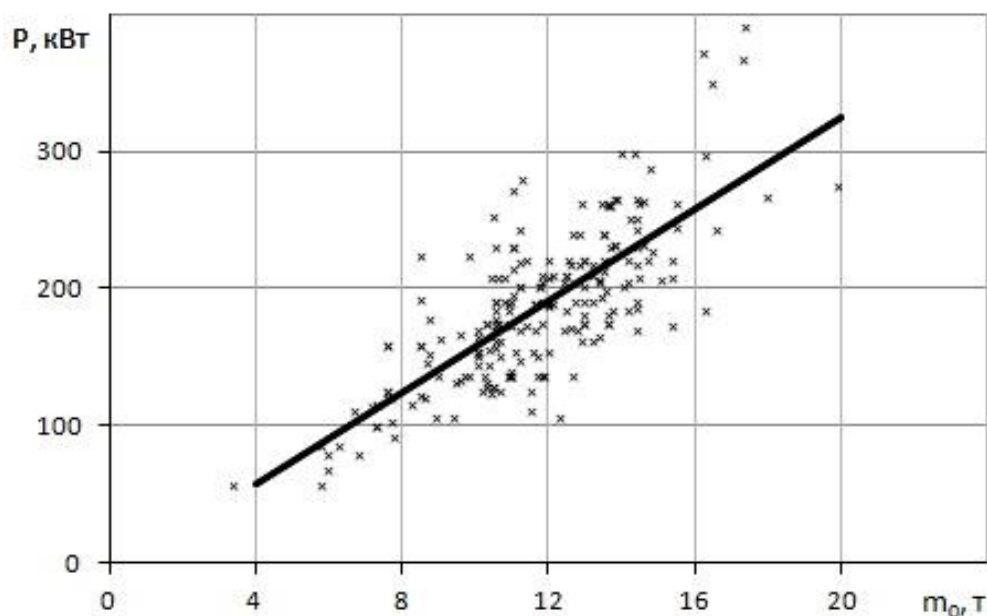


Рисунок 2.14 – Поле корреляции и зависимость мощности двигателя от массы зерноуборочных комбайнов

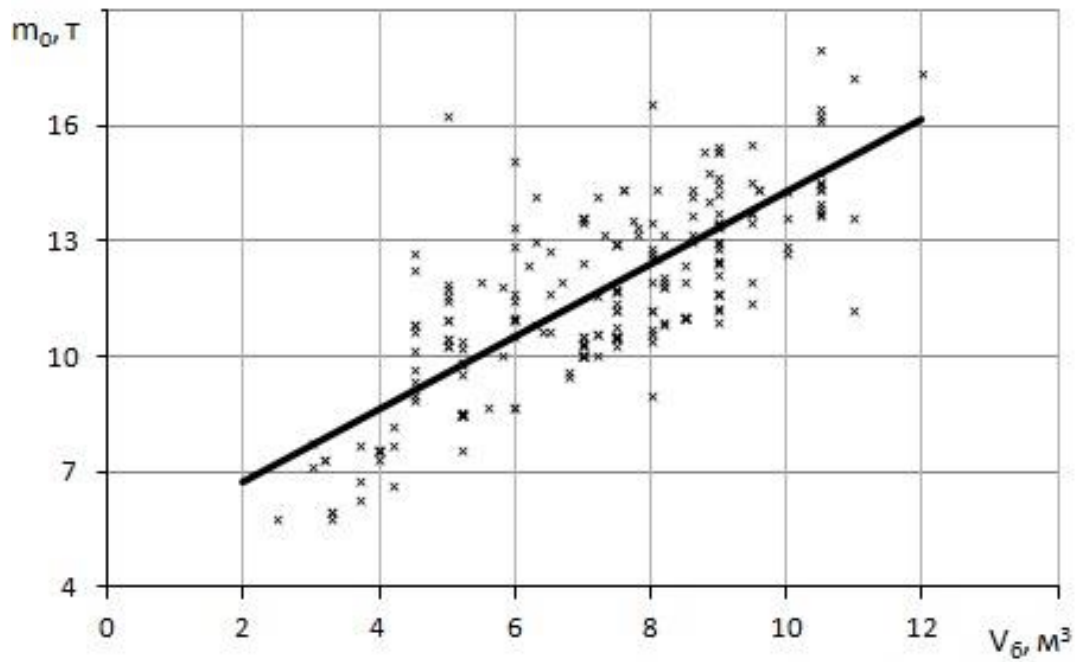


Рисунок 2.15 – Поле корреляции и зависимость массы зерноуборочных комбайнов от объема бункера

Результаты подтверждают данные исследований [52, 53] по другим мобильным энергонасыщенным системам.

При анализе мощности установленного двигателя, длины L_6 (м) и диаметра D_6 (м) молотильного барабана зерноуборочных комбайнов вычислены коэффициенты парной корреляции: $r_{P/L_6} = 0,734$ и $r_{P/D_6} = 0,251$.

Получены уравнения связи, адекватно отражающие мировой опыт создания зерноуборочных комбайнов:

$$P = 161,14L_6 - 34,664; \quad (2.8)$$

$$P = 182,14D_6 + 80,618. \quad (2.9)$$

Анализ графиков (рисунки 2.16, 2.17), построенных по полученным уравнениям, показывает, что характер зависимостей в обоих случаях прямолинейный. С увеличением длины молотильного барабана комбайна появляется необходимость выполнения большей работы в единицу времени с целью обеспечения регламентированных параметров технологического процесса. Прямолинейная зависимость между P и D_6 подтверждает, что при работе зерноуборочного комбайна увеличение диаметра молотильного барабана при прочих равных условиях вызывает повышение крутящего момента на его привод [51]. Это требует увеличения мощности двигателя, что соответствует физическому смыслу.

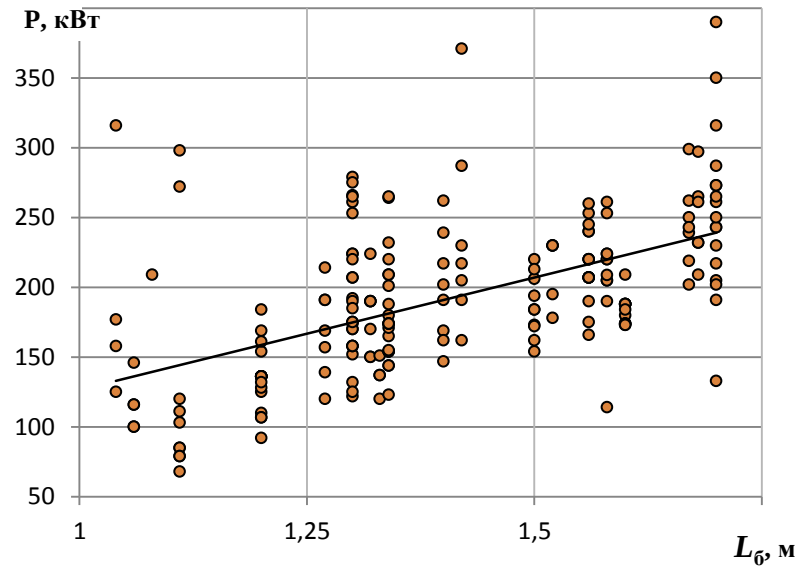


Рисунок 2.16 – Поле корреляции и зависимость мощности двигателя от длины молотильного барабана зерноуборочных комбайнов

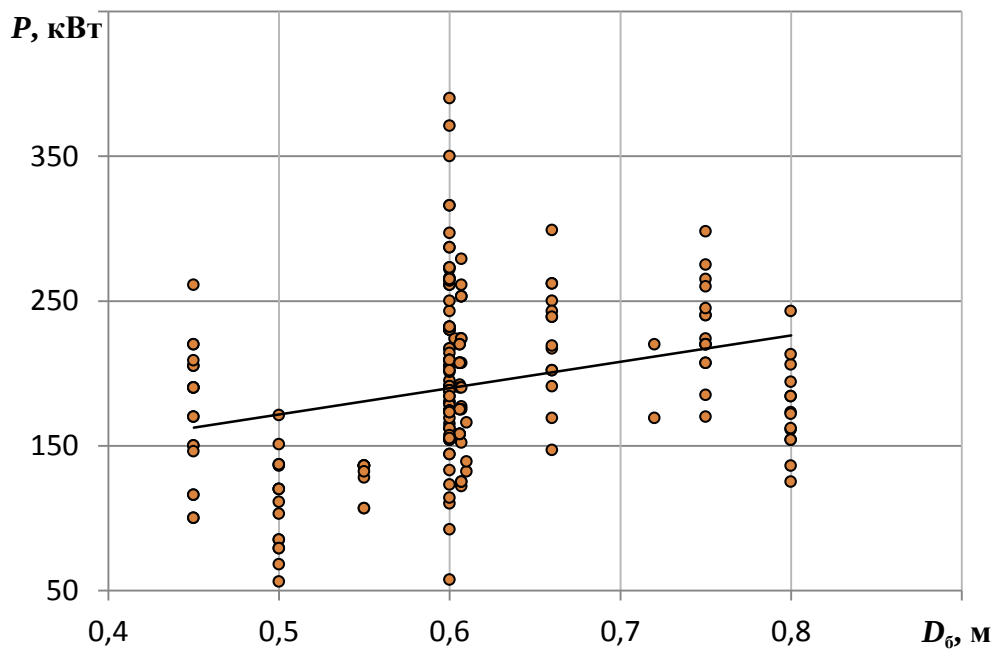


Рисунок 2.17 – Поле корреляции и зависимость мощности двигателя от диаметра барабана зерноуборочных комбайнов

При исследовании взаимодействия таких технических параметров комбайнов, как мощность установленного двигателя P (кВт), площади решёт S_p (м^2), площадь солоотряса S_c (м^2) определены существенные значения парных коэффициентов корреляции: $r_{P/S_p} = 0,733$ и $r_{P/S_c} = 0,655$. Установлены функцио-

нальные зависимости между мощностью двигателя и площадью решёт, а также мощностью двигателя и площадью соломотряса зерноуборочных комбайнов:

$$P = 38,884S_p + 3,123; \quad (2.10)$$

$$P = 27,509S_c + 26,658. \quad (2.11)$$

Поле корреляции и графики полученных зависимостей представлены на рисунках 2.18 и 2.19. Характер зависимостей в обоих случаях прямолинейный. Это подтверждает предположение о том, что для зерноуборочных комбайнов в мировом опыте отсутствуют резкие изменения по одному из показателей. Так, увеличение площади решёт вызывает необходимость установки более мощного двигателя, что обусловлено сохранением качества процесса очистки при увеличении пропускной способности комбайнов, а это ведёт к дополнительным затратам мощности [52, 53]. Повышение площади соломотряса приводит к возрастанию массы самого соломотряса и массы находящегося на нём обрабатываемого материала, что требует большей мощности на привод системы сепарации.

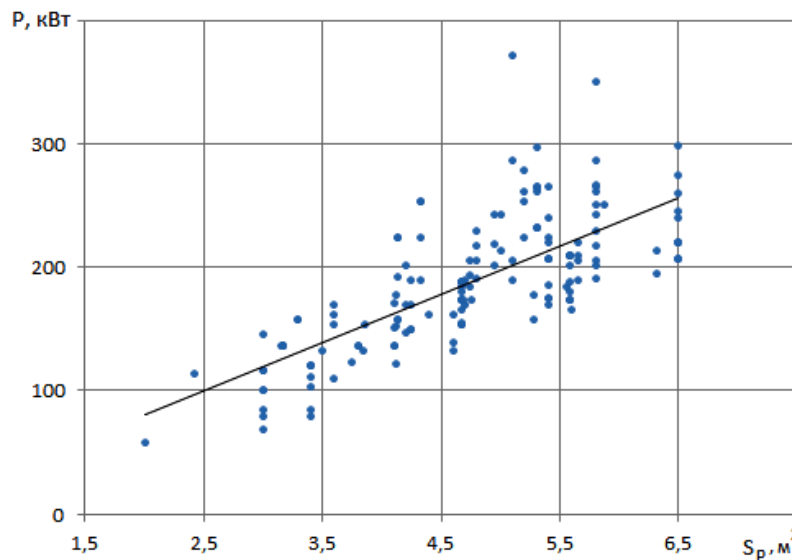


Рисунок 2.18 – Поле корреляции и зависимость мощности двигателя от площади решёт зерноуборочных комбайнов

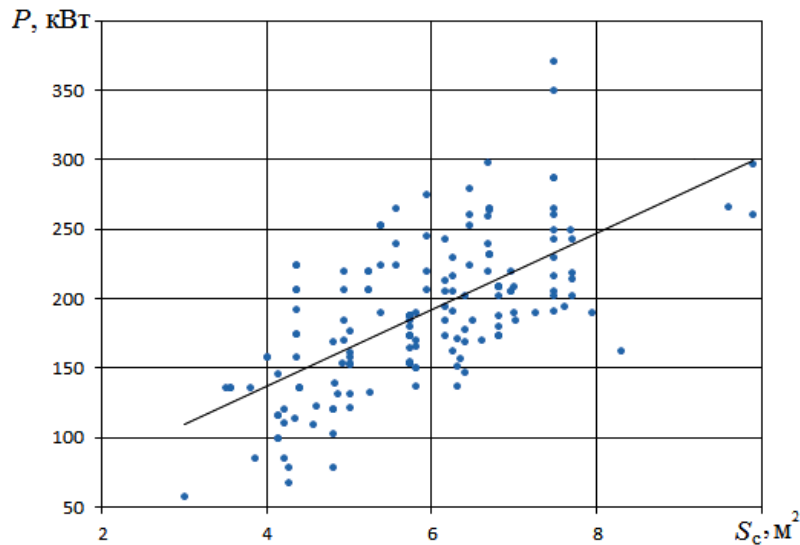


Рисунок 2.19 – Поле корреляции и зависимость мощности двигателя от площади соломотряса зерноуборочных комбайнов

При исследовании взаимного влияния таких параметров технических характеристик зерноуборочных комбайнов, как площадь решёт S_p (м^2), площадь соломотряса S_c (м^2) и длина молотильного барабана L_b (м), получены существенные значения парных коэффициентов корреляции: $r_{S_p/S_c} = 0,661$ и $r_{S_p/L_b} = 0,838$. В итоге это позволило установить функциональные зависимости между площадью решёт и площадью соломотряса, а также площадью решёт и длиной молотильного барабана. Получены уравнения связи, статистически значимые и адекватно отражающие сложившиеся закономерности в отечественном и зарубежном производстве зерноуборочных комбайнов:

$$S_p = 0,536S_c + 1,691; \quad (2.12)$$

$$S_p = 4,354L_b - 1,352. \quad (2.13)$$

Характер зависимостей в первом и во втором случаях прямолинейный. Это подтверждает мнение о том, что в мировой практике разработка зерноуборочных комбайнов подчинена развитию технического прогресса в направлении совершенствования выполняемого технологического процесса. Графическое представление зависимостей (2.12) и (2.13) показано на рисунках 2.20 и 2.21 соответственно.

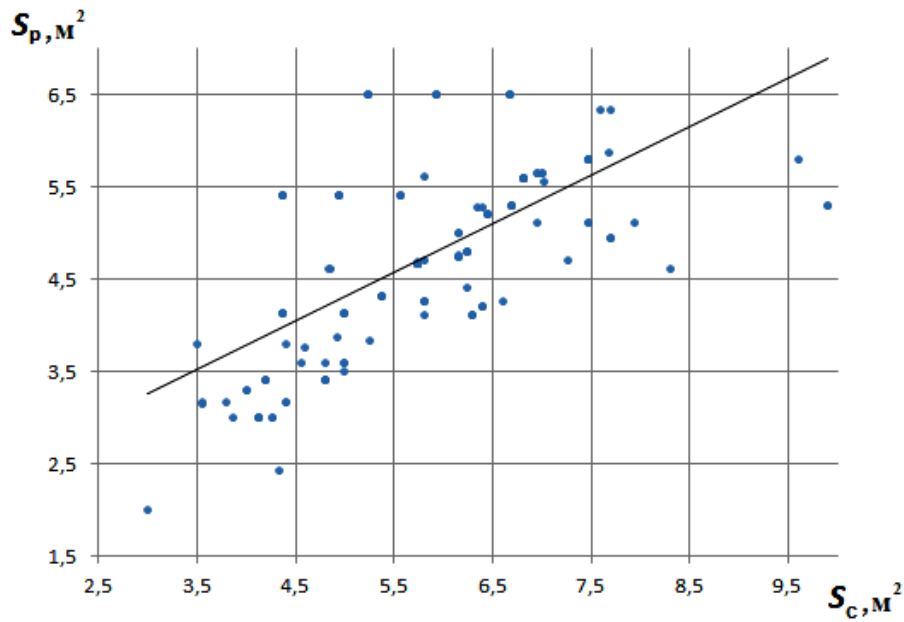


Рисунок 2.20 – Поле корреляции и зависимость площади решёт от площади соломотряса зерноуборочных комбайнов

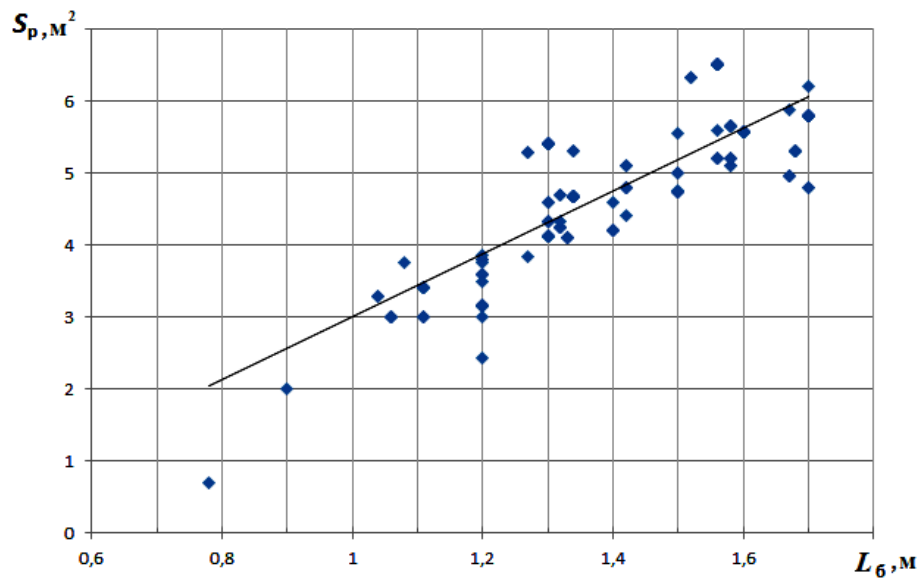


Рисунок 2.21 – Поле корреляции и зависимость площади решёт от длины молотильного барабана зерноуборочных комбайнов

Очевидно, что увеличение площади соломотряса вызывает необходимость повышения площади решет. Зерновой ворох, выделенный из соломотряса, через транспортную доску попадает на решёта. Качество выполнения технологического процесса комбайна должно быть постоянным. Увеличение длины молотильного барабана (ширины молотилки комбайна) способствует повышению пропускной

способности хлебной массы и, соответственно, производительности зерноуборочного комбайна в целом. При этом возрастает и количество зернового вороха, поступающего на решёта. Для качественного выполнения технологического процесса, при прочих равных условиях, необходимо увеличить и площадь решёт системы очистки вороха от примесей.

Полученные результаты подтверждают данные исследований по другим техническим показателям зерноуборочных комбайнов [52].

2.3 Системный анализ процессов работы зерноуборочного комбайна на уборке подсолнечника

Системный анализ технических систем зерноуборочного комбайна основывается на целостном рассмотрении технологического процесса комбайна. При этом, свойства системы как целого определяются не только как свойства его отдельных составных частей, но и свойствами структуры системы (рисунок 2.22).

Рассмотрим единый процесс образования потерь в системах зерноуборочных комбайнов. В качестве функции цели выступает параметр – потери маслосемян подсолнечника при уборке. При анализе работы комбайна выделены основные технологические этапы движения маслосемян подсолнечника с момента захвата стеблестоя рабочими элементами жатки до транспортирования в бункер зерновым шнеком.

Рассмотрим установившийся процесс работы зерноуборочного комбайна в какой-то условный момент времени. В этом случае значения всех констант и скоростей потоков масс убираемой культуры постоянны для процессов во всех технических системах. Описывая движения потоков скошенной массы подсолнечника, целесообразно разделить физические понятия и связывающие их уравнения. Одни описывают потоки движения массы подсолнечника, другие характеризуют работу систем комбайна без поступающей в них массы (по крайней мере, в некоторых пределах входных параметров). Разница между первыми и вторыми процессами может изменяться в определенных пределах. Первые процессы определяются урожайностью, физико-механическими свойствами массы корзинок и геометрическими параметрами маслосемян, вторые – режимом работы элементов рассматриваемой системы.

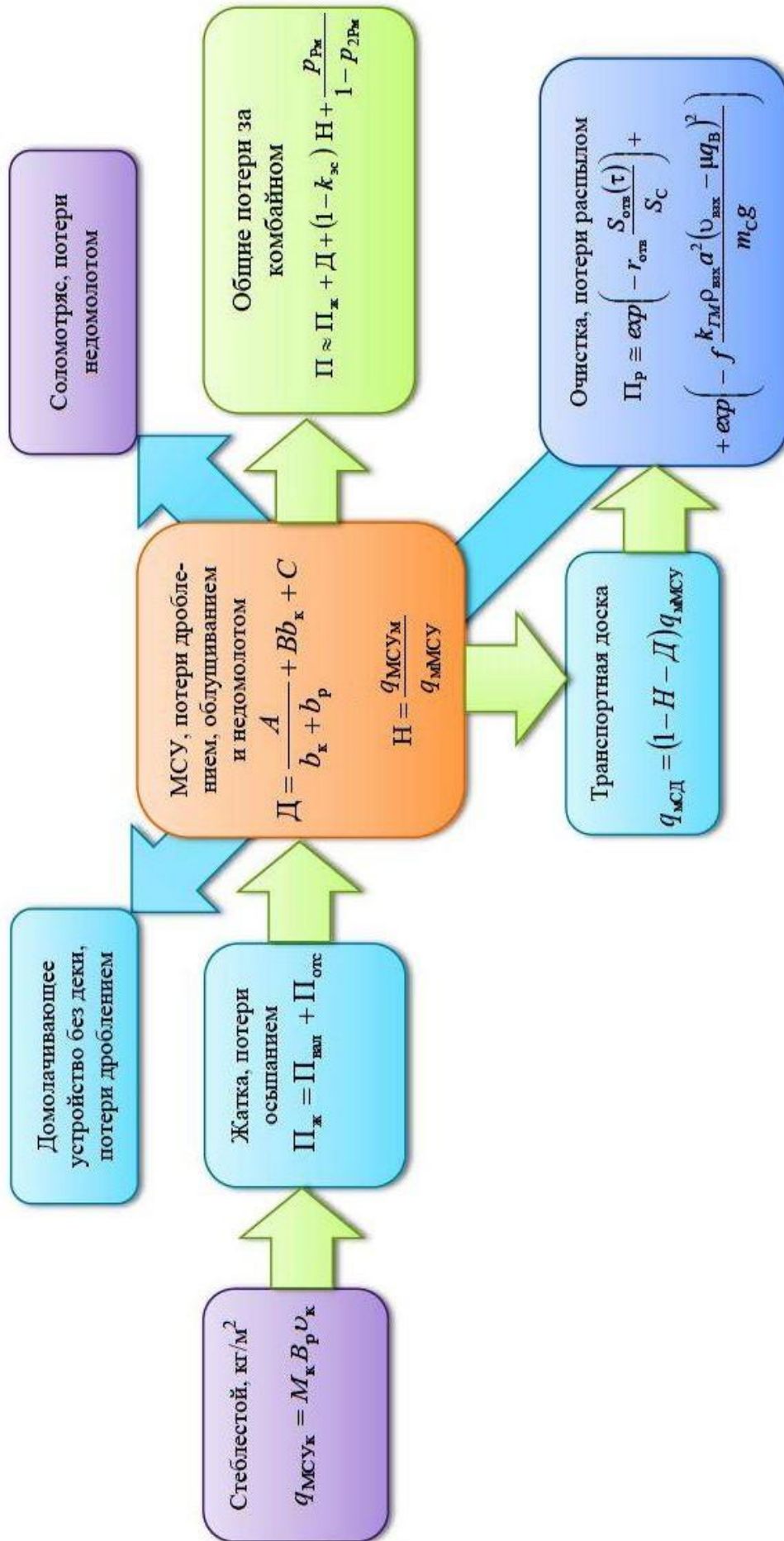


Рисунок 2.22 – Структурно-логическая модель методических основ снижения потерь маслосемян подсолнечника при уборке

1. *Стеблестой.* Фактором, характеризующим стеблестой, является урожайность маслосемян M_y (кг/м²). С учетом специфики работы зернового комбайна следует учитывать массу корзинок на единицу площади M_k (кг/м²), поскольку они поступают в МСУ вместе с маслосеменами и до момента взаимодействия с бичами и подбарабашем представляют собой единое целое. Параметры M_y и M_k в некоторой степени не могут являться независимыми, поскольку соотношение M_y / M_k определяется видом, сортом или гибридом подсолнечника, условиями произрастания и другими факторами [230]. Вследствие этого данное соотношение будет приемлемо на отдельно взятом участке поля (загоне). Соответственно указанные характеристики не относятся к работе комбайна и составляют первую группу.

2. *Жатка.* Жатка шнеком-мотовилом захватывает стебли подсолнечника, срезает их режущим аппаратом и при помощи шнека передает в наклонную камеру. В результате формируется поток массы корзинок (подача) q (кг/с) [267].

Взаимосвязанными параметрами комбайна в данной системе являются: v_k – скорость движения комбайна, B_p – рабочая ширина захвата жатки и Π_j – соотношение потерь за ней, выраженное в долях или процентах от фактической урожайности подсолнечника.

Поток q_m маслосемян в общей массе скошенного подсолнечника описывается следующим выражением:

$$q_m = (1 - \Pi_j) U B_p v_k, \quad (2.14)$$

где U – урожайность подсолнечника, кг/м²; B_p – рабочая ширина захвата жатки, м; v_k – скорость движения комбайна, м/с; Π_j – потери за жаткой, выраженные в долях [270].

Подача скошенной массы в МСУ:

$$q_{МСУ} = q_{МСУм} + q_{МСУк} + q_{МСУспр}, \quad (2.15)$$

где $q_{МСУм}$ – подача маслосемян, кг/с; $q_{МСУк}$ – подача корзинок без учета маслосемян, кг/с; $q_{МСУспр}$ – подача сорных примесей, кг/с.

Аналогично выражению (2.14) для q_k можно записать:

$$q_{МСУк} = m_k B_p v_k. \quad (2.16)$$

В данной категории системы параметры B_p , v_k и $\Pi_{ж}$ относятся ко второй группе. В некоторой степени $q_{МСУсп}$ также зависит от работы жатки [109, 209].

3. *Молотильно-сепарирующее устройство (МСУ) с бичами из полиуретана твердостью по Шору 90 ед. с шириной канавки 10 мм.* Работу МСУ принято описывать такими параметрами, как недомолот H , сепарация C и повреждаемость маслосемян Π [43, 121]:

$$q_{мсд} = (1 - H - \Pi) q_{мсу}, \quad (2.17)$$

где $q_{мсд}$ – выход маслосемян с МСУ через подбарабанье на транспортную доску, кг/с; $q_{мсу}$ – подача маслосемян в МСУ, кг/с.

4. *Соломотряс.* Эта система позволяет частично уменьшить потери недомолотом при работе МСУ. Поскольку в процессах обмолота подсолнечника соломотряс способен оказывать незначительное влияние на потери, то его принцип работы подробно рассматривать не имеет смысла. В этом случае ограничимся только коэффициентом эффективности соломотряса $k_{эс}$, который показывает отношение выходного потока маслосемян к входному в этом устройстве:

$$q_{см} = k_{эс} q_{мс}, \quad (2.18)$$

где $q_{см}$ – проход маслосемян с соломотряса на транспортёрную доску, кг/с; $q_{мс}$ – подача маслосемян в корзинках на соломотряс, кг/с.

5. *Транспортная доска, очистка, повторный цикл.* Решётные станы очистки отделяют маслосемена от сорных примесей. С точки зрения потоков массы описание работы решёт станов можно свести к четырем переменным:

$p_{рм}$ – вероятность потерь маслосемян в результате работы системы очистки;

$p_{репр}$ – вероятность прохождения сорных примесей через решёта;

$p_{2PМ}$ – вероятность отсеивания маслосемян на повторный цикл очистки с решёт;

$p_{2Pспр}$ – вероятность отсеивания сорных примесей на повторный цикл очистки.

Размерность всех вероятностей выражена в долях единиц.

Входной поток массы формируется работой МСУ, соломотряса и повторным циклом домолота частей корзинок и очистки маслосемян:

$$q_{2MP} = p_{2MP} q_{PM}; \quad (2.19)$$

$$q_{2спрP} = p_{2спрP} q_{Pспр}; \quad (2.20)$$

$$q_{MP} = q_{МСУМ} + q_{СМ} + q_{2М}; \quad (2.21)$$

$$q_{спрP} = q_{МСУспр} + q_{Сспр} + q_{2спр}, \quad (2.22)$$

где q_{2MP} , $q_{2спрP}$ – подача маслосемян и сорных примесей на повторный цикл очистки с решёт, кг/с; q_{MP} , $q_{спрP}$ – подача маслосемян и сорных примесей на решёта очистки, кг/с; $q_{МСУМ}$, $q_{СМ}$, $q_{2М}$ – подача маслосемян после МСУ, соломотряса и повторного цикла очистки на решёта очистки, кг/с; $q_{МСУспр}$, $q_{Сспр}$, $q_{2спр}$ – подача сорных примесей после МСУ, соломотряса и повторного цикла очистки на решёта очистки, кг/с.

Приведем выражения (2.19)–(2.22) к соотношениям:

$$q_{MP} = \frac{q_{МСУМ} + q_{СМ}}{1 - p_{2MP}}; \quad (2.23)$$

$$q_{спрP} = \frac{q_{МСУспр} + q_{Сспр}}{1 - p_{2спрP}}. \quad (2.24)$$

Поток вороха подсолнечника после прохождения системы очистки можно описать выражениями:

$$q_{PM} = (1 - p_{PM} - p_{2PM})q_{MP}; \quad (2.25)$$

$$q_{Pспр} = p_{Pспр}q_{спрP}. \quad (2.26)$$

После подстановки всех выражений, можно получить массу сепарированных маслосемян (прошедших решёта) q_{PM} и сорных примесей $q_{Pспр}$ в зерновом шнеке, и соответственно в бункере q_{BM} .

$$q_{BM} = \left(1 - \frac{p_{PM}}{1 - p_{2PM}}\right) q_{MC} [1 - (1 - k_{эC})H - D] (1 - \Pi_{ж}) M_y B_p v_k. \quad (2.27)$$

На основе приведенных выше математических выражений [232], можно представить систему уравнений, описывающих зависимость потерь маслосемян при уборке подсолнечника:

$$u \left\{ \begin{array}{l} \Pi_{ж} = \Pi_{вал} + \Pi_{отс} \\ \Pi_{вал} = L \left[\begin{array}{l} \int_{H_{0-ра} + H_{ра} - \frac{D_{вал}}{2}}^{H_{0-ра} + H_{ра} + \frac{D_{вал}}{2}} \Phi\left(\frac{h_{стеб} - \mu}{\sigma}\right) W_{стеб} \Delta Y \Pi_{корз}^{удар} dh_{стеб} \frac{D_{вал}}{H_{вит}} + \\ + \int_{H_{0-ра} + H_{ра} + \frac{D_{вал}}{2}}^{+\infty} \Phi\left(\frac{h_{стеб} - \mu}{\sigma}\right) W_{стеб} \Delta Y \Pi_{стеб,}^{удар} dh_{стеб} \frac{D_{вал}}{H_{вит}} \end{array} \right] \\ \Pi_{отс} = L \left[\begin{array}{l} \int_{H_{0-ра} + H_{ра} - \frac{D_{вал}}{2} - \Delta h_{\phi}}^{H_{0-ра} + H_{ра} + \frac{D_{вал}}{2} - \Delta h_{\phi}} \Phi\left(\frac{h_{стеб} - \mu}{\sigma}\right) \delta \Delta Y \Pi_{корз}^{удар} dh_{стеб} \frac{D_{вал}}{L_{отс}} + \\ + \int_{H_{0-ра} + H_{ра} + \frac{D_{вал}}{2} - \Delta h_{\phi}}^{+\infty} \Phi\left(\frac{h_{стеб} - \mu}{\sigma}\right) \delta \Delta Y \Pi_{стеб,}^{удар} dh_{стеб} \frac{D_{вал}}{L_{отс}} \end{array} \right] \\ D(b_k) = \frac{A}{b_k + b_p} + Bb_{\phi} + C \\ P_{PM} = 1 - \exp\left(-\frac{k_{ГМ} \rho_{ВЗХ} a_M^2 v_{ВЗХ}^2}{m_B g}\right) \end{array} \right. \quad (2.28)$$

где $\Pi_{\text{ж}}$ – потери маслосемян за жаткой; $\Pi_{\text{вал}}$ – потери маслосемян от взаимодействия с центральной трубой шнека-мотовила; $\Pi_{\text{отс}}$ – потери маслосемян при взаимодействии с отсекаателями; $H_{0-\text{ра}}$ – расстояние от плоскости режущего аппарата жатки до центра шнека-мотовила; $S_{\text{ра}}$ – расстояние от поверхности почвы до плоскости режущего аппарата; $D_{\text{вал}}$ – диаметр трубного вала шнека-мотовила; $H_{\text{вит}}$ – ширина витка шнека-мотовила; $L_{\text{отс}}$ – длина отсекаателя; $\Phi(x)$ – функция Лапласа; $h_{\text{стеб}}$ – высота стеблестоя подсолнечника; μ и $\sigma_{\text{ст}}$ – математическое ожидание и дисперсия распределения стеблестоя по высоте; $W_{\text{стеб}}$ – густота стеблестоя подсолнечника; ΔY – длина участка стеблестоя, попавшего на мотовило без взаимодействия с отсекаателями; $dh_{\text{стеб}}$ – переменная высота стеблестоя подсолнечника; dh_{ϕ} – высота подъема или опускания отсекаателем стеблестоя в зависимости от направления вектора скорости и конечной точки отсекаателя; A – эмпирический коэффициент, учитывающий геометрию рифов бича молотильного барабана; $b_{\text{к}}$ – ширина канавки бича; $b_{\text{р}}$ – ширина рифа бича; B – эмпирический коэффициент, учитывающий геометрию канавок бича молотильного барабана; $b_{\text{б}}$ – ширина бича; C – эмпирический коэффициент, учитывающий геометрию маслосемян; $\Pi_{\text{рм}}$ – потери маслосемян распылом с решёт очистки; $r_{\text{отв}}$ – радиус регулируемого отверстия решета; $k_{\text{ГМ}}$ – коэффициент, учитывающий геометрию семянки; $\rho_{\text{возд}}$ – плотность воздушного потока; $a_{\text{м}}$ – средние размеры семянки подсолнечника; $v_{\text{возд}}$ – скорость воздушного потока; μ – коэффициент сепарации; $q_{\text{в}}$ – подача маслосемян на решёта очистки; $m_{\text{с}}$ – масса маслосемян, прошедших решёта очистки.

Полученная система уравнений (2.28) отражает формирование потерь маслосемян из потерь за жаткой, дробления маслосемян в МСУ и потерь в решётах. Преобразовав ее, получим выражение для определения потерь:

$$\Pi = 1 - \frac{q_{\text{в}}}{M_{\text{у}} B_{\text{р}} v_{\text{к}}} = 1 - \left(1 - \frac{p_{\text{рм}}}{1 - p_{2\text{рм}}} \right) [1 - (1 - k_{\text{эс}}) H - D] (1 - \Pi_{\text{ж}}), \quad (2.29)$$

где $k_{\text{эс}}$ – коэффициент эффективности соломотряса, $k_{\text{эс}} = 0,5 \dots 0,55$; $p_{\text{рм}}$ – вероятность потерь маслосемян распылом; $p_{2\text{рм}}$ – вероятность отсеивания маслосе-

мян на повторный цикл очистки; H – удельное количество маслосемян, не вымолоченных из корзинок.

Произведение величин M_y, B_p, v_k отражает общее поступление маслосемян при захвате стеблестоя жаткой. Потери в уравнении (2.29) выражены в долях потерь от технических систем зерноуборочного комбайна.

Приближённое значение потерь маслосемян можно определить по формуле:

$$П \approx П_{ж} + Д + (1 - k_{эс})H + \frac{P_{PM}}{1 - P_{2PM}} \quad (2.30)$$

Суммарные относительные потери при работе зерноуборочного комбайна являются суммой относительных потерь в его отдельных технических системах. При произведении полученных значений потерь на подачу вороха подсолнечника q_b получаем величину потерь (кг/с).

Системный анализ состояния проблемы показал, что резервом снижения потерь маслосемян подсолнечника при уборке является разработка технологических схем и технических решений шнека-мотовила, молотильного аппарата, а также решёт системы очистки комбайна.

2.4 Теоретические исследования процесса захвата стеблей подсолнечника шнеком-мотовилом

На основе результатов исследований отечественных и зарубежных конструкций жаток и приспособлений для уборки подсолнечника на кафедре «Техническое обеспечение АПК» СГАУ имени Н.И. Вавилова было разработано новое приспособление – шнек-мотовило специализированной жатки для уборки подсолнечника (патент РФ № 72115) [196]. Работа жатки, оснащённой шнеком-мотовилом, осуществляется посредством воздействия на стебли и корзины витков навивки, что позволяет снизить ускорение движения корзины $w_{корз}$ и исключает ударное воздействие трубного вала мотовила на стеблестой. При этом стебли захватываются отсекающими шнеком-мотовилом с последующим наклоном к центру, чтобы корзины оказались над днищем жатки. В этом слу-

чае при вымолачивании корзинок семянки остаются в жатке, не осыпаясь в зазоры между стеблеподъемниками на почву. В процессе работы зерноуборочный комбайн 1 (рисунок 2.23) с жаткой для уборки подсолнечника 2 входит в стеблестой подсолнечника 4 стеблеподъемниками 3, разделяя его по междурядьям.

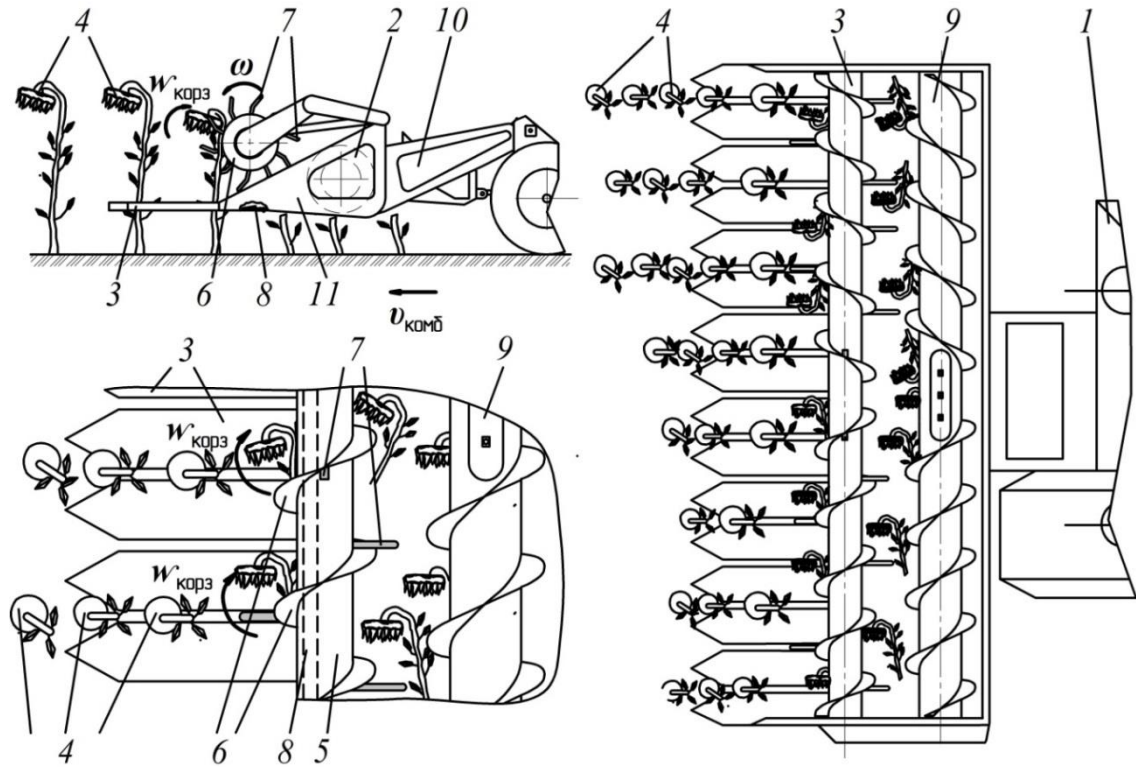


Рисунок 2.23 – Технологическая схема работы шнека-мотовила:
 1 – зерноуборочный комбайн; 2 – жатка; 3 – стеблеподъемники;
 4 – стеблестой подсолнечника; 5 – шнек-мотовило; 6 – витки;
 7 – отсекатели; 8 – режущий аппарат; 9 – шнек жатки; 10 – наклонная
 камера; 11 – фартук; $w_{корз}$ – ускорение движения корзинок;
 v_k – линейная скорость движения комбайна

Захват стеблей осуществляется отсекателями 7 и витками 6 шнека, в процессе чего происходит наклон стеблей витками к центру шнека-мотовила таким образом, чтобы корзинки оказались над днищем жатки.

Стебли, не захватываемые отсекателями 7, попадают под воздействие витков 6 шнека, которые также наклоняют их к центру днища жатки. Вследствие этого удается избежать прямого удара корзинок подсолнечника о трубный вал шнека-мотовила и, как следствие, – осыпания семянки с последующим отбросом их за пределы бокового фартука 11. Данная технология захвата стеблестоя подсолнечника способствует снижению ускорения движения корзинок и осыпания семянки.

При этом осыпание семян в результате контакта корзинок с отсекающими и витками шнека-мотовила осуществляется на днище жатки.

С точки зрения геометрии рассматриваемый шнек-мотовило представляет собой цилиндр с двумя геликоидами, или винт Архимеда. Шнек-мотовило – цилиндр диаметром $D_{\text{вал}}$ и длиной L с двумя равными по длине геликоидами с противоположной навивкой шириной $S_{\text{вит}}$ и шагом h_s . Используем декартовые координаты $Oxyz$. Расположим систему координат таким образом, чтобы ось цилиндра совпала с осью абсцисс Ox , ось ординат Oy – с направлением движения комбайна, а ось аппликат Oz была направлена вертикально (рисунок 2.24).

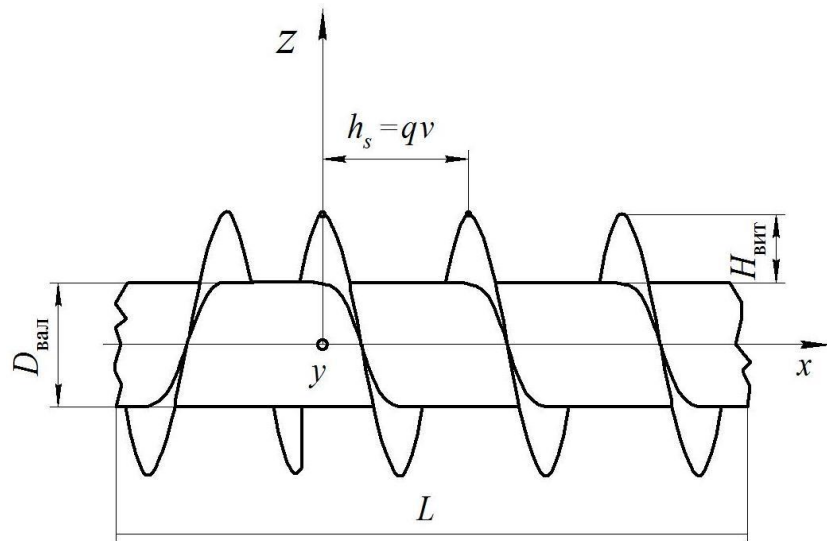


Рисунок 2.24 – Параметры винтового движения шнека-мотовила

Уравнение поверхности произвольного геликоида в состоянии покоя [31]:

$$\begin{cases} x = qv; \\ y = u \sin v; \\ z = u \cos v, \end{cases} \quad (2.31)$$

где q – параметр винтового движения (скорость вращения), м/рад; v – цилиндрическая координата точки на винтовой поверхности, рад; u – координата точки на винтовой поверхности, м.

При $v = \text{const}$, u – переменной получаем образующую центральной трубы, при $u = \text{const}$, v – переменной – винтовую линию.

Уравнение трубного вала шнека-мотовила в состоянии покоя:

$$y^2 + z^2 = \frac{D_{\text{вал}}^2}{4}, \quad (2.32)$$

где $D_{\text{вал}}$ – диаметр трубного вала шнека-мотовила, м.

Цилиндр состоит из колец окружности. Поэтому в трехмерном пространстве выражение (2.32) будет являться уравнением цилиндра – трубного вала шнека-мотовила (рисунок 2.25).

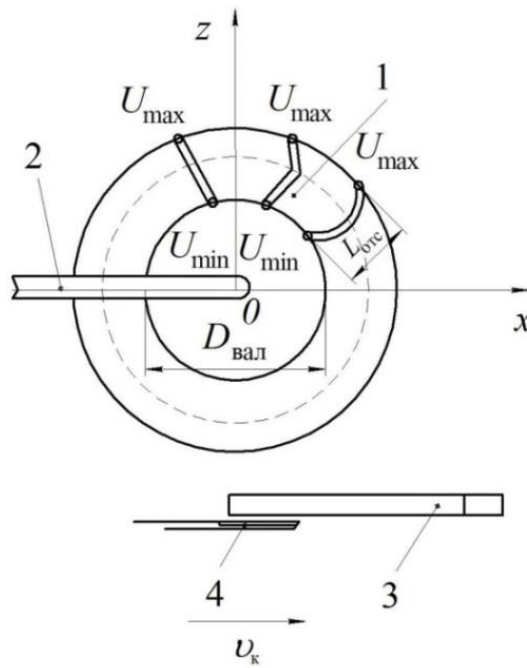


Рисунок 2.25 – Схема к определению диапазонов $u_{\min} - u_{\max}$:

1 – навивка шнека-мотовила; 2 – поддержка;
3 – стеблеподъемники; 4 – режущий аппарат

Поверхности цилиндров соприкасаются. Подставив в уравнение (2.32) 2-е и 3-е уравнения системы (2.31), получим:

$$\begin{aligned} (u \sin \nu)^2 + (u \cos \nu)^2 &= \frac{D_{\text{вал}}^2}{4}; \\ u^2 (\sin^2 \nu + \cos^2 \nu) &= \frac{D_{\text{вал}}^2}{4}; \\ u^2 &= \frac{D_{\text{вал}}^2}{4}; \\ u &= \frac{D_{\text{вал}}}{2}. \end{aligned} \quad (2.33)$$

Таким образом, наименьшее значение нахождения точки – на участке от центра до образующей $u_{\min} = \frac{D_{\text{вал}}}{2}$. Очевидно, что:

$$u_{\max} = u_{\min} + L_{\text{отс}} = \frac{D_{\text{вал}}}{2} + L_{\text{отс}}, \quad (2.34)$$

где $u_{\max}$ – максимальное значение положения точки от центра трубного вала до образующей, м; $u_{\min}$ – минимальное значение положения точки от центра трубного вала до образующей, м; $L_{\text{отс}}$ – расстояние между точками $u_{\min}$ и $u_{\max}$ (длина предполагаемого отсекаателя), м.

Выберем на поверхности геликоида две точки, имеющие одну и ту же абсциссу, и рассмотрим путь, по которому можно попасть из одной точки в другую. Очевидно, что при перемещении между этими двумя точками необходимо совершить полный оборот вокруг оси Ox . Угол оборота составляет 2π радиан. При этом вдоль оси Ox нужно будет сместиться на расстояние h_s .

Следовательно, используя 1-е уравнение системы (2.31), получим:

$$\begin{aligned} |x_1 - x_2| &= |qU - q(U + 2\pi)| = h_s; \\ 2q\pi &= h_s; \\ q &= \frac{h_s}{2\pi}, \end{aligned} \quad (2.35)$$

где x_1, x_2 – координаты произвольной точки, м; h_s – расстояние смещения по навивке мотовила между двумя точками (шаг навивки), м; q – угловое перемещение точки, рад.

Тогда система уравнений (2.31) преобразуется к виду:

$$\begin{cases} x = \frac{h_s}{2\pi} \nu; \\ y = u \sin \nu; \\ z = u \cos \nu. \end{cases} \quad (2.36)$$

$$u \in \left[\frac{D_{\text{вал}}}{2}; \frac{D_{\text{вал}}}{2} + L \right],$$

где u – значение положения произвольной точки от центра трубного вала до образующей, м; L – длина шнека-мотовила, м (см. рисунок 2.24).

Выбранная система координат позволяет наложить на угол ν ограничения, так как участки поверхности геликоида имеют одинаковую длину вдоль оси Ox [31, 114]. Используя 1-е уравнение системы (2.29), получим:

$$\begin{aligned} -\frac{L}{2} &\leq \frac{h_s}{2\pi} \nu \leq \frac{L}{2}; \\ -\frac{L}{2} \frac{2\pi}{h_s} &\leq \nu \leq \frac{L}{2} \frac{2\pi}{h_s}; \\ -\frac{\pi L}{h_s} &\leq \nu \leq \frac{\pi L}{h_s}. \end{aligned} \quad (2.37)$$

Перепишем систему уравнений (2.36) следующим образом:

$$\begin{cases} x = \frac{h_s}{2\pi} \nu; \\ y = u \sin \nu \text{ при } \nu \in \left(-\frac{\pi L}{h_s}; 0 \right); \\ y = -u \sin \nu \text{ при } \nu \in \left(0; \frac{\pi L}{h_s} \right); \\ z = u \cos \nu. \end{cases} \quad (2.38)$$

или

$$\begin{cases} x = \frac{h_s}{2\pi} \nu; \\ y = -\text{sign } \nu u \sin \nu; \\ z = u \cos \nu, \end{cases} \quad (2.39)$$

где $\text{sign } \nu$ – показатель индикации знака числа [114, 129]:

$$\text{sign } \nu = \begin{cases} -1 \text{ при } \nu < 0; \\ 0 \text{ при } \nu = 0; \\ 1 \text{ при } \nu > 0. \end{cases} \quad (2.40)$$

Функцию $\text{sign } \nu$ вводим в выражение по причине того, что навивки шнека расположены противоположно друг другу. Это позволит не учитывать изменения знака. Количество отсекающих $N_{\text{отс}}$ на шнеке-мотовиле:

$$N_{\text{отс}} = N_{\text{стеб}} + 1, \quad (2.41)$$

где $N_{\text{стеб}}$ – количество стеблеподъемников жатки, шт.:

$$N_{\text{стеб}} = \left[\frac{L}{\Delta h_{\text{стеб}} + h_{\text{стеб}}} \right], \quad (2.42)$$

где $\Delta h_{\text{стеб}}$ – ширина зазора между стеблеподъемниками, м; $h_{\text{стеб}}$ – ширина стеблеподъемника, м (рисунок 2.26).

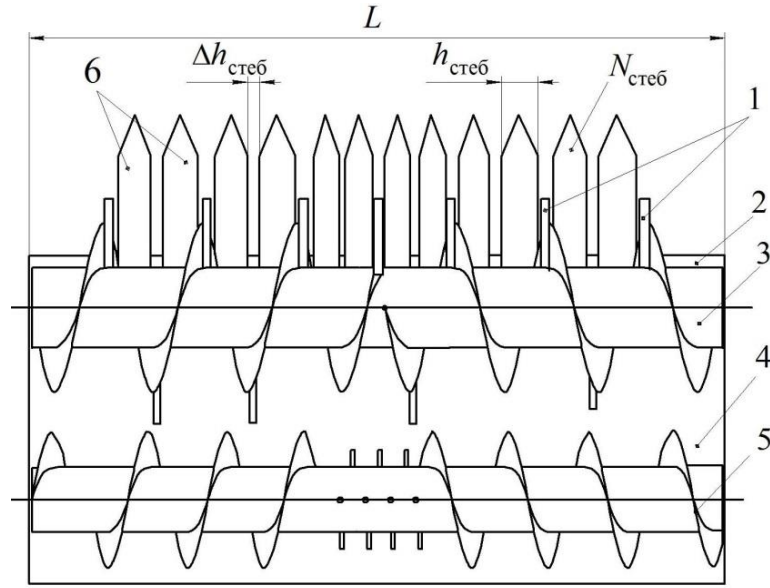


Рисунок 2.26 – Расположение стеблеподъемников и отсекающих
шнека-мотовила: 1 – отсекающие; 2 – режущий аппарат;
3 – шнек-мотовило; 4 – жатка; 5 – шнек жатки

Определим координаты точек крепления отсекающих. Координаты абсцисс:

$$\begin{aligned} x_{S_1} &= -\frac{L}{2}; \\ x_{S_2} &= x_{S_1} + \frac{L}{N_{\text{стеб}}} = -\frac{L}{2} + \frac{L}{N_{\text{стеб}}} = \frac{L}{2} \left(\frac{2}{N_{\text{стеб}}} - 1 \right); \\ x_{S_y} &= x_{S_2} + \frac{L}{N_{\text{стеб}}} = \frac{L}{2} \left(\frac{2}{N_{\text{стеб}}} - 1 \right) + \frac{L}{N_{\text{стеб}}} = \frac{L}{2} \left(\frac{4}{N_{\text{стеб}}} - 1 \right); \\ x_{S_{N_i}} &= x_{S_{N_i-1}} + \frac{L}{N_{\text{стеб}}} = \frac{L}{2} \cdot \left(\frac{2(N_s - 1)}{N_{\text{стеб}}} - 1 \right) + \frac{L}{N_{\text{стеб}}} = \frac{L}{2}, \end{aligned} \quad (2.43)$$

где x_{S_i} – координата точки крепления i -го отсекаателя, м.

Полученное выражение (2.43) можно преобразовать к виду:

$$x_{S_i} = \frac{L}{2} \left(\frac{2(i-1)}{N_{\text{стеб}}} - 1 \right), \quad (2.44)$$

$$i = 1 \dots N_{\text{стеб}},$$

где i – i -й отсекаатель, закреплённый на шнеке-мотовиле.

Ординаты и аппликаты точек крепления отсекаателей найдем из выражений (2.43) и (2.44):

$$\begin{cases} x_{S_i} = \frac{h_s}{2\pi} \nu_{S_i}; \\ y_{S_i} = -\text{sign } \nu_{S_i} u_{S_i} \sin \nu_{S_i}; \\ z_{S_i} = u_{S_i} \cos \nu_{S_i}; \\ u_{S_i} = u_{\min} = \frac{D_{\text{вал}}}{2}, \end{cases} \quad (2.45)$$

где x_{S_i} – координата абсциссы точки крепления i -го отсекаателя, м; y_{S_i} – координата ординаты точки крепления i -го отсекаателя, м; z_{S_i} – координата аппликаты точки крепления i -го отсекаателя, м; u_{S_i} – координата точки крепления i -го отсекаателя на винтовой поверхности (угол) i -го отсекаателя, рад; ν_{S_i} – цилиндрическая координата точки крепления i -го отсекаателя на винтовой поверхности, рад.

Определим координаты точек крепления отсекаателей в момент времени t_0 :

$$\left\{ \begin{array}{l} x_{S_i} = \frac{L}{2} \left(\frac{2(i-1)}{N_{\text{стеб}}} - 1 \right); \\ v_{S_i} = \frac{2\pi}{h_s} x_{S_i}; \\ y_{S_i} = -\text{sign} \left(\frac{2\pi}{h_s} x_{S_i} \right) \frac{D_{\text{вал}}}{2} \sin \left(\frac{2\pi}{h_s} x_{S_i} \right) = \text{sign} (2(i-1) - N_{\text{стеб}}) \frac{D_{\text{вал}}}{2} \sin \left(\frac{2\pi}{h_s} x_{S_i} \right); \\ z_{S_i} = \frac{D_{\text{вал}}}{2} \cos \left(\frac{2\pi}{h_s} x_{S_i} \right); \\ i = 1 \dots N_{\text{стеб}}. \end{array} \right. \quad (2.46)$$

Так как отсекатели смещены друг от друга на определенный угол и в процессе работы постоянно движутся в плоскости z , то приведем выражение для координат точек крепления отсекателей вокруг оси Ox :

$$\left\{ \begin{array}{l} x_{S_i}(t) = \frac{L}{2} \left(\frac{2(i-1)}{N_{\text{стеб}}} - 1 \right); \\ y_{S_i}(t) = \frac{D_{\text{вал}}}{2} \sin \Omega; \\ z_{S_i}(t) = \frac{D_{\text{вал}}}{2} \cos \Omega; \\ \Omega = \text{sign} (2(i-1) - N_{\text{отс}}) \left(\omega t + \frac{2\pi}{h_s} x_{\text{отс}_i} \right); \\ i = 1 \dots N_{\text{стеб}}, \end{array} \right. \quad (2.47)$$

где t – время, с; ω – угловая скорость вращения шнека-мотовила, рад/с; $x_{\text{отс}_i}$ – абсцисса произвольной точки отсекаателя, м.

Для определения уравнений вращения отсекателей различной формы были рассмотрены следующие отсекатели (рисунок 2.27):

- прямой, являющийся прямым параллелепипедом, длиной $L_{\text{отс}}$;
- изогнутый, образуемый двумя параллелепипедами под углом отгиба рабочей части χ , отношение длин которых зададим коэффициентом плеч отсекаателя $K_{\text{плеч}}$:

$$K_{\text{плеч}} = \frac{a_{uS_1}}{a_{uS_2}}; \quad (2.48)$$

- дугообразный, характеризуемый радиусом кривизны R_s .

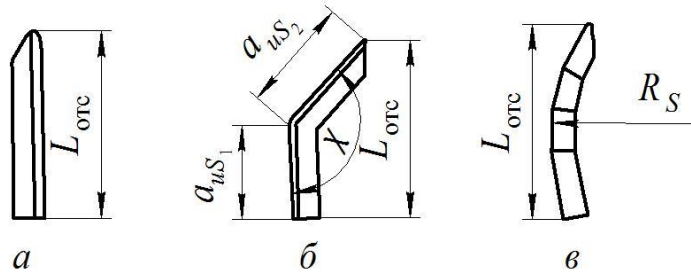


Рисунок 2.27 – Формы отсекающих: *а* – прямой;
б – изогнутый; *в* – дугообразный

Отсекатели независимо от своей формы расположены в плоскости, перпендикулярной оси Ox шнека-мотовила. Для удобства вычисления можно перейти к вспомогательной системе координат OX^*Y^* . Уравнения, связывающие координаты y, z и X^*, Y^* имеют вид (рисунок 2.28) [114]:

$$\begin{cases} X^* = y, \\ Y^* = z. \end{cases} \quad (2.49)$$

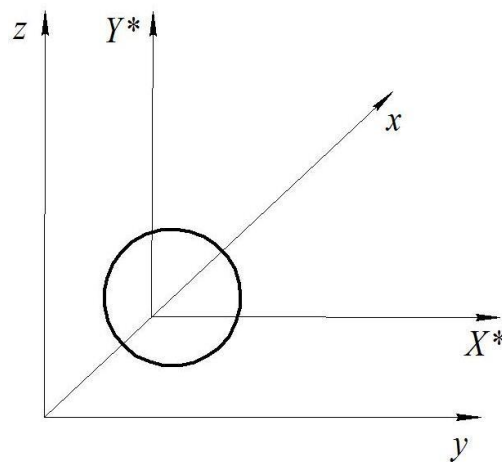


Рисунок 2.28 – Связь вспомогательной и основной систем координат: $X^*; Y^*$ – оси плоской системы координат

Длина прямых отсекатели обусловлена расстоянием от центра трубного вала до крайней точки отсекатели $\frac{D_{\text{вал}}}{2} + L_{\text{отс}}$ [276] и расстоянием от оси мотовила до любой точки навивки – r_t (рисунок 2.29).

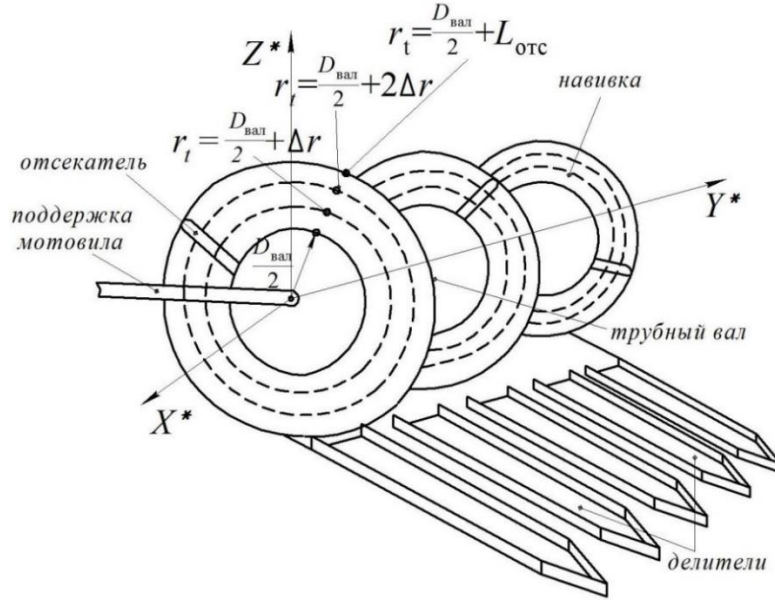


Рисунок 2.29 – Координаты точки прямого отсекатели:
 r_t – расстояние от оси мотовила до точки прямого отсекатели, м;
 Δr – равное расстояние между точками, м

Уравнение вращения прямых отсекателей:

$$\begin{cases} x_{\text{отс}_i}(t, r_t) = \frac{L}{2} \left(\frac{2(i-1)}{N_{\text{отс}}} - 1 \right); \\ y_{\text{отс}_i}(t, r_t) = r_t \sin \Omega; \\ z_{\text{отс}_i}(t, r_t) = r_t \cos \Omega; \\ \Omega = \text{sign}(2(i-1) - N_{\text{отс}}) \left(\omega t + \frac{2\pi}{h_s} x_{\text{отс}_i} \right); \\ i = 1 \dots N_{\text{отс}}. \end{cases} \quad (2.50)$$

Геометрия отсекателей с изогнутой частью характеризуется углом отгиба рабочей части χ и различными длинами частей a_{uS_1} и a_{uS_2} (рисунок 2.30).

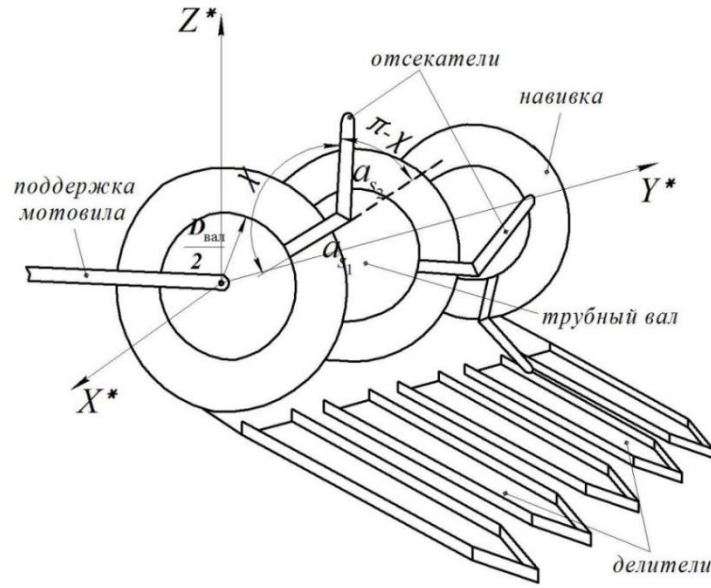


Рисунок 2.30 – Схема к определению длин плеч изогнутого отсекаателя:
 a – точка крепления отсекаателя; a_{us_1} – расстояние от точки крепления отсекаателя до точки изгиба, м; a_{us_2} – расстояние от точки изгиба до конечной точки отсекаателя, м; χ – угол изгиба отсекаателя, град.

Уравнение вращения рассматриваемых отсекаателей:

$$\left\{ \begin{array}{l} x_{отс_i}(t, r_t) = \frac{L}{2} \left(\frac{2(i-1)}{N_{отс}} - 1 \right); \\ y_{отс_i}(t, r_t) = r_t \sin \Omega \text{ при } r_t \in \left(\frac{D_{вал}}{2}; \frac{D_{вал}}{2} + a_{us_1} \right); \\ z_{отс_i}(t, r_t) = r_t \cos \Omega \text{ при } r_t \in \left(\frac{D_{вал}}{2}; \frac{D_{вал}}{2} + a_{us_1} \right); \\ y_{отс_i}(t, r_t) = \frac{D_{вал}}{2} \sin \Omega + r_t \frac{\sin \Omega + K_{плеч} \sin(\chi + \Omega)}{1 - K_{плеч} \cos \chi} \\ \text{при } r_t \in \left(\frac{D_{вал}}{2} + a_{us_1}; \frac{D_{вал}}{2} - a_{us_2} \cos \chi \right); \\ z_{отс_i}(t, r_t) = \frac{D_{вал}}{2} \cos \Omega + r_t \frac{\cos \Omega + K_{плеч} \cos(\chi + \Omega)}{1 - K_{плеч} \cos \chi} \\ \text{при } r_t \in \left(\frac{D_{вал}}{2} + a_{us_2}; \frac{D_{вал}}{2} - a_{us_2} \cos \chi \right); \\ \Omega = \text{sign}(2(i-1) - N_{отс}) \left(\omega t + \frac{2\pi}{h_s} x_{отс_i} \right); \\ i = 1 \dots N_{отс}. \end{array} \right. \quad (2.51)$$

Дугообразный отсекатель можно рассматривать как прямой с радиусом кривизны R_s . Угол χ в этом случае представляет собой угол между двумя касательными, проведенными к окружности радиусом R_s .

Система уравнений вращения дугообразных отсекателей [209]:

$$\begin{cases} x_{отс_i}(t, r_t) = \frac{L}{2} \left(\frac{2(i-1)}{N_{отс}} - 1 \right); \\ y_{отс_i}(t, r_t) = \left(\frac{D_{вал}}{2} + r_t \frac{\sqrt{4R_s^2 - r_t^2}}{2R_s} \right) \sin \Omega - \frac{r_t^2}{2R_{bl}} \cos \Omega; \\ z_{отс_i}(t, r_t) = \left(\frac{D_{вал}}{2} + r_t \frac{\sqrt{4R_s^2 - r_t^2}}{2R_s} \right) \cos \Omega + \frac{r_t^2}{2R_s} \sin \Omega; \\ \Omega = \text{sign}(2(i-1) - N_{отс}) \left(\omega t + \frac{2\pi}{h_s} \chi \right); \\ i = 1 \dots N_{отс}. \end{cases} \quad (2.52)$$

Полученные системы уравнений (2.51) и (2.52) позволяют определить положение любой точки отсекателя различной формы в различный момент времени при взаимодействии шнека-мотовила со стеблестоем подсолнечника.

2.5 Динамические характеристики стебля подсолнечника

К динамическим характеристикам стебля относятся: масса, координаты центра масс и момент инерции стебля. Для создания геометрической модели стебля разобьем стебель на три участка (рисунок 2.31): прямой участок стебля OA ; изогнутый участок AB ; корзинка B . Участок OA (I) будет представлять собой конус постоянной плотности [31, 261]. Объем усеченного конуса:

$$V = \frac{1}{3} \pi l_1 (R_1^2 + R_1 R_2 + R_2^2), \quad (2.53)$$

где l_1 – длина прямолинейного участка стебля OA , м; R_1 – радиус основания усеченного конуса, м; R_2 – радиус сечения конуса, м.

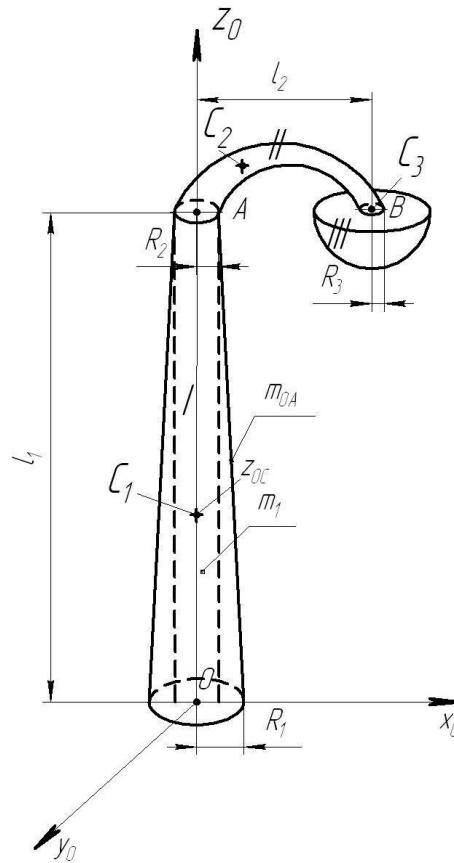


Рисунок 2.31 – Геометрическая схема стебля подсолнечника:
 C_1, C_2, C_3 – центры тяжести участков стебля I, II и III соответственно

Объём цилиндра, вписанного в конус:

$$V_1 = \pi R_2^2 l_1. \quad (2.54)$$

Координаты центра масс:

$$x_{0C_1} = 0; \quad (2.55)$$

$$y_{0C_1} = 0; \quad (2.56)$$

$$z_{0C_1} = \frac{l_1}{4} \frac{R_1^2 + 2R_1R_2 + 3R_2^2}{R_1^2 + R_1R_2 + R_2^2}. \quad (2.57)$$

Для определения моментов инерции стебля составим уравнение данной конической поверхности [85]:

$$x^2 + y^2 = \left(R_1 - \frac{R_1 - R_2}{l_1} z\right)^2. \quad (2.58)$$

Момент инерции прямоугольного участка стебля OA относительно осей Oxy :

$$I_{zy_1} = I_{xy_{1цпл}} + \frac{m'_1}{3V_0} \int_0^{2\pi} d\varphi \left(\frac{P_1^3 r^2}{2} - P_1^2 P_2 r^3 + \frac{3}{4} P_1 P_2 r^4 - \frac{P_2^3 r^5}{5} \right) \Bigg|_{R_2}^{R_1}; \quad (2.59)$$

$$P_1 = \frac{l_1 R_1}{R_1 - R_2}; \quad (2.60)$$

$$P_2 = \frac{l_1}{R_1 - R_2}. \quad (2.61)$$

Так как $I_{xy_{1цпл}} = \frac{1}{12} m_1 l_1^2$, то

$$I_{x_1 y_1} = \frac{1}{12} m_1 l_1^2 + \frac{2\pi m'_1}{2V_2} \left[\left(\frac{P_1^3}{2} (R_1 - R_2)^2 - P_1^2 P_2 (R_1 - R_2)^3 + \right. \right. \\ \left. \left. + \frac{3}{4} P_1 P_2^2 (R_1 - R_2)^4 - \frac{1}{5} P_2^3 (R_1 - R_2)^5 \right) \right], \quad (2.62)$$

где $V_2 = V - V_1$.

Массу участка стебля OA определим как сумму двух масс усеченного конуса:

$$m_1 + m'_1 = m_{OA}; \quad (2.63)$$

$$m'_1 = m_{OA} - m_1 = m_{OA} \left(1 - \frac{V_1}{V_2} \right) = m_{OA} \left(1 - \frac{3R_2^2}{R_1^2 + R_1 R_2 + R_2^2} \right) = \frac{R_1^2 + R_1 R_2 - 2R_2^2}{R_1^2 + R_1 R_2 + R_2^2}. \quad (2.64)$$

Выразим массу участка стебля OA :

$$m_1 = \frac{V_1}{V} m_{OA} = \frac{3R_2^2 m_{OA}}{R_1^2 + R_1 R_2 + R_2^2}. \quad (2.65)$$

Момент инерции прямоугольного участка OA относительно осей Oxz (кг/м²):

$$I_{y_1 z_1} = I_{y_1 z_{1цпл}} + \frac{m'_1}{V_2} \iiint x^2 dx dy dz = I_{xz_{1цпл}} + \frac{m'_1}{V_2} \int_0^{3\pi} r^2 \cos^2 \varphi d\varphi \int_{R_1}^{R_2} r^3 dr \int_0^{R_1 - P_2 r} dz, \quad (2.66)$$

где $I_{xz_{1цпл}} = \frac{1}{4} m_1 R_2^2$.

Таким образом,

$$I_{x_1 z_1} = \frac{1}{4} m_1 R_2^2 + \frac{\pi m_1 (R_1 - R_2)^4 \left[(P_1 - P_2 (R_1 - R_2)) \right]}{20 V_2}. \quad (2.67)$$

В силу симметрии усеченного конуса относительно оси z имеем [31]:

$$I_{x z_1} = I_{y z_1}; \quad (2.68)$$

$$I_{x_1} = I_{y_1} = I_{x y_1} = I_{x z_1}; \quad (2.69)$$

$$I_{z_1} = \frac{3 m_1}{10} \frac{R_1^5 - R_2^5}{R_1^2 - R_2^2}. \quad (2.70)$$

Переход от декартовых координат к полярным [13]:

$$\begin{aligned} x_1 &= r \cos \varphi; \\ y_1 &= 0; \\ z_1 &= r \sin \varphi. \end{aligned} \quad (2.71)$$

Заменяем объёмную фигуру AB дугой окружности с переменной линейной плотностью $\gamma(\varphi)$ (рисунок 2.32):

$$\gamma(\varphi) = k R^2, \quad (2.72)$$

где k – коэффициент пропорциональности; R – радиус сечения участка AB , м.

Запишем уравнение окружности:

$$r = \frac{l_2}{2}; \quad (2.73)$$

$$r' = 0. \quad (2.74)$$

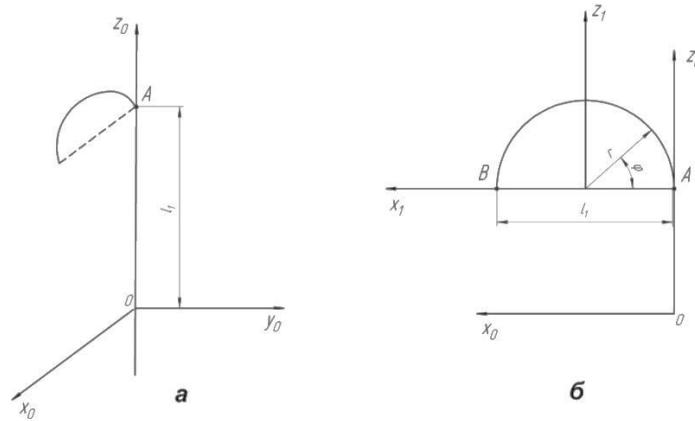


Рисунок 2.32 – Геометрия дугообразного участка стебля AB (шейка стебля)

Заменим обозначение радиуса распрямленного участка стебля AB R_2 на R_3 (рисунок 2.33).

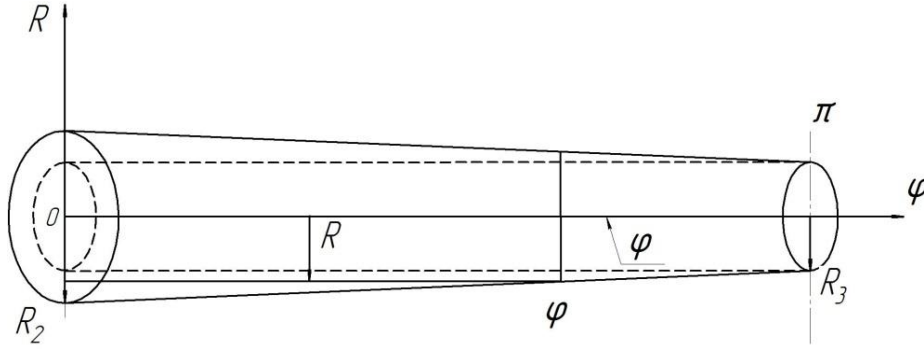


Рисунок 2.33 – Геометрия участка AB

Текущий радиус дугообразного участка:

$$R = R_2 - \frac{R_3 - R_2}{\pi} \varphi. \quad (2.75)$$

Введём промежуточный коэффициент λ_1 :

$$\lambda_1 = \frac{R_3 - R_2}{\pi}. \quad (2.76)$$

Тогда

$$\begin{aligned} \gamma(\varphi) &= k(R_2 - \lambda_1 \varphi)^2; \\ \gamma(\varphi) &= k(R_2^2 - 2R_2\lambda_1\varphi + \lambda_1^2\varphi^2). \end{aligned} \quad (2.77)$$

Масса материальной кривой m_2 дугообразного участка AB переменной плотности :

$$m_2 = \int_{AB} \gamma(r, \varphi) \sqrt{r^2 + (r')^2} d\varphi. \quad (2.78)$$

Для упрощения расчетов введем обозначение:

$$k = \frac{2m_2}{l_2 \pi (R_2^2 - R_2^2 \lambda_1 \pi + \frac{1}{3} \lambda_1^2 \pi^2)}. \quad (2.79)$$

Найдем координаты центра масс дугообразного участка AB ($x_{0C_2}, y_{0C_2}, z_{0N_2}$).

Перейдем к полярной системе координат. Методом интегрирования получим

моменты инерции дугообразного участка стебля AB относительно осей координат [13, 114]:

$$x_{0C_2} = x_{1C} + \frac{l_2}{2} = \frac{k l_2^2 \lambda}{m_2^2} (R_2 - \lambda_1) + \frac{l_2}{2}; \quad (2.80)$$

$$y_{0C_2} = y_{1C} = 0; \quad (2.81)$$

$$z_{0C_2} = z_{1C} + l_1 = \frac{k l_2^2}{4m_2} [2R_2^2 - 4\pi R_2 \lambda + 2\lambda_1^2 (\pi - 1)] + l_1. \quad (2.82)$$

Моменты инерции относительно осей системы координат x_0, y_0, z_0 согласно теореме Штейнера [13]:

$$I_{x_{02}} = I_{x_2} + m_2 \frac{l_2^2}{4}; \quad (2.83)$$

$$I_{y_{02}} = I_{y_{22}}; \quad (2.84)$$

$$I_{z_{02}} = I_{z_{22}} + m_2 l_1^2. \quad (2.85)$$

Для определения моментов инерции корзинки представим ее в виде полусферы радиусом R_3 (рисунок 2.34). Уравнение окружности основания корзинки: $y = \sqrt{R_3^2 - x^2}$, дуги ее сферы: $z = \sqrt{R_3^2 - x^2 - y^2}$.

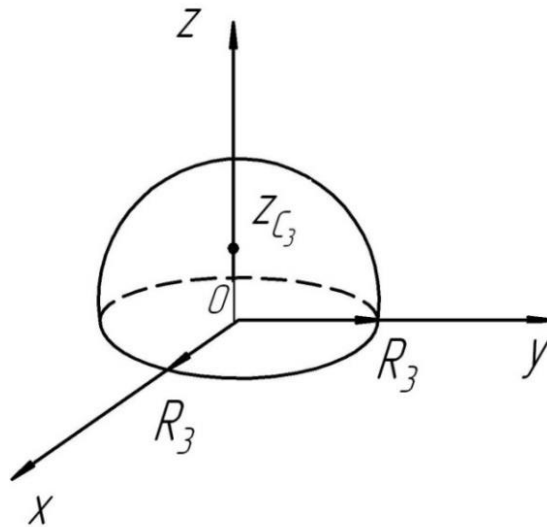


Рисунок 2.34 – Геометрия корзинки B

Моменты инерции корзинки B :

$$I_{x_3} = I_{xy_3} + I_{xz_3} = m_3(z^2 + y^2); \quad (2.86)$$

$$I_{y_3} = I_{yz_3} + I_{xy_3} = m_3(x^2 + z^2). \quad (2.87)$$

Вычислим координаты центра масс корзинки:

$$x_3 = l_1 \cos \alpha; \quad (2.88)$$

$$y_3 = l_1 \cos \beta; \quad (2.89)$$

$$z_3 = l_1 \cos \gamma. \quad (2.90)$$

Суммарные моменты инерции стебля:

$$I_x = I_{x_1} + I_{x_2} + I_{x_3}; \quad (2.91)$$

$$I_y = I_{y_1} + I_{y_2} + I_{y_3}; \quad (2.92)$$

$$I_z = I_{z_1} + I_{z_2} + I_{z_3}. \quad (2.93)$$

Момент $\vec{M}$ силы $\vec{F}$ относительно точки O будет равен векторному произведению:

$$\vec{M}(\vec{F}) = \vec{r}\vec{F}, \quad (2.94)$$

где $\vec{r}$ – расстояние от центра тела до точки приложения силы, м; $\vec{F}$ – сила, приложенная к стеблю, Н.

Для определения момента силы тяжести $\vec{M}_1(m_1\vec{g})$ участка стебля OA вычислим радиус-вектор [13, 261]:

$$\vec{r}_1 = z_{1C} \cos \alpha \vec{i} + z_{1C} \cos \beta \vec{j} + z_{1C} \cos \gamma \vec{k}, \quad (2.95)$$

где $\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$ – орты (единичные векторы).

Сила, приложенная к стеблю [209, 261]:

$$\vec{F} = -m_1 g \vec{k}. \quad (2.96)$$

Определим моменты сил как векторы, действующие на стебель подсолнечника. Момент $\vec{M}$ силы $\vec{F}$ относительно точки O будет равен векторному произведению:

$$\overrightarrow{M}(\overrightarrow{F}) = \vec{r}_1 \overrightarrow{F}, \quad (2.97)$$

где $\vec{r}_1$ – расстояние от центра тела до точки приложения силы, м; $\overrightarrow{F}$ – сила, приложенная к стеблю, Н.

Для определения момента силы тяжести $\overrightarrow{M}_1(mg)$ участка стебля OA вычислим радиус-вектор [31]:

$$\vec{r}_1 = z_{1c} \cos \alpha \vec{i} + z_{1c} \cos \beta \vec{j} + z_{1c} \gamma \vec{k}, \quad (2.98)$$

где $\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$ – орты (единичные векторы).

Сила, приложенная к стеблю:

$$\overrightarrow{F} = -m_1 g \vec{k}. \quad (2.99)$$

Момент силы тяжести $\overrightarrow{M}_1(m_1 \vec{g})$ участка стебля OA :

$$\overrightarrow{M}(m_1 \vec{g}) = \vec{r}_1 \times m_1 \vec{g} = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ z_{1c} \cos \alpha & z_{1c} \cos \beta & z_{1c} \cos \lambda \\ 0 & 0 & 0 \end{vmatrix} = z_{1c} \cos \beta \vec{i}. \quad (2.100)$$

Моменты относительно координатных осей:

$$M_{x_1}(m_1 \vec{g}) = -z_{1c} m_1 g \cos \beta; \quad (2.101)$$

$$M_{y_1}(m_1 \vec{g}) = z_{1c} m_1 g \cos \alpha; \quad (2.102)$$

$$M_{z_1}(m_1 \vec{g}) = 0. \quad (2.103)$$

Момент силы тяжести $\overrightarrow{M}_1(m_1 \vec{g})$ участка OA показан на рисунке 2.35.

Определим координаты силы тяжести $m_2 \vec{g}$ и радиуса-вектора $\vec{r}_2$:

$$(m_2 g)_x = 0; \quad (2.104)$$

$$(m_2 g)_y = 0; \quad (2.105)$$

$$(m_2 g)_z = -m_2 g; \quad (2.106)$$

$$r_{2x} = (l_1 + z_{2C}) \cos \alpha + x_{2C} \sin \alpha; \quad (2.107)$$

$$r_{2y} = (l_1 + z_{2C}) \cos \alpha + x_{2C} \sin \beta; \quad (2.108)$$

$$r_{2z} = (l_1 + z_{2C}) \cos \gamma - x_{2C} \sin \gamma. \quad (2.109)$$

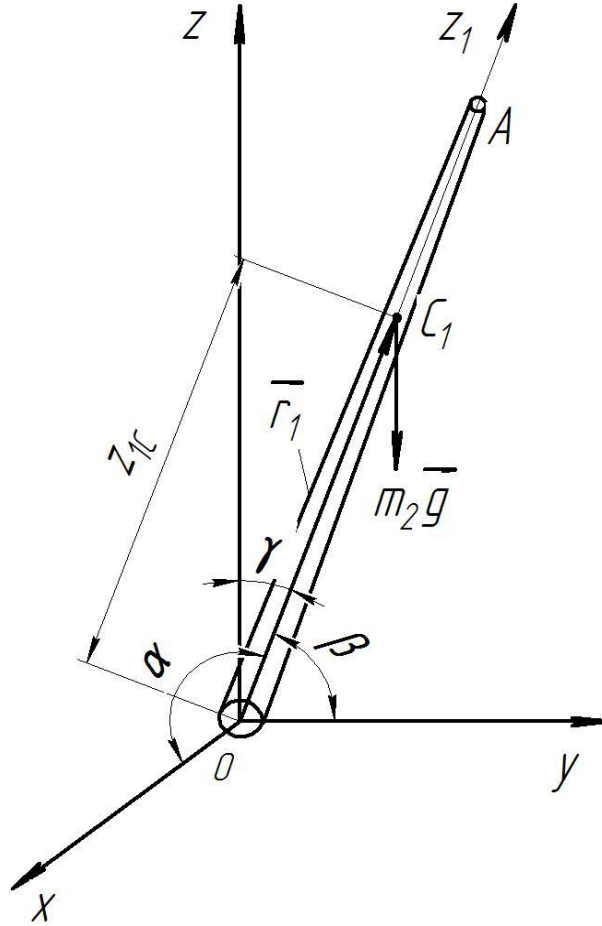


Рисунок 2.35 – Момент силы тяжести участка стебля OA :

$\vec{r}_1$ – радиус-вектор, определяющий положение центра масс участка стебля OA ; z_{C1} – расстояние от начала координат до центра масс по Oz_1

Отсюда момент силы тяжести дугообразного участка AB [13, 209]:

$$\begin{aligned} \vec{M}_2(m_2 \vec{g}) &= \vec{r}_2 m_2 \vec{g} = \\ &= \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ (l_1 + z_{2C}) \cos \alpha + x_{2C} \sin \alpha & (l_1 + z_{2C}) \cos \alpha + x_{2C} \sin \beta & (l_1 + z_{2C}) \cos \alpha + x_{2C} \sin \gamma - m_2 g \\ 0 & 0 & 0 \end{vmatrix} \quad (2.110) \end{aligned}$$

Момент силы тяжести $\vec{M}_2(m_2\vec{g})=0$ дугообразного участка стебля AB (рисунок 2.36):

$$\begin{aligned} \vec{M}_2(m_2\vec{g}) = & -m_2g[(l_1 + z_{2c})\cos\beta + x_{2c}\sin\beta]\vec{i} + \\ & + m_2g(l_1 + z_{2c})\cos\alpha + x_{2c}\sin\alpha]\vec{j}. \end{aligned} \quad (2.111)$$

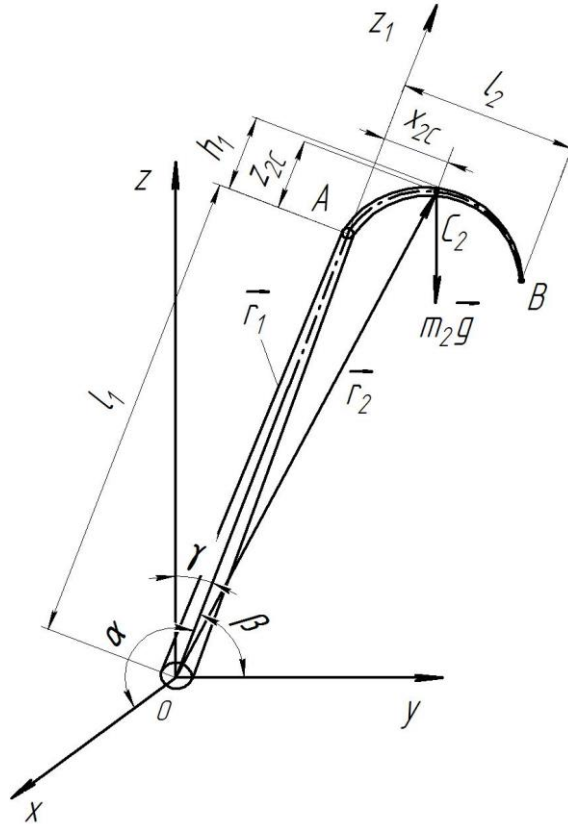


Рисунок 2.36 – Момент силы тяжести участка стебля AB :

$\vec{r}_2$ – радиус-вектор от поверхности почвы до центра масс дугообразного участка AB ; x_{2c} – координата центра масс дугообразного участка AB относительно оси стебля

Моменты силы тяжести относительно координатных осей:

$$M_{x_2}(m_2\vec{g}) = -m_2g[(l_1 + z_{2c})\cos\beta + x_{2c}\sin\beta]; \quad (2.112)$$

$$M_{y_2}(m_2\vec{g}) = m_2g[(l_1 + z_{2c})\cos\alpha + x_{2c}\sin\alpha]; \quad (2.113)$$

$$M_{y_2}(m_2\vec{g}) = 0. \quad (2.114)$$

Момент силы тяжести $\vec{M}_3(m_3\vec{g})$ корзинки B представлен на рисунке 2.37:

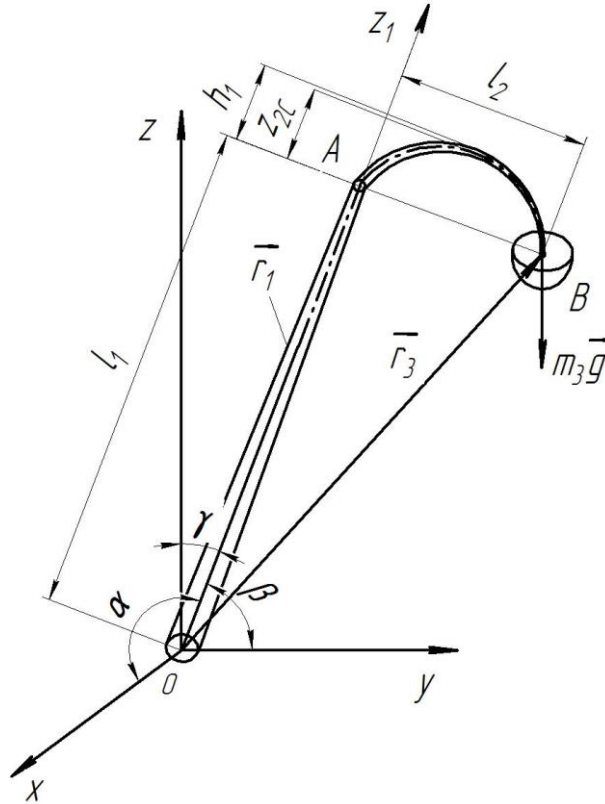


Рисунок 2.37 – Момент силы тяжести корзинки B :

$\vec{r}_3$ – радиус-вектор от поверхности почвы до центра масс корзинки B ; l_2 – расстояние от оси стебля до центра масс корзинки B ; Oz_1 – ось стебля

Определим координаты радиуса-вектора $\vec{r}_3$ корзинки B :

$$\vec{r}_{3x} = l_1 \cos \alpha + l_2 \sin \alpha ; \quad (2.115)$$

$$\vec{r}_{3y} = l_1 \cos \alpha + l_2 \sin \alpha ; \quad (2.116)$$

$$\vec{r}_{3z} = l_1 \cos \alpha + l_2 \sin \alpha . \quad (2.117)$$

Момент силы тяжести $\vec{M}_3(m_3 \vec{g})$ корзинки B :

$$\vec{M}_3(m_3 \vec{g}) = \vec{r}_3 m_3 g = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ l_1 \cos \alpha + l_2 \sin \alpha & l_1 \cos \beta + l_2 \sin \beta & l_1 \cos \gamma + l_2 \sin \gamma \\ 0 & 0 & 0 \end{vmatrix} ; \quad (2.118)$$

$$\vec{M}_3(m_3\vec{g}) = -m_3g(l_1 \cos \alpha \beta + l_2 \sin \beta)\vec{i} + m_3g(l_1 \cos \alpha + l_2 \sin \alpha)\vec{j}. \quad (2.119)$$

Момент силы тяжести $\vec{M}_3(m_3\vec{g})$ корзинки B относительно координатных осей:

$$M_{x_3}(m_3\vec{g}) = -m_3g(l_1 \cos \beta + l_2 \sin \beta); \quad (2.120)$$

$$M_{x_3}(m_3\vec{g}) = m_3g(l_1 \cos \alpha + l_2 \sin \alpha); \quad (2.121)$$

$$M_{z_3}(m_3\vec{g}) = 0. \quad (2.122)$$

Находим момент силы воздействия отсекаателя $\vec{F}_{отс}$ (рисунок 2.38) [261].

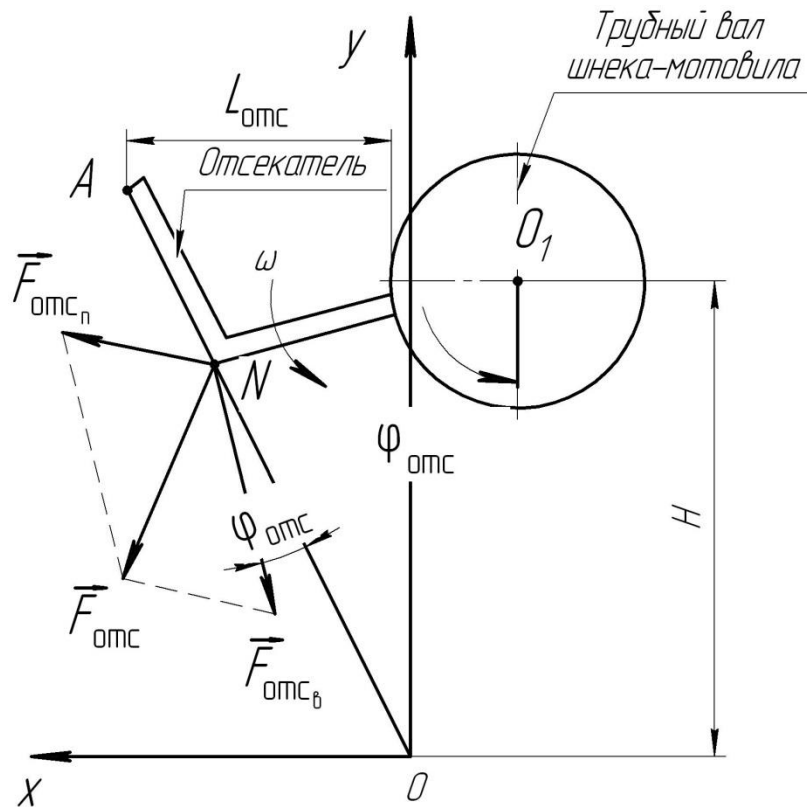


Рисунок 2.38 – Момент силы воздействия отсекаателя: $\vec{F}_{отс_B}$ – сила, вызванная поступательным движением отсекаателя, Н; $\vec{F}_{отс_B}$ – сила, вызванная вращательным движением отсекаателя, Н

Сила, вызванная поступательным движением отсекателя $\vec{F}_{\text{отс}}$, пропорциональна линейной скорости движения комбайна:

$$\vec{F}_{\text{отс}_\Pi} = k \vec{v}_{\text{комб}}, \quad (2.123)$$

где k – коэффициент пропорциональности (взаимодействия вращения отсекателя с линейной скоростью движения комбайна); $\vec{v}_{\text{комб}}$ – линейная скорость движения комбайна, м/с.

Сила, вызванная вращательным движением отсекателя $\vec{F}_{\text{отс}_B}$:

$$\vec{F}_{\text{отс}_B} = k \omega L_{\text{отс}}, \quad (2.124)$$

где ω – угловая скорость отсекателя, рад/мин; $L_{\text{отс}}$ – длина отсекателя, м.

Определим проекции сил отсекателя:

$$F_{\text{отс}_x} = F_{\text{отс}_\Pi} F_{\text{отс}_B} \cos \varphi_{\text{отс}} = k (\nu_{\text{комб}} \omega L_{\text{отс}} + \cos \varphi_{\text{отс}}); \quad (2.125)$$

$$F_{\text{отс}_y} = 0; \quad (2.126)$$

$$F_{\text{отс}_z} = -k \omega R_{\text{отс}} \sin \varphi_{\text{отс}}. \quad (2.127)$$

Проекцию радиуса-вектора $\vec{r}_N = \overrightarrow{ON}$ найдем, используя соотношение:

$$H - L_{\text{отс}} \cos \varphi_{\text{отс}} = r_{N_z}. \quad (2.128)$$

Однако $r_{N_z} = ON \cos \gamma$, отсюда:

$$H - L_{\text{отс}} \cos \varphi_{\text{отс}} = ON \cos \gamma; \quad (2.129)$$

$$ON = |\vec{r}_N| \cos \alpha = \frac{H - L_{\text{отс}} \cos \varphi_{\text{отс}}}{\cos \gamma}; \quad (2.130)$$

$$r_{N_x} = |\vec{r}_N| \cos \alpha = \frac{H - L_{\text{отс}} \cos \varphi_{\text{отс}}}{\cos \gamma} \cos \alpha; \quad (2.131)$$

$$r_{N_y} = |\vec{r}_N| \cos \beta = \frac{H - L_{\text{отс}} \cos \varphi_{\text{отс}}}{\cos \gamma} \cos \beta. \quad (2.132)$$

Найдем момент инерции силы отсекаателя [13]:

$$\begin{aligned} \vec{M}(\vec{F}_{\text{отс}}) &= \vec{r}_N \vec{F}_{\text{отс}} = \\ &= \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ \frac{H - L_{\text{отс}} \cos \varphi_{\text{отс}} \cos \alpha}{\cos \gamma} & \frac{H - L_{\text{отс}} \cos \varphi_{\text{отс}} \cos \beta}{\cos \gamma} & H - L_{\text{отс}} \cos \varphi_{\text{отс}} \\ k(\nu_{\text{комб}} - \omega L_{\text{отс}} \cos \varphi_{\text{отс}}) & 0 & -k\omega L_{\text{отс}} \sin \varphi_{\text{отс}} \end{vmatrix}. \end{aligned} \quad (2.133)$$

Отсюда:

$$M_x(\vec{F}_{\text{отс}}) = -\frac{(H - L_{\text{отс}} \cos \varphi_{\text{отс}})k\omega L_{\text{отс}} \sin \varphi_{\text{отс}} \cos \beta}{\cos \gamma}; \quad (2.134)$$

$$M_y(\vec{F}_{\text{отс}}) = (H - L_{\text{отс}} \cos \varphi_{\text{отс}})k \left(\frac{\omega L_{\text{отс}} \sin \varphi_{\text{отс}} \cos \alpha}{\cos \gamma} + \nu_{\text{комб}} - \omega L_{\text{отс}} \cos \varphi_{\text{отс}} \right); \quad (2.135)$$

$$M_z(\vec{F}_{\text{отс}}) = -\frac{(H - L_{\text{отс}} \cos \varphi_{\text{отс}})k(\nu_{\text{комб}} \omega L_{\text{отс}} \sin \varphi_{\text{отс}}) \cos \beta}{\cos \gamma}, \quad (2.136)$$

где $\varphi_{\text{отс}}$ – угол входа отсекаателя шнека-мотовила, рад.

Угол $\varphi_{\text{отс}}$ меняется по закону:

$$\varphi_{\text{отс}} = \varphi_{0\text{отс}} - \omega t, \quad (2.137)$$

где $\varphi_{0\text{отс}}$ – начальный угол захвата стебля, рад; t – текущий момент времени, с.

Вычислим моменты силы реакции мотовила и силы трения мотовила о стебель [261]. Рассмотрим мотовило, оснащенное трубным валом, в проекции xOz (рисунок 2.39).

Сила трения:

$$\vec{F}_{\text{тр}} = \mu \vec{N}, \quad (2.138)$$

где μ – коэффициент трения мотовила о стебель; $\vec{N}$ – сила реакции мотовила, Н.

Проекции сил:

$$N_x = N \sin \varphi_M; \quad (2.139)$$

$$N_y = 0; \quad (2.140)$$

$$N_z = -N \sin \varphi_M; \quad (2.141)$$

$$\vec{F}_{\text{тp}_y} = \mu N \cos \varphi_M; \quad (2.142)$$

$$F_{\text{тp}_y} = 0; \quad (2.143)$$

$$\vec{F}_{\text{тp}_z} = \mu N \sin \varphi_M. \quad (2.144)$$

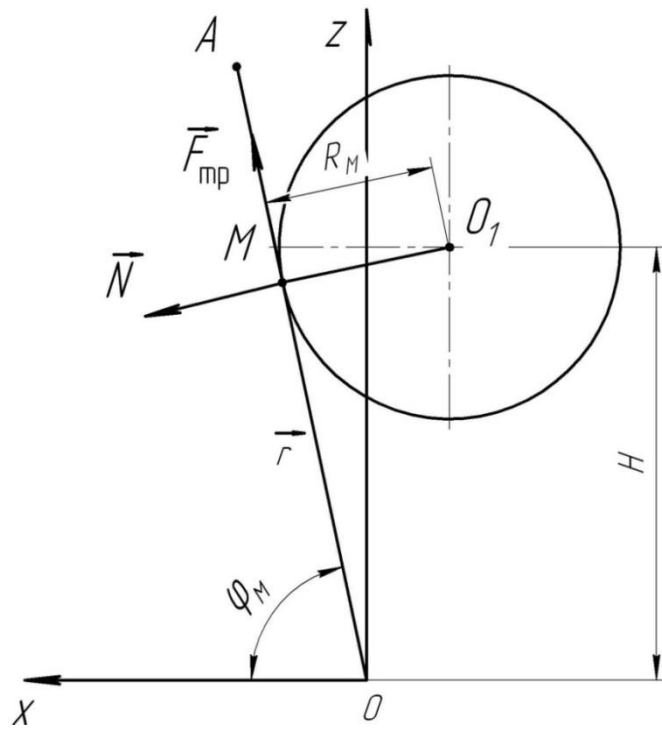


Рисунок 2.39 – Силы, воздействующие на стебель при захвате мотовилом, оснащённым трубным валом

Проекции радиуса-вектора $\vec{r}_i = \overrightarrow{OM}$ находим по формулам:

$$r_{M_x} = \frac{H - R_M \cos \varphi_M}{\cos \gamma} \cos \alpha; \quad (2.145)$$

$$r_{M_y} = \frac{H - R_M \cos \varphi_M}{\cos \gamma} \cos \beta; \quad (2.146)$$

$$r_{M_z} = H - R_M \cos \varphi_M. \quad (2.147)$$

Момент силы реакции трубного мотовила:

$$\begin{aligned} \vec{M}(\vec{N}) &= \vec{r}_M \vec{N} = \\ &= \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ \frac{H - R_M \cos \varphi_M}{\cos \gamma} \cos \alpha & \frac{H - R_M \cos \varphi_M}{\cos \gamma} \cos \beta & H - R_M \cos \varphi_M \\ N \sin \varphi_M & 0 & -N \cos \varphi_M \end{vmatrix}. \end{aligned} \quad (2.148)$$

Проекции момента силы реакции $\vec{M}(\vec{N})$ на оси системы координат:

$$M_x(\vec{N}) = -\frac{H - R_M \cos \varphi_M \cos \beta}{\cos \gamma}; \quad (2.149)$$

$$M_y(\vec{N}) = (H - R_M \cos \varphi_M) N \left(\frac{\cos \alpha \cos \varphi_M}{\cos \gamma} + \sin \varphi_M \right); \quad (2.150)$$

$$M_z(\vec{N}) = -\frac{(H - R_M \cos \varphi_M) N \cos \beta \sin \varphi_M}{\cos \gamma}. \quad (2.151)$$

Момент силы трения мотовила о стебель:

$$\begin{aligned} \vec{M}(\vec{F}_{\text{тр}}) &= \vec{r}_M \vec{F}_{\text{тр}} = \\ &= \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ \frac{H - R_M \cos \varphi_M}{\cos \varphi} \cos \alpha & \frac{H - R_M \cos \varphi_M}{\cos \gamma} \cos \beta & H - R_M \cos \varphi_M \\ \mu N \sin \varphi_M & 0 & \mu N \cos \varphi_M \end{vmatrix}. \end{aligned} \quad (2.152)$$

Проекции момента $M(\vec{F}_{\text{тр}})$ силы трения на координатные оси:

$$M_x(\vec{F}_{\text{тр}}) = -\frac{(H - R_M \cos \varphi_M) \mu N \cos \beta \sin \varphi_M}{\cos \gamma}; \quad (2.153)$$

$$M_y(\vec{F}_{\text{тр}}) = (H - R_M \cos \varphi_M) \mu N \left(\cos \varphi_M - \frac{\cos \alpha \sin \varphi_M}{\cos \gamma} \right); \quad (2.154)$$

$$M_z(\vec{F}_{\text{тр}}) = -\frac{(H - R_M \cos \varphi_M) \mu N \cos \beta \cos \varphi_M}{\cos \gamma}, \quad (2.155)$$

$$\varphi_M = \varphi_{M0} - \omega t, \quad (2.156)$$

где φ_{M0} – угол входа шнека-мотовила, рад.

Силы, действующие на стебель при захвате его шнеком-мотовилом, показаны на рисунке 2.40.

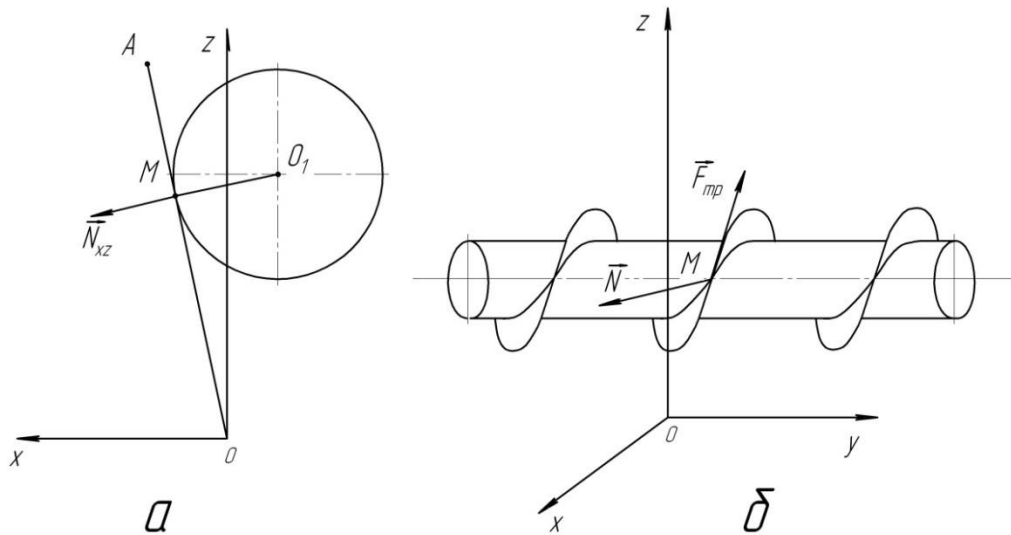


Рисунок 2.40 – Силы, действующие на стебель при захвате его шнеком-мотовилом

Уравнение поверхности геликоида [1]:

$$\frac{z}{x} = \operatorname{tg} \frac{y}{R_b m}. \quad (2.157)$$

Координата точки на поверхности геликоида [129]:

$$z = x \operatorname{tg} \frac{y}{R_b m}, \quad (2.158)$$

где R_b – радиус витка, м.

В случае винтовой навивки реакция $\vec{N}_M$ направлена перпендикулярно винтовой поверхности (рисунок 2.41). Найдем координаты нормали к поверхности геликоида в точке M касания стебля и мотовила $M(r_{Mx}; r_{My}; r_{Mz})$.

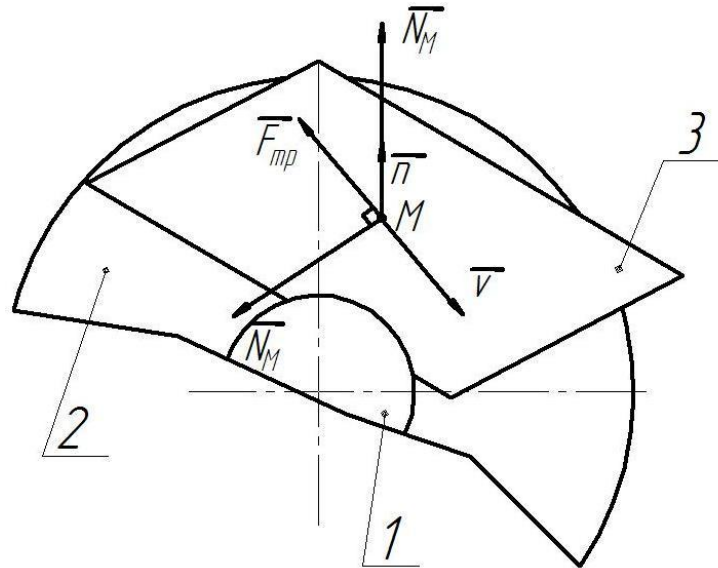


Рисунок 2.41 – Реакция шнека-мотовила и сила трения о поверхность геликоида:

1 – трубный вал шнека-мотовила; 2 – винтовая поверхность; 3 – касательная плоскость; $\vec{n}$ – вектор нормали к касательной плоскости; $\vec{v}_{\text{комб}}$ – вектор скорости стебля; $\vec{F}_{\text{тр}}$ – сила трения; $\vec{N}_M$ – реакции стебля (корзинки); M – точка контакта стебля (корзинки) с винтовой поверхностью

Введем формулы:

$$F(x) = x \operatorname{tg} \frac{y}{R_b m} - z; \quad (2.159)$$

$$\frac{dF}{dx}(M) = \operatorname{tg} \frac{r_{M_y}}{R_b m} = n_x; \quad (2.160)$$

$$\frac{dF}{dx}(M) = r_{M_x} \frac{1}{\cos^2 \frac{r_{M_y}}{rm}} \frac{1}{rm} = n_y; \quad (2.161)$$

$$\frac{dF}{dz} = -1 = n_z. \quad (2.162)$$

Вектор нормали:

$$\vec{n} = \operatorname{tg} \frac{r_{M_y}}{R_b m} \vec{i} + r_{M_x} \frac{1}{\cos^2 \frac{r_{M_y}}{rm}} \frac{1}{rm} \vec{j} - \vec{k}. \quad (2.163)$$

Так как вектор поверхности геликоида и стебля коллигиарен вектору нормали $\vec{n}$ (направлен по нормали к поверхности), то координаты силы реакции мотовила на стебель [13, 129]:

$$N_{M_x} = N_M \frac{n_x}{(\vec{n})}; \quad (2.164)$$

$$N_{M_y} = N_M \frac{n_y}{(\vec{n})}; \quad (2.165)$$

$$N_{M_z} = N_M \frac{n_z}{(\vec{n})}, \quad (2.166)$$

где:

$$n_x = \operatorname{tg} \frac{r_{M_T}}{R_M m}; \quad n_y = r_{M_x} \frac{1}{\cos^2 \frac{r_{M_y}}{r m}} \frac{1}{r m}; \quad n_z = -1; \quad |\vec{n}| = \sqrt{n_x^2 + n_y^2 + n_z^2}. \quad (2.167)$$

Момент реакции $\vec{N}_M$ относительно точки O :

$$\begin{aligned} \vec{M}(\vec{N}_M) &= \vec{r}_M \vec{N}_M = \\ &= \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ \frac{H - R_M \cos \varphi_M}{\cos \gamma} \cos \alpha & \frac{(H - R_M \cos \varphi_M) \cos \beta}{\cos \gamma} & H - R_M \cos \varphi_M \\ N_{M_x} & N_{M_y} & N_{M_z} \end{vmatrix}. \end{aligned} \quad (2.168)$$

Проекции момента реакции на координатные оси:

$$M_x(\vec{N}_M) = (H - R_M \cos \varphi_M) \left(N_{M_z} \frac{\cos \beta}{\cos \gamma} - N_{M_y} \right); \quad (2.169)$$

$$M_y(\vec{N}_M) = (H - R_M \cos \varphi_M) \left(N_{M_x} - N_{M_z} \frac{\cos \alpha}{\cos \gamma} \right); \quad (2.170)$$

$$M_z(\vec{N}_M) = (H - R_M \cos \varphi_M) \left(N_{M_y} \frac{\cos \alpha}{\cos \gamma} - N_{M_x} \frac{\cos \beta}{\cos \gamma} \right). \quad (2.171)$$

Вектор силы трения $\vec{F}_{\text{тр}}$ направлен против хода движения и расположен в касательной плоскости к поверхности геликоида в точке M касания мотовила и стебля перпендикулярно $\vec{N}_M$:

$$\vec{F}_{\text{тр}} = \mu \vec{N}_M. \quad (2.172)$$

Линейная скорость точки M :

$$\vec{v}_M = \vec{\omega} r_M, \quad (2.173)$$

$$\vec{v}_M = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ \omega_x & \omega_y & \omega_z \\ r_{M_x} & r_{M_y} & r_{M_z} \end{vmatrix}. \quad (2.174)$$

Проекции скорости точки M на координатные оси:

$$u_{M_x} = \omega_y r_{M_z} - \omega_z r_{M_y} = (H - R_M \cos \varphi_M) \left(\omega_y - \omega_z \frac{\cos \beta}{\cos \gamma} \right); \quad (2.175)$$

$$u_{M_y} = \omega_z r_{M_x} - \omega_x r_{M_z} = (H - R_M \cos \varphi_M) \left(\omega_z \frac{\cos \beta}{\cos \gamma} - \omega_x \right); \quad (2.176)$$

$$u_{M_z} = \omega_x r_{M_y} - \omega_y r_{M_x} = (H - R_M \cos \varphi_M) \left(\omega_x \frac{\cos \beta}{\cos \gamma} - \omega_y \right); \quad (2.177)$$

$$|\vec{v}| = \sqrt{v_{M_x}^2 + v_{M_y}^2 + v_{M_z}^2}. \quad (2.178)$$

Так как вектор силы трения направлен противоположно скорости точки M стебля, то:

$$F_{\text{тр}x} = F_{\text{тр}} \frac{v_{M_x}}{|\vec{v}_M|} = \mu N \frac{v_{M_x}}{|\vec{v}_M|}; \quad (2.179)$$

$$F_{\text{тр}y} = F_{\text{тр}} \frac{v_{M_y}}{|\vec{v}_M|} = \mu N \frac{v_{M_y}}{|\vec{v}_M|}; \quad (2.180)$$

$$F_{\text{тр}z} = F_{\text{тр}} \frac{v_{M_z}}{|\vec{v}_M|} = \mu N \frac{v_{M_z}}{|\vec{v}_M|}. \quad (2.181)$$

Момент силы трения относительно нуля (т. 0):

$$M_x(\vec{F}_{\text{тр}}) = \frac{(H - R_M \cos \varphi_M) \mu N}{|\vec{v}_M|} \left(v_{M_y} - v_{M_z} \frac{\cos \beta}{\cos \gamma} \right); \quad (2.182)$$

$$M_y(\vec{F}_{\text{тр}}) = \frac{(H - R_M \cos \varphi_M) \mu N}{|\vec{v}_M|} \left(v_{M_z} \frac{\cos \alpha}{\cos \gamma} - v_{M_x} \right); \quad (2.183)$$

$$M_z(\vec{F}_{\text{тр}}) = \frac{(H - R_M \cos \varphi_M) \mu N}{|\vec{v}_M|} \left(v_{M_x} \frac{\cos \beta}{\cos \gamma} - v_{M_y} \frac{\cos \alpha}{\cos \gamma} \right). \quad (2.184)$$

Уравнения (2.182)–(2.184) совместно с кинематическими соотношениями (2.45), (2.51) решали численным методом Рунге – Кутты [114], так как аналитического решения данных уравнений в настоящее время не существует (система нелинейная и нестационарная).

Уравнение динамики твёрдого тела:

$$\begin{cases} J_x \frac{d\omega_x}{dt} = M_x(m_1 \vec{g}) + M_x(m_2 \vec{g}) + M_x(m_3 \vec{g}) + M_x(\vec{F}_{\text{отс}}) + M_x(\vec{N}_M) + M_x(\vec{F}_{\text{тр}}); \\ J_y \frac{d\omega_y}{dt} = M_y(m_1 \vec{g}) + M_y(m_2 \vec{g}) + M_y(m_3 \vec{g}) + M_y(\vec{F}_{\text{отс}}) + M_y(\vec{N}_M) + M_y(\vec{F}_{\text{тр}}); \\ J_z \frac{d\omega_z}{dt} = M_z(m_1 \vec{g}) + M_z(m_2 \vec{g}) + M_z(m_3 \vec{g}) + M_z(\vec{F}_{\text{отс}}) + M_z(\vec{N}_M) + M_z(\vec{F}_{\text{тр}}). \end{cases} \quad (2.185)$$

Линейное ускорение корзинки (стебля) и координаты радиуса-вектора:

$$\vec{w} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d}{dt}(\vec{\omega} \vec{r}) = \vec{\varepsilon} \vec{r} + \vec{\omega}(\vec{\omega} \vec{r}); \quad (2.186)$$

$$w = \sqrt{w_x^2 + w_y^2 + w_z^2}; \quad (2.187)$$

$$r_x = l_1 \cos \alpha; \quad (2.188)$$

$$r_y = l_1 \cos \beta; \quad (2.189)$$

$$r_z = l_1 \cos \lambda. \quad (2.190)$$

2.6 Моделирование параметров стеблестоя подсолнечника

Экспериментально были получены данные о параметрах стеблестоя подсолнечника, статистическая обработка которых показывает, что они подчиняются нормальному закону распределения:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}, \quad (2.191)$$

где $f(x)$ – функция распределения; σ – среднеквадратичное отклонение; e – экспонента; μ – математическое ожидание; x – параметр измерения.

Работу мотовила на практике можно охарактеризовать показателем кинематического режима λ [111, 267]:

$$\lambda = \frac{\omega r_M}{v_{\text{комб}}}, \quad (2.192)$$

где ω – угловая скорость вращения мотовила, рад/с; r_M – радиус шнека-мотовила, м; $v_{\text{комб}}$ – линейная скорость движения комбайна, м/с.

Для каждого параметра стеблестоя:

$$H_{\text{стеб}} = \frac{L_M}{N_{\text{отс}} - 1}, \quad (2.193)$$

где $H_{\text{стеб}}$ – ширина полосы стеблестоя, взаимодействующая со шнеком-мотовилом, м; L_M – длина шнека-мотовила, $N_{\text{отс}}$ – количество отсекающих, шт.

При работе шнека-мотовила на посевах подсолнечника с междурядьем 70 см отсекающие захватывают определенное количество стеблей (рисунок 2.42) [267, 276].

Количество стеблей подсолнечника, захватываемых отсекающими [267]:

$$N_{\text{стеб}} = \left[\frac{L_{\text{ш}}}{0,7} \right] = \left[\frac{10L_{\text{ш}}}{7} \right], \quad (2.194)$$

где 0,7 – ширина междурядья посевов, м.

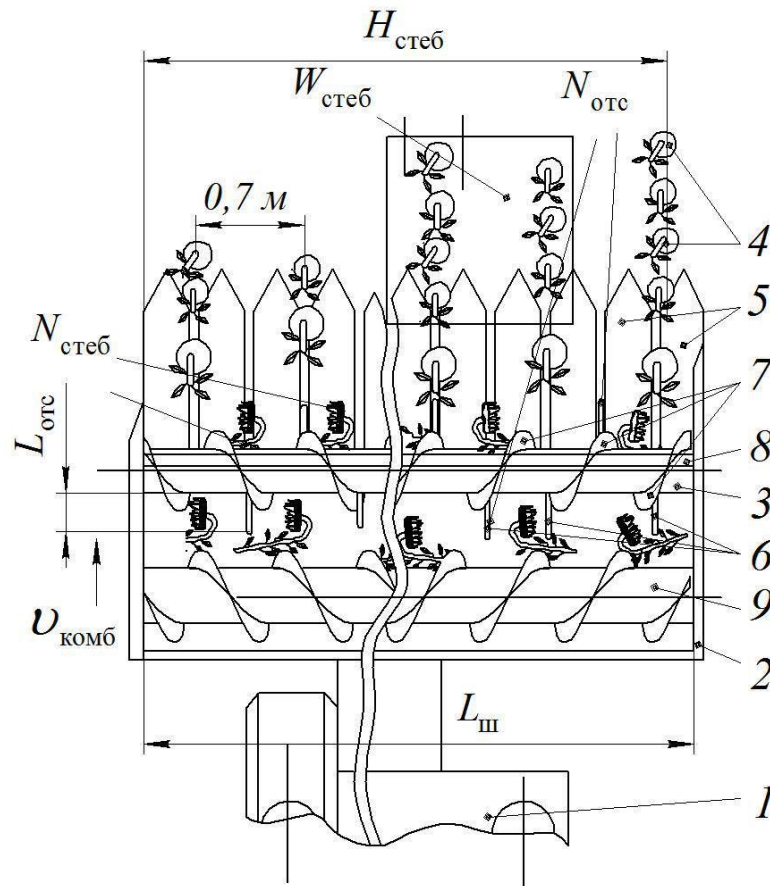


Рисунок 2.42 – Технологическая схема работы шнека-мотовила:

1 – зерноуборочный комбайн; 2 – жатка, оснащенная шнеком-мотовилом;

3 – шнек-мотовило; 4 – стеблестой подсолнечника; 5 – стеблеподъемники;

6 – отсекатели; 7 – навивка шнека-мотовила; 8 – режущий аппарат; 9 – шнек жатки;

$N_{\text{стеб}}$ – количество стеблей, шт.; $L_{\text{ш}}$ – длина шнека-мотовила, м; $L_{\text{отс}}$ – длина отсекателя, м; $N_{\text{отс}}$ – количество отсекателей, шт.; $W_{\text{стеб}}$ – густота стеблестоя, шт./м²; $H_{\text{стеб}}$ – ширина полосы стеблестоя, взаимодействующая со шнеком-мотовилом

При поступательном движении шнека-мотовила со скоростью $v_{\text{комб}}$ в ходе работы в каждую из зон попадает определенное количество стеблей подсолнечника, определяемое:

$$N_{\text{стеб}} = W_{\text{стеб}} v_{\text{комб}} t L_{\text{отс}} = W_{\text{стеб}} \frac{L}{N_{\text{отс}} - 1} v_{\text{комб}} t, \quad (2.195)$$

где $N_{\text{стеб}}$ – количество стеблей подсолнечника, захватываемых шнеком-мотовилом, шт.; $W_{\text{стеб}}$ – густота стеблестоя подсолнечника, шт./м²; t – время движения отсекателя от момента захвата стебля до подвода его к режущему аппарату, с; $L_{\text{отс}}$ – длина отсекателя, м; L – длина шнека-мотовила.

Найдём расстояние от оси шнека-мотовила до плоскости режущего аппарата:

$$H_{0-ра} = h_{стеб} - H_{ра} + \frac{D_{вал} + 2L_{отс}}{2\lambda}, \quad (2.196)$$

где $H_{0-ра}$ – расстояние от оси шнека-мотовила до плоскости режущего аппарата, м; $h_{стеб}$ – высота стеблестоя подсолнечника, м; $H_{ра}$ – расстояние от поверхности почвы до плоскости режущего аппарата, м.

Допустимый интервал варьирования расстояния от оси шнека-мотовила до плоскости режущего аппарата:

$$\Delta H_{0-ра} = h_{стеб}^{\max} - h_{стеб}^{\min} - H_{ра}^{\max} - H_{ра}^{\min}, \quad (2.197)$$

где $\Delta H_{0-ра}$ – допустимый интервал варьирования, м; $h_{стеб}^{\max}$ – максимальная высота стеблестоя, м; $h_{стеб}^{\min}$ – минимальная высота стеблестоя, м; $H_{ра}^{\max}$ – максимальное расстояние от поверхности почвы до плоскости режущего аппарата, м; $H_{ра}^{\min}$ – минимальное расстояние от поверхности почвы до плоскости режущего аппарата, м.

Рабочим участком траектории движения конечной точки отсекаателя является часть петли трохоиды. Стебли подводятся к режущему аппарату только с участка длиной δ_y (рисунок 2.43). На шнеке-мотовиле установлены $N_{отс}$ отсекаателей, поэтому за один полный оборот суммарная длина участка равна δ_n . Следовательно, степень воздействия шнека-мотовила на стеблестой можно охарактеризовать коэффициентом:

$$\eta = \frac{N_{отс} \delta_y}{\nu_{комб} \frac{2\pi}{\omega}} = \frac{N_{отс} \delta_y}{2\pi \left(\frac{D_{вал}}{2} + L_{отс} \right) \frac{\nu_{комб}}{\omega \left(\frac{D_{вал}}{2} + L_{отс} \right)}} = \frac{N_{отс} \delta_y \lambda}{2\pi \left(\frac{D_{вал}}{2} + L_{отс} \right)}, \quad (2.198)$$

где η – коэффициент, характеризующий степень воздействия шнека-мотовила на стеблестой подсолнечника; δ_y – длина рядка стеблестоя, захватываемого отсекаателем, м; $N_{отс}$ – количество отсекаателей, шт.; λ – показатель кинематического режима мотовила.

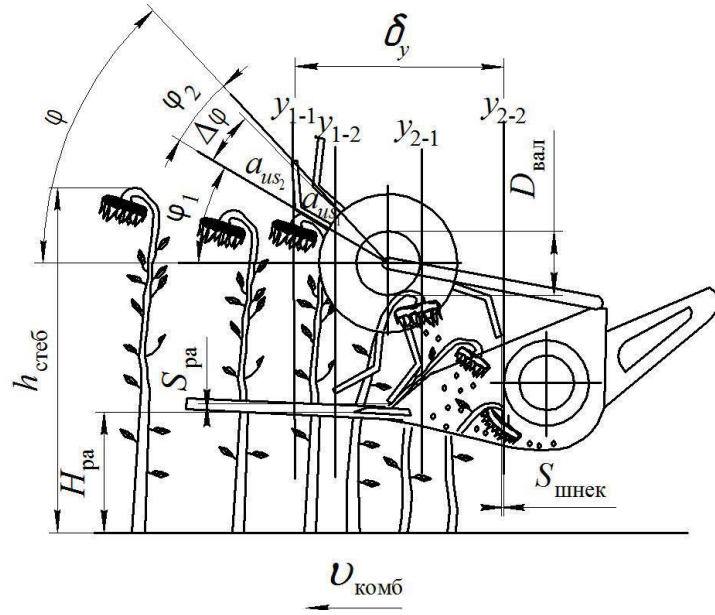


Рисунок 2.43 – Геометрическая схема взаимодействия Г-образного отсекаателя со стеблестоем подсолнечника

Из рисунка 2.43 видно, что длина рядка стеблестоя δ_y , захватываемого отсекаателем:

$$\delta_y = y_1 - y_2, \quad (2.199)$$

В момент входа в стеблестой координаты отсекаателя:

$$\left\{ \begin{aligned} y_{1.1} &= \frac{\sin \varphi_{1.1} \left(\frac{D_{\text{вал}}}{2} + a_{us_1} \right)}{\lambda} + a_{us_2} \frac{\sqrt{\lambda^2 - 1}}{\lambda}; \\ y_{1.2} &= \frac{\sin \varphi_{1.2} (D_{\text{вал}} + L_{\text{отс}})}{\lambda} + \frac{D_{\text{вал}}}{2} \frac{\sqrt{\lambda^2 - 1}}{\lambda} + \\ &+ \frac{L_{\text{отс}}}{\lambda} \frac{\sqrt{\lambda^2 - \left(1 + \sqrt{\lambda^3 K_{\text{плеч}}} \cos \chi \right) \left(1 + \frac{D_{\text{вал}}}{2L_{\text{отс}}} \right) + 1}}{1 - K_{\text{плеч}} \cos \chi}, \end{aligned} \right. \quad (2.200)$$

где $y_{1.1}$ – координата точки изгиба двух прямых Г-образного отсекаателя в момент входа в стеблестой, м; $\varphi_{1.1}$ – угол между горизонталью и прямой отсекаателя в момент, когда точка пересечения двух прямых (точка изгиба) входит в стеб-

лестой, рад; $y_{1.2}$ – координата крайней точки Г-образного отсекаателя в момент входа в стеблестой, м; $\varphi_{1.2}$ – угол между горизонталью и прямой Г-образного отсекаателя в момент, когда крайняя точка входит в стеблестой, рад; $K_{\text{плеч}}$ – коэффициент плеча Г-образного отсекаателя.

«...отсекатель проталкивает стеблестой к режущему аппарату, который срезаёт его, передает к шнеку жатки и в этот момент перестает с ним взаимодействовать...» [267, 207]. В этом случае координаты отсекаателя:

$$\begin{cases} y_{2.1} = \frac{\pi \left(\frac{D_{\text{вал}}}{2} + a_{us_2} \right)}{2\lambda} + a_{us_2} = \frac{\pi D_{\text{вал}}}{4\lambda} + a_{us_2} \left(\frac{\pi}{2\lambda} + 1 \right); \\ y_{2.2} = \frac{\pi \left(\frac{D_{\text{вал}}}{2} + L_{\text{отс}} \right)}{2\lambda} + \frac{D_{\text{вал}}}{2} + L_{\text{отс}} \frac{1 + K_{\text{плеч}} \cos \chi}{1 + K_{\text{плеч}} \cos \chi}, \end{cases} \quad (2.201)$$

где $y_{2.1}$ – координата крайней точки Г-образного отсекаателя в момент выхода из стеблестоя, м; $y_{2.2}$ – координата точки изгиба двух прямых в момент выхода из стеблестоя, м.

Тогда длина рядка захвата участка стеблестоя [209, 267], захватываемая отсекаателями δ_y :

$$\delta_y = \frac{D_{\text{вал}} \left(\sin \varphi_1 + \sqrt{\lambda^2 - 1} - \frac{\pi}{2} \right) + 2 \left(\sin \varphi_1 L_{\text{отс}} - a_{us_1} \left(\frac{\pi}{2} + \lambda \right) \right)}{2\lambda} + \frac{L_{\text{отс}}}{\lambda} \times \frac{\sqrt{\lambda^2 - 1 + \sqrt{\lambda^2 K_{\text{плеч}}^2 - \left((1 - K_{\text{плеч}} \cos \chi) \left(1 + \frac{D_{\text{вал}}}{2L_{\text{отс}}} \right) + 1}}}}{1 - K_{\text{плеч}} \cos \chi}, \quad (2.202)$$

Время между моментами входа рядом расположенных отсекаателей в стеблестой:

$$\Delta T = \frac{\Delta \varphi}{\omega} = \frac{1}{\omega} \left(\text{sign}(2i - N_{\text{отс}} - 1) \frac{L}{N_{\text{отс}} h_s} \right) \text{mod}(2\pi), \quad (2.203)$$

где $\Delta \varphi$ – угол между соседними отсекаателями (см. рисунок 2.43), рад; h_s – расстояние смещения по навивке мотовила между двумя точками (шаг навивки).

За время ΔT комбайн проходит расстояние:

$$\begin{aligned} \Delta Y &= v_{\text{комб}} \Delta T = v_{\text{комб}} \frac{1}{\omega} \left(\text{sign}(2i - N_{\text{отс}} - 1) \frac{L}{N_{\text{отс}} h_s} \right) \text{mod}(2\pi) = \\ &= \frac{D_{\text{вал}} + 2L_{\text{отс}}}{2\lambda} \left(\text{sign}(2i - N_{\text{отс}} - 1) \frac{L}{N_{\text{отс}} h_s} \right) \text{mod}(2\pi), \end{aligned} \quad (2.204)$$

где i – i -й отсекаатель; mod – остаток числа.

2.7 Определение потерь маслосемян за жаткой

Потери $\Pi_{\text{ж}}$ маслосемян при работе шнека-мотовила определяли по формуле:

$$\Pi_{\text{ж}} = \Pi_{\text{o}} + \Pi_{\text{вал}}, \quad (2.205)$$

где Π_{o} и $\Pi_{\text{вал}}$ – потери маслосемян стеблестоя, захваченного отсекаателями, и потери маслосемян стеблестоя, попавшего на мотовило без взаимодействия с отсекаателями, г/м².

Время, в течение которого отсекаатель не взаимодействует со стеблестоем:

$$\Delta T_{\text{ст}} = \frac{2\pi}{\omega} - \frac{\delta_y}{v_{\text{комб}}}, \quad (2.206)$$

где ω – угловая скорость вращения шнека-мотовила, с⁻¹; δ_y – длина участка стеблестоя, захватываемого отсекаателем, м; $v_{\text{комб}}$ – линейная скорость движения комбайна, м/с.

Длина участка стеблестоя [267], попавшего на шнек-мотовило без взаимодействия с отсекаателями:

$$\Delta Y_{\text{ст}} = v_{\text{комб}} \Delta T_{\text{ст}} = v_{\text{комб}} \left(\frac{2\pi}{\omega} - \frac{\delta_y}{v_{\text{комб}}} \right) = \frac{2\pi}{\lambda} \left(\frac{D_{\text{вал}}}{2} + L_{\text{отс}} \right) - \delta_y, \quad (2.207)$$

где $L_{\text{отс}}$ – длина отсекаателя, м.

Зная законы распределения параметров стеблестоя и исходя из выражений (2.199) – (3.201), можно записать, что потери маслосемян стеблестоя, попавшего на шнек-мотовило без взаимодействия с отсекаателями $\Pi_{\text{вал}}$:

$$\Pi_{\text{вал}} = \left[\int_{H_{0-\text{ра}} + H_{\text{ра}} - \frac{D_{\text{вал}}}{2} - \Delta h_{\text{стеб}}}^{H_{0-\text{ра}} + H_{\text{ра}} + \frac{D_{\text{вал}}}{2} - \Delta h_{\text{стеб}}} \Phi \left(\frac{h_{\text{стеб}} - \mu}{\sigma} \right) W_{\text{стеб}} \Delta Y_{\text{стеб}} \Pi_{\text{корз}}^{\text{удар}} dh_{\text{стеб}} \frac{D_{\text{вал}}}{H_{\text{вит}}} + \int_{H_{0-\text{ра}} + H_{\text{ра}} - \frac{D_{\text{вал}}}{2} - \Delta h_{\text{стеб}}}^{\infty} \Phi \left(\frac{h_{\text{стеб}} - \mu}{\sigma} \right) W_{\text{стеб}} \Delta Y_{\text{стеб}} \Pi_{\text{стеб}}^{\text{удар}} dh_{\text{стеб}} \frac{D_{\text{вал}}}{H_{\text{вит}}} \right] L_{\text{шнек}}, \quad (2.208)$$

где $H_{0-\text{ра}}$ – расстояние от оси шнека-мотовила до плоскости режущего аппарата, м;

$H_{\text{ра}}$ – расстояние от поверхности почвы до плоскости режущего аппарата, м; $\frac{D_{\text{вал}}}{2}$

– радиус трубного вала шнека-мотовила, м;

$$\left(H_{0-\text{ра}} + H_{\text{ра}} - \frac{D_{\text{вал}}}{2} - \Delta h_{\text{стеб}}; H_{0-\text{ра}} + H_{\text{ра}} + \frac{D_{\text{вал}}}{2} - \Delta h_{\text{стеб}} \right); \left(H_{0-\text{ра}} + H_{\text{ра}} - \frac{D_{\text{вал}}}{2} - \Delta h_{\text{стеб}}; \infty \right) -$$

интервалы интегрирования; где $\Phi(x)$ – функция Лапласа; μ и σ – математическое ожидание и дисперсия распределения стеблестоя по высоте; $W_{\text{стеб}}$ – густота стеблестоя, шт./м²; $\Pi_{\text{корз}}^{\text{удар}}$ – потери маслосемян при ударе корзинки о трубный вал в зависимости от линейной скорости соударения, шт.; $\Pi_{\text{стеб}}^{\text{удар}}$ – потери маслосемян при ударе стебля о трубный вал в зависимости от линейной скорости соударения, шт.; $dh_{\text{стеб}}$ – переменная значения высоты стеблестоя, м.

Время ΔT_{φ} (с), за которое отсекатель поворачивается от точки входа в стебелстой до вертикального положения:

$$\Delta T_{\varphi} = \frac{\frac{\pi}{2} - \varphi_1}{\omega}, \quad (2.209)$$

где φ_1 – угол между горизонталью и прямой, проходящей через конечную точку отсекаателя и центр шнека-мотовила в момент, когда крайняя точка входит в стеблестой, рад.

За время ΔT_{φ} отсекаатель поднимает стеблестой на высоту или прижимает к почве в зависимости от направления вектора скорости конечной точки отсекаателя:

$$\Delta h_{\varphi} = \int_0^{\Delta T_{\varphi}} \left[\left(h_{\text{стеб}} + v_{\text{отс}}^z(t, r_t) t \right) \right] dt = h_{\text{стеб}} \Delta T_{\varphi} + \int_0^{\Delta T_{\varphi}} v_{\text{отс}}^z(t, r_t) t dt, \quad (2.210)$$

где $h_{\text{стеб}}$ – высота стеблестоя подсолнечника, м; $v_{\text{отс}}^z$ – вертикальная составляющая скорости отсекаателя, м/с; t – время от момента входа отсекаателя в стеблестой и выхода из него, с; r_t – расстояние от точки крепления отсекаателя к трубному валу до точки контакта со стеблестоем, м.

Потери маслосемян полсолнечника, захваченного отсекаателями:

$$P_{\text{отс}} = \left[\begin{aligned} & \int_{H_{0-\text{ра}} + H_{\text{ра}} - \frac{D_{\text{вал}}}{2} - \Delta h_{\text{стеб}}}^{H_{0-\text{ра}} + H_{\text{ра}} + \frac{D_{\text{вал}}}{2} - \Delta h_{\text{стеб}}} \Phi \left(\frac{h_{\text{стеб}} - \mu}{\sigma} \right) W_{\text{стеб}} \delta_y \Pi_{\text{корз}}^{\text{удар}} dh_{\text{стеб}} \frac{D_{\text{вал}}}{L_{\text{отс}}} + \\ & + \int_{H_{0-\text{ра}} + H_{\text{ра}} - \frac{D_{\text{вал}}}{2} - \Delta h_{\text{стеб}}}^{\infty} \Phi \left(\frac{h_{\text{стеб}} - \mu}{\sigma} \right) W_{\text{стеб}} \delta_y \Pi_{\text{стеб}}^{\text{удар}} dh_{\text{стеб}} \frac{D_{\text{вал}}}{L_{\text{отс}}} \end{aligned} \right] L_{\text{шнек}}. \quad (2.211)$$

2.8 Теоретические исследования процесса взаимодействия корзинок подсолнечника с молотильным аппаратом

Для решения проблемы повреждения маслосемян целесообразно изготавливать сменные бичи из материалов, обладающих упругими свойствами, с геометрическими параметрами, соответствующими размерам маслосемян. Высота рифа бича должна быть постоянной по всей его длине. Риф имеет скругления по краям, плавно переходящие в основание бича (рисунок 2.44) [199, 200]. Для максимального снижения повреждаемости маслосемян рифы бича также выполнены с фасками.

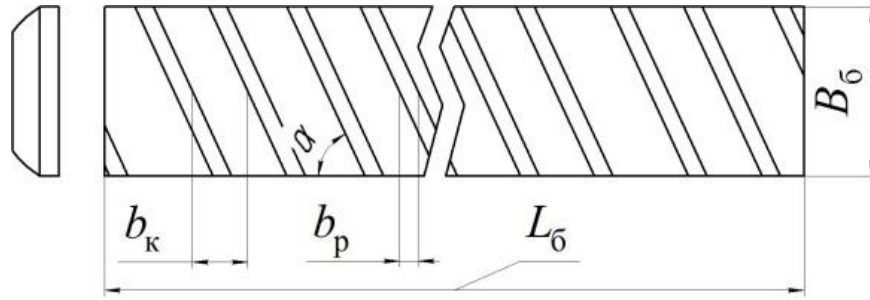


Рисунок 2.44 – Бич из материала с упругими свойствами:

$B_{\text{б}}$ – ширина бича, м; $L_{\text{б}}$ – длина бича, м;
 $b_{\text{к}}$ – ширина канавки, м; $b_{\text{р}}$ – ширина рифа, м;
 α – угол наклона рифа

Рассмотрим процесс обмолота подсолнечника бичами с шириной канавки равной ширине семянки подсолнечника. Считаем, что количество скошенного подсолнечника q (кг/с), подаваемого в молотильную камеру, формируется из следующих составляющих:

$$q = q_{\text{к}} + q_{\text{с}} + q_{\text{в}} + q_{\text{д}}, \quad (2.212)$$

где $q_{\text{к}}$ – подача корзинок в МСУ, кг/с; $q_{\text{с}}$ – подача маслосемян в МСУ, кг/с; $q_{\text{в}}$ – подача сорных примесей в МСУ, кг/с; $q_{\text{д}}$ – подача травмируемых маслосемян в МСУ, кг/с.

Работа МСУ формирует потоки, прошедшие через деку и поступающие на очистку и соломотряс, которые обозначим $Q_{\text{в}}$, $Q_{\text{о}}$ и $Q_{\text{сд}}$. Входящий поток разделяется на два, один из которых попадает на соломотряс с вымолоченными корзинками или их частями, а другой сепарируется через подбарабанье на стрясную доску. При этом необходимо учитывать, что деформированные маслосемена образуются из неповрежденных (рисунок 2.45).

Считаем, что при работе МСУ подача корзинок остается постоянной во всех сечениях подбарабанья ($q_{\text{к}} = \text{const}$). Это обусловлено тем, что корзинки являются элементом цельного потока даже в случае их деформации, масса всего потока не изменяется. Величина $q_{\text{с}}$ постепенно убывает в ходе движения потока в процессе сепарации вымолоченных маслосемян в подбарабанье. Задача

МСУ состоит в максимальном снижении величины q_c на выходе из молотильной камеры. Поэтому при обмолоте идеальным результатом следует считать случай, когда $q_c = 0$. Поток сорных примесей q_b также убывает, поскольку некоторая его часть проходит через деку. Это нежелательно для работы МСУ, так как возрастает нагрузка на систему очистки комбайна. В идеальном случае $q_{b_1} = q_{b_2}$, где индексы 1 и 2 обозначают величины подачи маслосемян соответственно на входе и выходе из устройства. Повреждение маслосемян возникает в ходе движения массы в потоке. Мы считаем, что на входе в молотильную камеру $q_d = 0$, а на выходе из нее этот показатель достигает некоторой конечной величины.

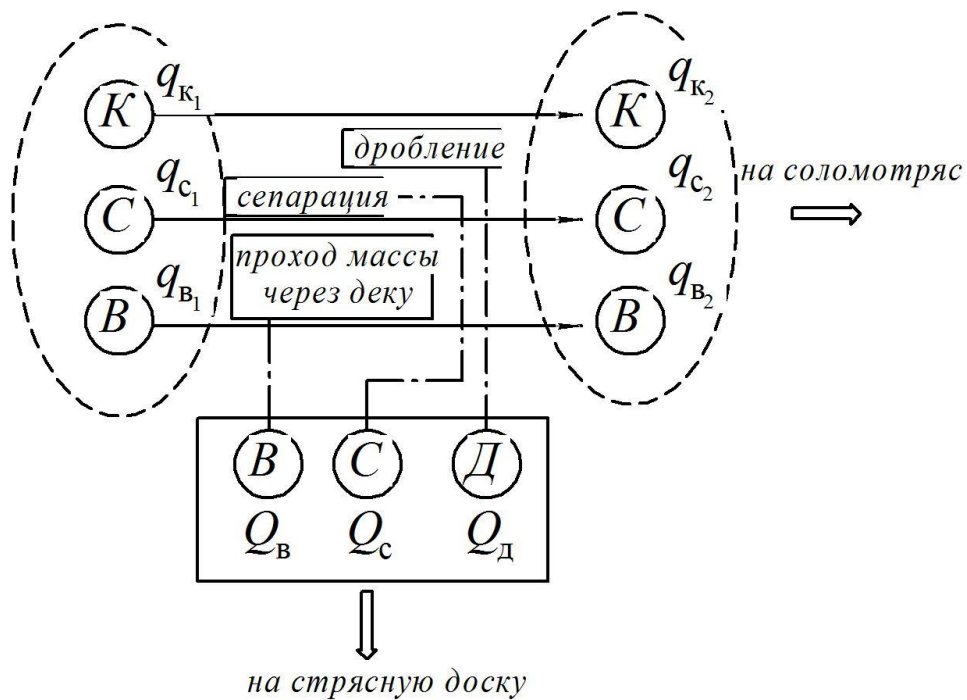


Рисунок 2.45 – Блок-схема распределения потоков обмолачиваемой массы в рабочей зоне МСУ: K – корзинки; C – маслосемена; B – ворох подсолнечника; D – повреждённые маслосемена; индексы: 1 – вход в МСУ; 2 – выход из МСУ на соломотряс

Вследствие того, что дроблёные, облущенные или частично поврежденные маслосемена по отдельности относятся к потерям, то объединим их в единый термин – повреждаемость маслосемян $\Pi_{\text{МСУ}}$. В итоге получим общие выражения, отражающие закон сохранения массы в единицу времени:

$$Q_b = q_{b1} - q_{b2}, \quad (2.213)$$

где Q_B – подача сорных примесей на транспортную доску через подбарабанье, кг/с; q_{B1} – подача сорных примесей в ворохе подсолнечника на входе в МСУ, кг/с; q_{B2} – подача сорных примесей на соломотряс после МСУ, кг/с [270].

Подача маслосемян Q_c (кг/с) на транспортную доску через подбарабанье:

$$Q_c + Q_d = q_{c1} - q_{c2} - q_{d2}, \quad (2.214)$$

где Q_d – подача поврежденных маслосемян в МСУ, кг/с; q_{c1} – подача всех маслосемян в МСУ, кг/с; q_{c2} – подача маслосемян на выходе из МСУ на соломотряс, кг/с; q_{d2} – подача повреждённых маслосемян на выходе из МСУ на соломотряс, кг/с.

Основными величинами, характеризующими качество работы МСУ, являются сепарация, поврежденность маслосемян и недомолот [34, 43, 62, 113, 116, 121].

Определим часть маслосемян C , прошедших через подбарабанье:

$$C = \frac{Q_c}{Q_c + Q_B}, \quad (2.215)$$

где Q_c , Q_B – подача маслосемян и вороха подсолнечника на транспортную доску через деку, кг/с.

Повреждаемость маслосемян:

$$П = \frac{Q_d + q_{d2}}{q_{c1}}, \quad (2.216)$$

где $П$ – часть повреждённых маслосемян после МСУ; Q_d – подача повреждённых маслосемян на транспортную доску через деку МСУ, кг/с; q_{d2} – подача повреждённых маслосемян на соломотряс при выходе из МСУ, кг/с; q_{c1} – подача маслосемян в МСУ, кг/с.

Часть невымолоченных маслосемян H из корзинок или из их частей после МСУ:

$$H = \frac{q_{c2}}{q_{c1}}, \quad (2.217)$$

где q_{c2} – подача недомолоченных маслосемян на соломотряс при выходе из МСУ, кг/с; q_{c1} – масса маслосемян на входе в МСУ, кг/с.

Средняя линия (рисунок 2.46) в молотильной камере определяет некоторую «центральную» траекторию движения элементов потока, равноудаленную от крайних точек бичей и планок подбарабання. Расстояние от центра барабана R (м) до этой линии:

$$R = \frac{D_6}{2} + \frac{h_{\text{под}}}{2}, \quad (2.218)$$

где D_6 – диаметр молотильного барабана, м; $h_{\text{под}}$ – радиальный зазор между планкой подбарабання и бичом, м.

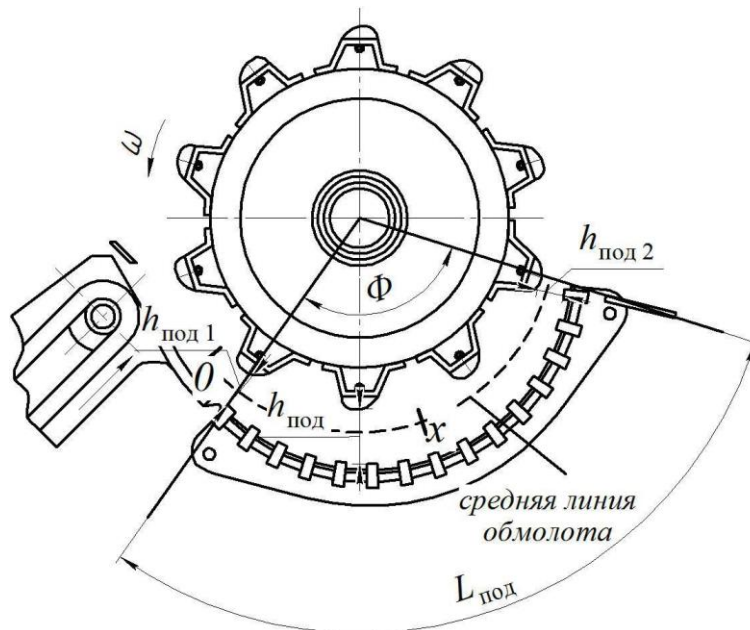


Рисунок 2.46 – Средняя линия движения обмолачиваемой массы в рабочей зоне $L_{\text{под}}$: $h_{\text{под}1}$ – радиальный зазор между планкой подбарабання и бичом на входе в молотильную камеру, мм; $h_{\text{под}2}$ – радиальный зазор между планкой подбарабання и бичом на выходе из молотильной камеры, мм; Φ – угол обхвата барабана декой, рад; h – усредненный радиальный зазор между планкой подбарабання и бичом; x – траектория перемещения точки обмолачиваемой массы в рабочем пространстве молотильно-сепарирующего устройства, м

Обозначим траекторию движения обмолачиваемой массы в рабочей зоне x (см. рисунок 2.46). Очевидно, что на входе в МСУ $x = 0$, а на выходе $x = L$, т. е. длине перемещения обмолачиваемой массы в рабочем пространстве МСУ, м. За-

висимость величины зазора между барабаном и декой от x или φ будем считать линейной функцией:

$$h_{\text{под}}(x) = h_{\text{под1}} + \frac{h_{\text{под2}} - h_{\text{под1}}}{L} x, \quad (2.219)$$

где $L_{\text{под}}$ – длина движения обмолачиваемой массы в рабочем пространстве МСУ, м.

$$h_{\text{под}}(x) = h_{\text{под1}} + \frac{h_{\text{под2}} - h_{\text{под1}}}{\Phi} \varphi, \quad (2.220)$$

где Φ – угол обхвата барабана декой, рад; φ – угловое перемещение корзинки в рабочей зоне, рад.

Точность выражений (2.219) и (2.220) определяется выполнением геометрического условия [121]:

$$h_{\text{под1}} - h_{\text{под2}} \leq D_6, \quad (2.221)$$

Уравнение связи длины перемещения обмолачиваемой массы в рабочем пространстве и угла обхвата барабана декой запишем в виде:

$$L = \Phi \left(\frac{D_6}{2} + \frac{h_2 - h_1}{\Phi} \right), \quad (2.222)$$

где L – рабочая длина деки, м.

При рассмотрении технологического процесса обмолота примем частоту вращения молотильного барабана в с^{-1} [178]:

$$n[\text{с}^{-1}] = \frac{n}{60} [\text{мин}^{-1}]. \quad (2.223)$$

Связь линейной скорости и угловой для вращения барабана приводит к соотношению:

$$v_6 = 2\pi n \frac{D_6}{2} = \pi n D_6. \quad (2.224)$$

Рассмотрим геометрию бича из материала с упругими свойствами с шириной канавки равной ширине семянки подсолнечника (рисунок 2.47).



Рисунок 2.47 – Бич молотильного барабана

Если длина бича $l_{\text{б}} \gg b_{\text{р}} + b_{\text{к}}$, то количество N его канавок и рифов можно определить по формуле:

$$N = \frac{l_{\text{б}}}{b_{\text{р}} + b_{\text{к}}}, \quad (2.225)$$

где $l_{\text{б}}$ – длина бича, м; $b_{\text{р}}$ – ширина рифа, м; $b_{\text{к}}$ – ширина канавки, м.

Канавки расположены под углом α к осевой линии бича, тогда проекция ширины b_0 (см. рисунок 2.44) меньше величины $b_{\text{к}}$:

$$b_0 = b_{\text{к}} \sin \alpha, \quad (2.226)$$

Плотность потока обмолачиваемой массы J определим из соотношения:

$$dq = J L_{\text{б}} dy, \quad (2.227)$$

где $L_{\text{б}}$ – длина бича, м.

В выражении (2.227) $L_{\text{б}} dy$ – площадь поперечного сечения потока массы. В то же время плотность потока J зависит от плотности массы в пространстве и скорости потока [62]:

$$J = \rho v(x, y), \quad (2.228)$$

где ρ – плотность обмолачиваемой массы, кг/м³; v – скорость движения обмолачиваемой массы, м/с.

Очевидно, что если разделить поток обмолачиваемой массы на слои в рабочем пространстве МСУ, то скорость v_1 нижнего слоя потока, при котором обмолачиваемая масса соприкасается с планками деки, будет минимальной, а скорость v_2 верхнего слоя потока массы, соприкасаемой с поверхностью бича, – максимальной (рисунок 2.48).

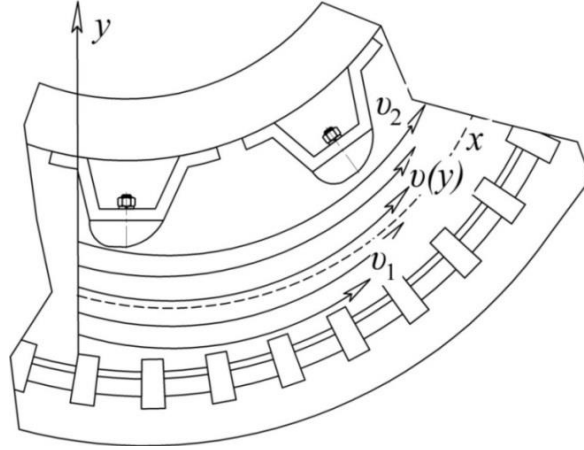


Рисунок 2.48 – Профиль скоростей движения обмолачиваемой массы в МСУ

Вероятность P_1 попадания маслосемян в зону повышенного давления, создаваемого бичами, планками деки и сжимаемыми корзинками, пропорциональна отношению площадей [247]:

$$P_1 \approx \frac{S_T}{S_6}, \quad (2.229)$$

где S_T – травмирующая площадь бича, м^2 ; S_6 – общая площадь бича, м^2 .

Общая площадь бича S_6 определяется его рабочей длиной L_6 и шириной B_6 , а травмирующая S_T – шириной рифов s и средним размером столкновения маслосемян с рифами a :

$$S_T = \frac{u + a}{\sin \alpha} B_6 N = \frac{b_p + a}{\sin \alpha} B_6 \frac{L_6}{b_p + b_k}, \quad (2.230)$$

где a – средний размер столкновения маслосемян с рифами, м; B_6 – ширина бича, м; α – угол наклона рифа, град.; b_p – ширина рифа, м; b_k – ширина канавки бича, м.

Величина a определяется как среднеарифметическое:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_i. \quad (2.231)$$

Вероятность повреждения маслосемян вследствие давления от бича описывается выражением:

$$P_1 = k_1(p) \frac{u + \frac{a}{\sin \alpha}}{b_p + b_k}, \quad (2.232)$$

где k_1 – коэффициент жесткости материала бича; p – давление, создаваемое бичом, Па; b_p – ширина рифа бича, м; b_k – ширина канавки бича, м.

Следует учитывать, что величина p зависит от параметров бичей, так как они обеспечивают перемещение обмолачиваемой массы по решётке подбарабання.

Вероятность повреждения маслосемян в результате их взаимодействия внутри потока обмолачиваемой массы определяется давлением и градиентом скоростей внутри потока. Величина $k_2(p)$ является функцией, которая выражает вероятность повреждения семян в зависимости от давления внутри потока:

$$P_2 = k_2(p) + k_{21} \frac{v_1 - v_2}{h_{\text{под}}}, \quad (2.233)$$

где k_2 – коэффициент пропорциональности дробления и давления бича на корзину; k_{21} – коэффициент связи вероятности дробления и градиента скорости обмолачиваемой массы; $h_{\text{под}}$ – усредненный зазор между крайней точкой бича и планкой деки, м.

Вероятности P_1 и P_2 определяют значение коэффициента скорости ε , при которой происходит повреждение маслосемян в процессе обмолота, что в итоге влияет на повреждаемость.

2.9 Определение повреждаемости маслосемян и недомолота корзинок

Элементарный поток через ячейку решётки подбарабання можно описать выражением [43, 60]:

$$dq = \rho v(x, y) L_0 dy, \quad (2.234)$$

Уравнение для недомолота и повреждения маслосемян можно получить на основе движения многокомпонентного потока:

$$m = m_{\text{н}} + m_{\text{об}} + m_{\text{д}} + m_{\text{сеп}} + m_{\text{дсеп}} = \text{const}, \quad (2.235)$$

$$m_{\text{н}}(t) = (m - m_0) \exp(-\beta t), \quad (2.236)$$

где β – коэффициент скорости обмолота, с^{-1} .

Величина β определяется для конкретной массы корзинок отношением:

$$\beta = 1/T_{\text{с}}, \quad (2.237)$$

$$\frac{dm_{\text{н}}}{dt} = -\beta(m - m_0) \exp(-\beta t), \quad (2.238)$$

где $T_{\text{с}}$ – период полной сепарации, с; m_0 – масса семян, обмолотых первых ударом бича, кг; $m - m_0$ – масса несвободных семян после первого удара бича, кг;

$$m_{\text{об}}(0) = m_0; \quad (2.239)$$

$$m_{\text{н}}(0) = m - m_0; \quad (2.240)$$

$$m_{\text{д}}(0) = 0; \quad (2.241)$$

$$m_{\text{дсеп}}(0) = 0; \quad (2.242)$$

$$\frac{dm_{\text{об}}}{dt} = -\frac{dm_{\text{н}}}{dt} - \frac{dm_{\text{сеп}}}{dt} - \frac{dm_{\text{д}}}{dt} - \frac{dm_{\text{дсеп}}}{dt}; \quad (2.243)$$

$$\frac{dm_{\text{сеп}}}{dt} = \gamma m_{\text{об}}, \quad (2.244)$$

где γ – коэффициент скорости сепарации, с^{-1} .

Величина γ определяется для конкретной массы корзинок отношением:

$$\gamma = 1/T_{\text{с}}, \quad (2.245)$$

Таким образом, γ показывает интенсивность сепарации вороха подсолнечника через решётку подбарабанья.

$$\frac{dm_{\text{д}}}{dt} = \varepsilon m_{\text{об}} - \gamma m_{\text{д}}, \quad (2.246)$$

где ε – коэффициент скорости повреждения маслосемян, с^{-1} .

Величина ε определяется для конкретной массы маслосемян отношением:

$$\varepsilon = 1/T_{\text{с}}; \quad (2.247)$$

$$\frac{dm_{\text{дсеп}}}{dt} = \gamma m_{\text{д}}; \quad (2.248)$$

$$\frac{dm_{\text{об}}}{dt} = \beta(m_{\text{об}} - m)\exp(-\beta t) - \gamma m_{\text{об}} - \varepsilon m_{\text{об}}. \quad (2.249)$$

Таким образом, зависимость массы вымолоченных маслосемян от времени описывается линейным неоднородным дифференциальным уравнением с постоянными коэффициентами. Решением данного уравнения с учетом начальных условий (2.212) и (2.214), является функция:

$$m_{\text{об}}(t) = \left(m_0 - \frac{\beta}{\gamma + \varepsilon - \beta} (m - m_0) \right) \exp(-(\gamma + \varepsilon)t) + \frac{\beta}{\gamma + \varepsilon - \beta} \exp(-\beta t). \quad (2.250)$$

В соответствии с выражением (2.250) повреждаемость Π :

$$\Pi = \frac{m_{\text{д}}(T) + m_{\text{дсеп}}(T)}{m} = \frac{\varepsilon}{m_0} \int_0^T m_{\text{об}}(t) dt, \quad (2.251)$$

где T – время движения обмолачиваемой массы по решётке подбарабання.

Аналогично можно описать и недомолот корзинок:

$$H = \frac{m_{\text{н}}(T) + m_{\text{об}}(T)}{m}. \quad (2.252)$$

Очевидно, что все указанные величины могут быть выражены точно и в элементарных функциях. В реальности повреждаемость Π и недомолот H достигают нескольких процентов от фактической урожайности. Величину ε и остаточные значения экспонент при $t = T$ (т. е. $\exp(-(\gamma + \varepsilon)T)$ и $\exp(-\beta T)$) можно определить при конечных расчётах и анализе.

В итоге получаем выражение для определения повреждаемости маслосемян:

$$\begin{aligned}
\Pi &= \frac{\varepsilon}{m} \left(m_0 - \frac{\varepsilon}{\gamma + \varepsilon} (m - m_0) \right) \frac{1 - \exp(-(\gamma + \varepsilon)T)}{\gamma + \varepsilon} + \frac{\varepsilon}{m} \frac{1 - \exp(-\beta t)}{\gamma + \varepsilon - \beta} (m - m_0) \approx \\
&\approx \frac{\varepsilon}{\gamma m} \left(m_0 - \frac{\beta}{\gamma - \beta} (m - m_0) \right) + \frac{\varepsilon}{m} \frac{m - m_0}{\gamma - \beta} = \\
&= \left(\frac{\varepsilon}{\gamma} \left(1 + \frac{\beta}{\gamma - \beta} - \frac{\gamma}{\gamma - \beta} \right) + \frac{\gamma}{\gamma - \beta} - \frac{\beta}{\gamma - \beta} \right) = \\
&= \frac{\varepsilon}{\gamma}.
\end{aligned} \tag{2.253}$$

Одним из факторов, влияющих на повреждаемость маслосемян, является давление бича на корзинку в месте контакта. Сокращение площади этого воздействия посредством изменения формы и ширины канавок ведёт к увеличению давления, создаваемого отдельными частями бича на границе рифа и обмолачиваемой массы. В то же время большая площадь воздействия пропорциональна большей вероятности попадания маслосемян в зоны, где происходит их повреждение. Полагаем, что существуют некоторые оптимальные форма, размеры канавок и рифов бичей, при которых данный фактор оказывает наименьшее влияние на повреждаемость. Оптимум определяется и физико-механическими свойствами корзинок, стеблестоя и геометрией маслосемян. Поскольку маслосемена обладают большими размерами по сравнению с зерновыми культурами, то размеры канавок бичей МСУ для уборки подсолнечника должны быть соответственно увеличены.

2.10 Силовой анализ взаимодействия бичей из материала с упругими свойствами с корзинками подсолнечника

Силу $F_{рд}$ (Н), действующую на обмолачиваемую массу в рабочем пространстве МСУ, можно определить по формуле:

$$F_{рд} = F_{тр.б} - F_{тр.д}, \tag{2.254}$$

где $F_{\text{тр.б}}$ – сила трения бичей об обмолачиваемую массу, Н; $F_{\text{тр.д}}$ – сила трения обмолачиваемой массы о решётку деки, Н.

Рассмотрим взаимодействие обмолачиваемой корзинки с рабочей кромкой бича молотильного барабана в молотильной камере тогда, когда она находится выше условной средней линии (рисунок 2.49). В этом случае корзинка сжимается нижними слоями обмолачиваемой массы, а ударное воздействие осуществляется бичом [60].

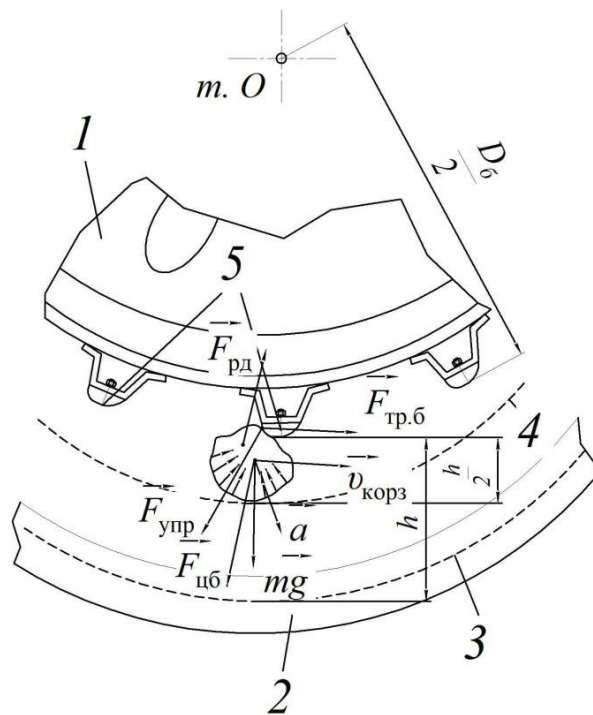


Рисунок 2.49 – Взаимодействие корзинки подсолнечника с рабочей кромкой бича:

1 – фрагмент молотильного барабана; 2 – щека деки; 3 – прутковая решётка подабарабанья; 4 – условная средняя линия молотильной камеры; 5 – рабочие кромки бичей; $\vec{F}_{\text{цб}}$ – вектор центробежной силы сдвливания фрагмента корзинки; $\vec{F}_{\text{рд}}$ – вектор равнодействующей силы сдвливания фрагмента корзинки; $\vec{F}_{\text{тр.б}}$ – вектор силы трения бича о фрагмент корзинки; $\vec{mg}$ – вектор силы тяжести части корзинки; $\vec{v}_{\text{корз}}$ – вектор скорости движения фрагмента корзинки в молотильной камере; $\vec{a}$ – вектор ускорения движения корзинки или ее фрагмента; $h_{\text{под}}$ – расстояние от верхней кромки прутковой решётки до крайней точки бича

Рассмотрим взаимодействие обмолачиваемой корзинки в рабочем пространстве молотильной камеры при её движении по условной средней линии (рисунок 2.50).

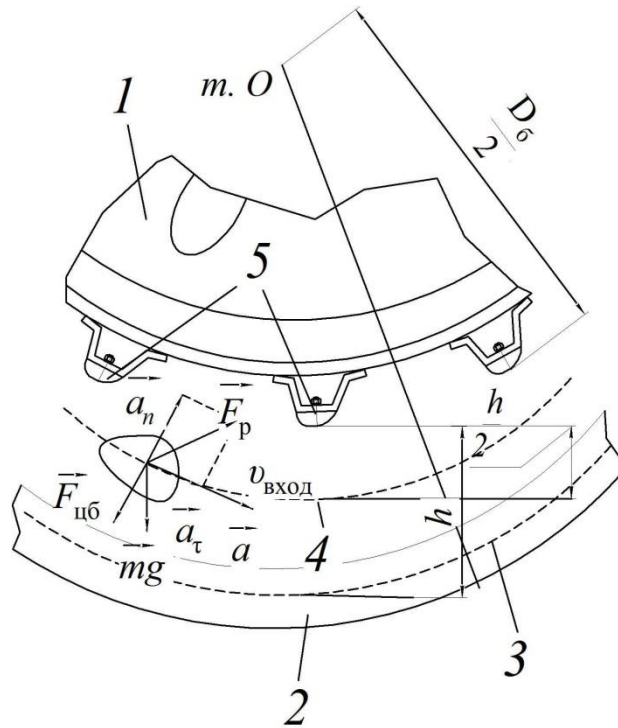


Рисунок 2.50 – Взаимодействие фрагмента корзинки с обмолачиваемой массой: $\vec{a}_n$ – вектор нормального ускорения корзинки; $\vec{a}_\tau$ – вектор тангенциального ускорения корзинки

Когда корзинка движется по условной средней линии молотильной камеры, то ее сжатие происходит по всей площади соприкосновения. Допускаем, что в этом случае повреждения будут минимальными при соответствующей частоте вращения молотильного барабана.

Можно предположить, что повреждаемость маслосемян при обмолоте будет максимальной, когда корзинка будет контактировать стороной маслосемян с рабочей поверхностью прутковой решётки подбарабannya (рисунок 2.51).

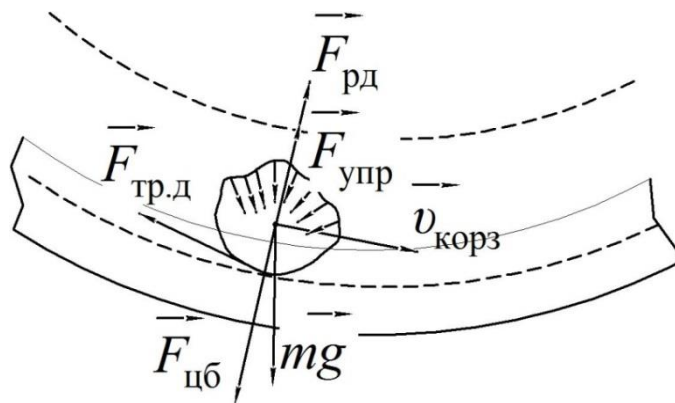


Рисунок 2.51 – Взаимодействие корзинки с прутковой решёткой подбарабannya

Закон изменения импульса системы в проекции определится равнодействующей силой $F_{\text{рд}}$:

$$F_{\text{рд}} \Delta t = m_{\text{корз}} \Delta v_{\text{вход}}, \quad (2.255)$$

где Δt – время удара первого бича об обмолачиваемую массу (корзинки), с; $\Delta v_{\text{вход}}$ – разность линейных скоростей движения корзинок в молотильной и наклонной камерах и скорости движения корзинок до ее входа (скорость подачи наклонной камеры), м/с; $m_{\text{корз}}$ – масса маслосемян, поступающих в молотильную камеру, кг:

$$\Delta v_{\text{вход}} = v_{\text{вход}} - u_{\text{наклон}}, \quad (2.256)$$

где $v_{\text{вход}}$ – линейная скорость движения корзинок на входе в молотильную камеру, м/с; $u_{\text{наклон}}$ – скорость движения корзинок по наклонной камере комбайна, м/с.

Следует отметить, что действие силы $F_{\text{рд}}$, которая образуется быстрыми ударами бичей, носит не постоянный, а импульсный характер. Исходя из этого, в выражении (2.255) её следует рассматривать как некоторую среднюю силу тяги, действующую на обмолачиваемую массу и стремящуюся протащить ее по решётке подбарабана.

Очевидно, что количество ударов бичей в единицу времени $\varpi_{\text{уд}}$:

$$\varpi_{\text{уд}} = nk, \quad (2.257)$$

где n – частота вращения молотильного барабана, с⁻¹; k – количество бичей молотильного барабана, шт.

Считаем, что ввиду неоднородности распределения обмолачиваемой массы по решётке подбарабана контакт с массой будет не по всей его ширине одинаково эффективен [60]. Соответственно, время удара одного бича об обмолачиваемую массу Δt (с) можно выразить:

$$\Delta t = \frac{B_6}{v_6}, \quad (2.258)$$

где B_6 – ширина бича, мм (рисунок 2.52).

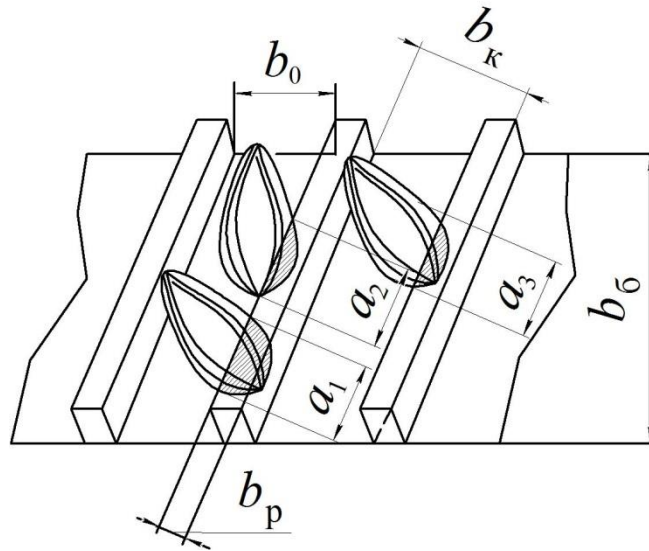


Рисунок 2.52 – Эффективная ширина бича: b_p – ширина рифа, м;
 a_1, a_2, a_3 – размеры столкновения маслосемян с рифами, м;
 b_6 – ширина бича, м; b_k – ширина канавки бича, м

Величина B_6 определяется не только поперечным геометрическим размером бича, но и профилем, формой канавок и рифов.

На основании вышеизложенного можно представить окончательный вид закона изменения импульса при обмолоте:

$$F_{рд} \varpi_{уд} \Delta t_y \Delta t = m_{корз} (\nu_{вход} - u_{наклон}), \quad (2.259)$$

где $\varpi_{уд}$ – угловая скорость бича (удара), рад/с; $\nu_{вход}$ – скорость движения корзинок на входе в молотильный аппарат после взаимодействия с бичами, м/с; $u_{наклон}$ – скорость подачи корзинок по наклонной камере, м/с.

Поскольку подача подразумевает скорость, с которой корзинок поступают в молотильную камеру МСУ, то для нее верно следующее:

$$q_{корз} = m_{корз} \Delta t. \quad (2.260)$$

Преобразовав выражения (2.255) и (2.259), получим уравнение скорости входа потока корзинок в молотильную камеру:

$$\nu_{вход} = \frac{F_{рд}}{q_{корз}} \frac{nkB_6}{\nu_6} + u_{наклон}. \quad (2.261)$$

2.11 Теоретическое определение рациональной ширины канавки бича и ударного ускорения маслосемян

Предположим, что зависимость давления от ширины канавки b_k не оказывает доминирующего влияния. Тогда можно записать выражение для определения повреждаемости маслосемян Π от ширины канавки бича b_k :

$$\Pi = \frac{A}{b_k + b_p} + Bb_{\phi} + C, \quad (2.262)$$

где A – эмпирический коэффициент, характеризующий прямоугольность канавки бича, % /мм, $A = 0,0247$ %/мм; b_k – ширина канавки бича, мм; b_p – ширина рифа бича, мм; B – эмпирический коэффициент, характеризующий материал бича, % / мм; $B = 0,000114$ %/мм; B_{ϕ} – ширина бича, мм (см. рисунок 2.53); C – эмпирический коэффициент, характеризующий сепарацию маслосемян, %, $C = -2,23$ %.

Таким образом, ширина канавки бича:

$$b_k = \sqrt{\frac{A}{B} - B_{\phi}}, \quad (2.263)$$

$$b_k = 0,00972 \text{ мм.}$$

Дробление, связанное с ударным воздействием бича, оценим отдельно. В данном случае оно вызывается ускорением при ударе, поэтому снижением величины ударного ускорения можно достичь уменьшения общего дробления в МСУ.

Определить ускорение при ударе можно с учетом упругости материала, из которого изготовлен бич. Если считать удар о бич абсолютно упругим, то вся энергия удара преобразуется в энергию упругой деформации бича и маслосемянки.

Запишем закон сохранения энергии для одной отдельно взятой семянки подсолнечника:

$$\frac{m_c(v_m - v_{\phi})^2}{2} = \frac{k_c(\Delta r_c)^2}{2} + \frac{k_{\phi}(\Delta r_{\phi})^2}{2}, \quad (2.264)$$

где m_c – масса маслосемян, подаваемых в МСУ, кг; v_m – скорость передвижения обмолачиваемой массы.

Известно, что подобная система будет характеризоваться общим коэффициентом жесткости взаимодействия семянки с бичом $k_{\text{общ}}$, Н/м:

$$k_{\text{общ}} = \frac{k_c k_{\delta}}{k_{\delta} + k_c}. \quad (2.265)$$

Объединив закон Гука и второй закон Ньютона, получим выражение для ударного ускорения маслосемян:

$$a_{\text{уд}} \approx \sqrt{\frac{k_{\text{общ}}}{m_c}} (\nu_m - \nu_{\delta}). \quad (2.266)$$

Поскольку показатели жесткости зависят от геометрических параметров маслосемян (вид, сорт или гибрид), а также от модулей упругости бича и маслосемянки, то, как видно из выражения (2.266), ударное ускорение маслосемян будет стремиться к минимуму при уменьшении модуля упругости бича. Это возможно достичь заменой материала бича – бичевой стали на материалы, обладающими упругими свойствами.

2.12 Теоретическое обоснование процесса просеивания вороха подсолнечника через решето с регулируемыми отверстиями

Для повышения качества сепарации вороха подсолнечника целесообразно оснастить комбайн решетом с регулируемыми отверстиями, которое устанавливают между верхним и нижним жалюзийными решётами или под нижним решетом (рисунок 2.53) [197].

Решето с регулируемыми отверстиями представляет собой раму 1 (рисунок 2.54), оснащённую направляющими 2, кронштейнами 3 для крепления к боковине нижнего решётного стана (приложение В). В направляющих 2 установлены верхнее неподвижное решето 4 с отверстиями, ряды которых разделены поперечными перегородками – гофрами 5 [275, 335], а также подвижное нижнее решето 6. Механизм регулировки решёта представляет собой Г-образную пластину 7, закреплённую в торцевой части подвижного решёта 6 регулировочной гайкой 8.

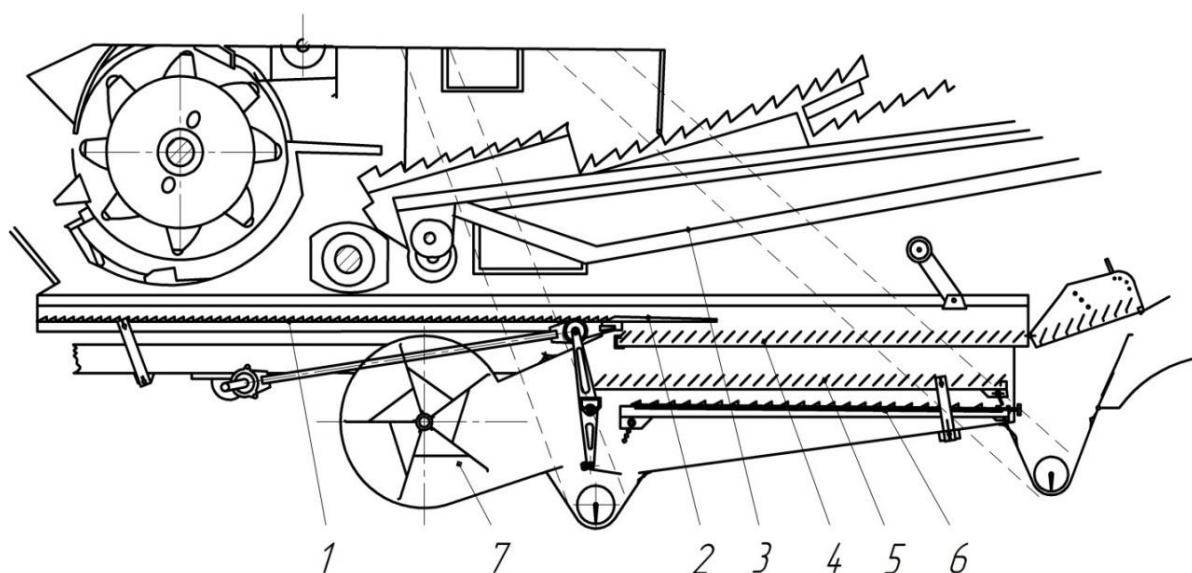


Рисунок 2.53 – Воздушно-решётная очистка зерноуборочного комбайна:
 1 – транспортная доска; 2 – пальцевая гребёнка; 3 – клавиши соломотряса;
 4 – верхний решётный стан; 5 – нижний решётный стан;
 6 – решето с регулируемыми отверстиями; 7 – вентилятор

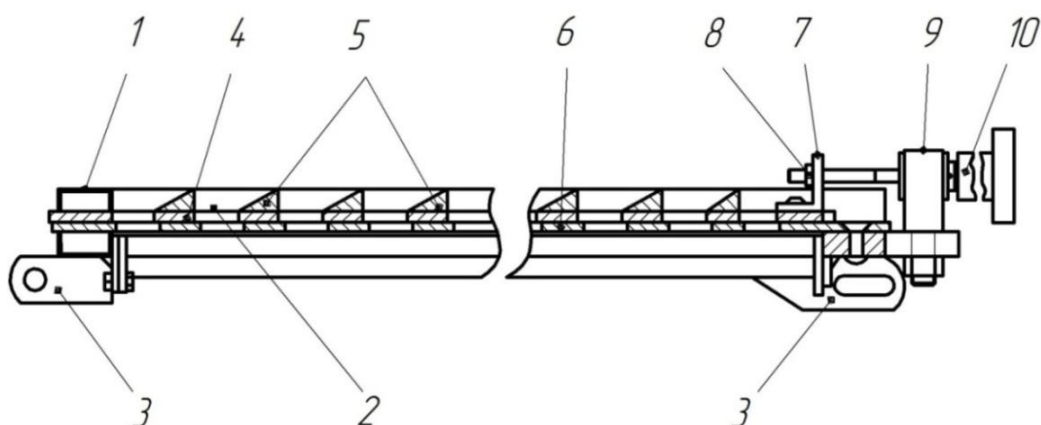


Рисунок 2.54 – Решето с регулируемыми отверстиями:
 1 – рама решёта; 2 – направляющие; 3 – кронштейны крепления;
 4 – верхнее неподвижное решето; 5 – гофры; 6 – нижнее подвижное решето;
 7 – Г-образная пластина; 8 – регулировочная гайка;
 9 – опора регулировочного винта; 10 – регулировочный винт

На раме 1 посредством болтового соединения закреплена опора 9 регулировочного винта 10, сопряжённого с Г-образной пластиной 7 регулировочной гайкой, что позволяет перемещать нижнее подвижное решето 6 относительно верхнего 4, в результате чего образуются регулируемые отверстия (рисунок 2.55).

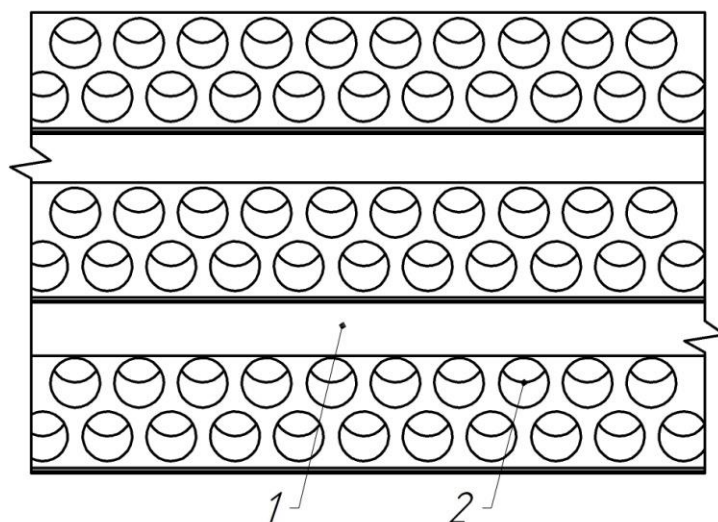


Рисунок 2.55 – Фрагмент решета
с регулирующими отверстиями:
1 – гофры; 2 – отверстия

Изменяя размеры отверстий, можно добиться соответствия их геометрическим параметрам маслосемян подсолнечника определенного сорта или гибрида.

В процессе уборки ворох подсолнечника подаётся с транспортной доски 1 (см. рисунок 2.53) через пальцевую гребёнку 2 и с клавиш соломотряса 3 на верхний решётный стан 4. После прохождения первичной очистки, в процессе которой выдуваются крупные сорные примеси, ворох подсолнечника поступает на нижний решётный стан 5, где происходит отделение средних и мелких сорных примесей. Ворох подсолнечника, прошедший через две ступени очистки, поступает на решето 6 с регулирующими отверстиями и гофрами. Посредством гофр ворох подсолнечника разделяется и попадает в ряды отверстий. Возвратно-поступательное движение решёта с регулирующими отверстиями и гофрами обеспечивает направленное движение маслосемян к центру отверстий, способствуя перемещению оставшихся крупных сорных примесей и мелких маслосемян по поверхности решёта с их последующим выдувом. В результате разделения вороха подсолнечника по рядам происходит просеивание через регулируемые отверстия нижних слоёв семян под непрерывным воздействием верхних слоёв (рисунок 2.56). Таким образом создаётся «эффект кипения» вороха подсолнечника, который характеризуется сменой слоёв семян, что способствует повышению качества очистки. В то же время при просеивании семян и воздействии воздушного потока исключается забивание отверстий решета.

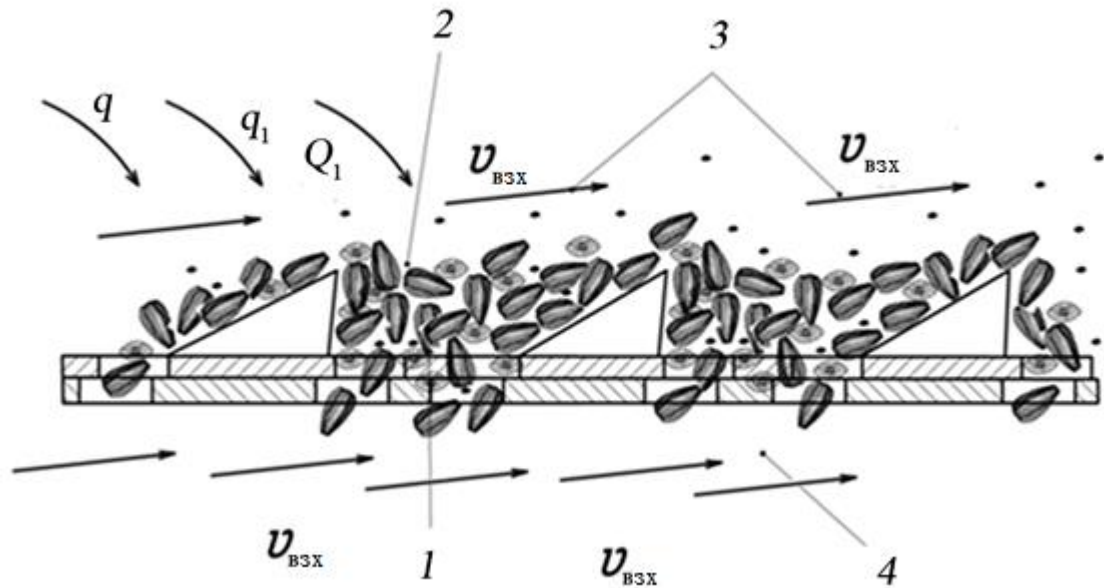


Рисунок 2.56 – Технологический процесс работы решета с регулируемыми отверстиями:
 1 – нижний слой вороха подсолнечника (между гофрами); 2 – верхний слой вороха подсолнечника (над гофрами); 3 – верхний воздушный поток; 4 – нижний воздушный поток; q – подача вороха подсолнечника на решето с регулируемыми отверстиями; q_1 – подача маслосемян на решето; Q_1 – подача сорных примесей на решето; $v_{взх}$ – скорость воздушного потока

Через регулируемые отверстия проходят крупные семянки, а мелкие из-за воздействия на них воздушного потока перемещаются по поверхности решёта и гофрами направляются в колосовой шнек или на распыл. Другая часть мелких маслосемян по мере перемещения по рядам отверстий при уменьшении плотности вороха подсолнечника просеивается через регулируемые отверстия или выдувается в сход вместе с сорными примесями. Часть маслосемян (проход), прошедших через дополнительное решето, попадает на днище 8 (рисунок 2.57) нижнего решётного стана и под воздействием возвратно-поступательного движения перемещается к зерновому шнеку 5.

В процессе настройки решета с регулируемыми отверстиями нижний подвижный лист с отверстиями будет смещаться относительно верхнего неподвижного. В результате этого образуются отверстия, имеющие форму продольного сечения эллипсоида.

Маслосемена подсолнечника по виду подразделяются на три группы: грызовые, масличные и «межеумки». Семянки грызовой формы имеют длину 11...23 мм, ширину 7,5...12 мм. Семянки масличной формы меньше грызовых. Их длина 7...13 мм, ширина 4...7 мм [260, 263]. Промежуточное значение занимают «межеумки».

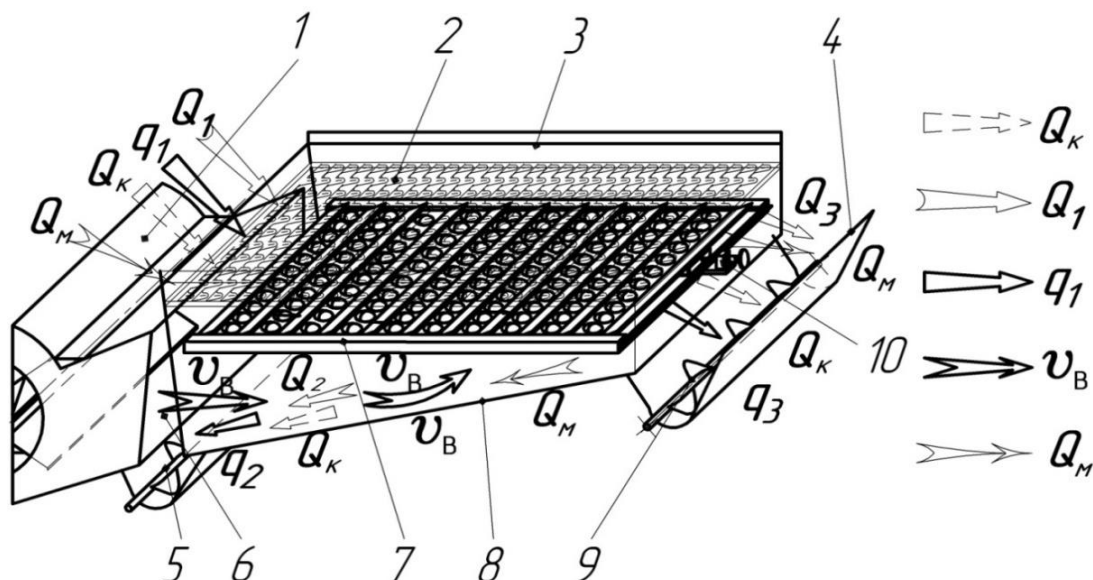


Рисунок 2.57 – Технологический процесс очистки вороха подсолнечника решетом с регулируемыми отверстиями: 1 – вентилятор; 2 – нижнее решето; 3 – боковина корпуса нижнего стана; 4 – задний фартук колосового шнека; 5 – зерновой шнек; 6 – направляющий фартук воздушного вентилятора; 7 – решето с регулируемыми отверстиями; 8 – днище корпуса нижнего решётного стана; 9 – колосовой шнек; 10 – механизм регулировки решета; Q_1, Q_2, Q_3 – сорные примеси в ворохе подсолнечника, подаваемом на решето, прошедшем через решето, сошедшем с решёта соответственно; Q_k, Q_m – крупные и мелкие сорные примеси в ворохе подсолнечника; q_1, q_2, q_3 – подача семян на решето, семена, прошедшие через решето, семена, сошедшие с решёта; v_B – скорость воздушного потока

При подаче вороха подсолнечника на решето с регулируемыми отверстиями можно допустить, что сеянки будут просеиваться через отверстия по длине, ширине и толщине (рисунок 2.58). Вероятно, что просеивание сеянки по длине затруднено. В этом случае площадь продольного сечения эллипсоида будет максимальной. Дальнейшие исследования проводим исходя из положения сеянки относительно регулируемого отверстия.

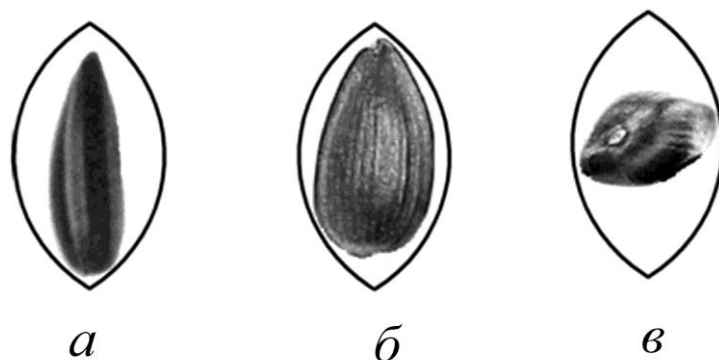


Рисунок 2.58 – Варианты прохождения семянки подсолнечника через регулируемое отверстие: *а* – по длине; *б* – по длине и ширине; *в* – по ширине

При прохождении семянки через регулируемое отверстие по длине также обеспечивается её просеивание по толщине и ширине. Определим площадь продольного сечения семянки (рисунок 2.59). Принимаем форму продольного сечения условной семянки за эллипсоид с центром в начале координат [265]:

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1, \quad (2.267)$$

где a_3 и b_3 составляют 0,5 от длины и ширины эллипсоида, мм.

Площадь продольного сечения эллипсоида S_3 (м^2):

$$S_3 = \pi a_3 b_3. \quad (2.268)$$

Определим размеры отверстия – радиус R и длину l [210, 263]. Обозначим систему координат Oxy (рисунок 2.60). Пусть центры окружностей лежат на оси абсцисс Ox симметрично оси Oy и их координаты равны $\left(-\frac{1}{2}; 0\right)$ и $\left(\frac{1}{2}; 0\right)$.

Уравнения окружностей имеют вид [36]:

$$\left(x + \frac{l}{2}\right)^2 + y^2 = R^2; \quad (2.269)$$

$$\left(x - \frac{l}{2}\right)^2 + y^2 = R^2, \quad (2.270)$$

где x – точка смещения отверстия по оси Ox , м; y – точка пересечения отверстий на оси Oy , м.

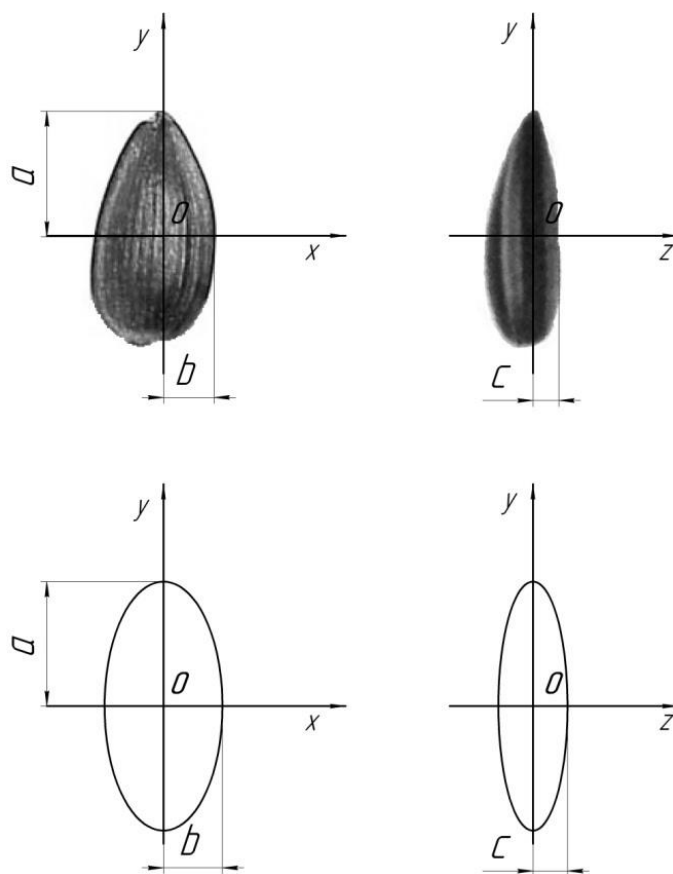


Рисунок 2.59 – Геометрические параметры семянки подсолнечника

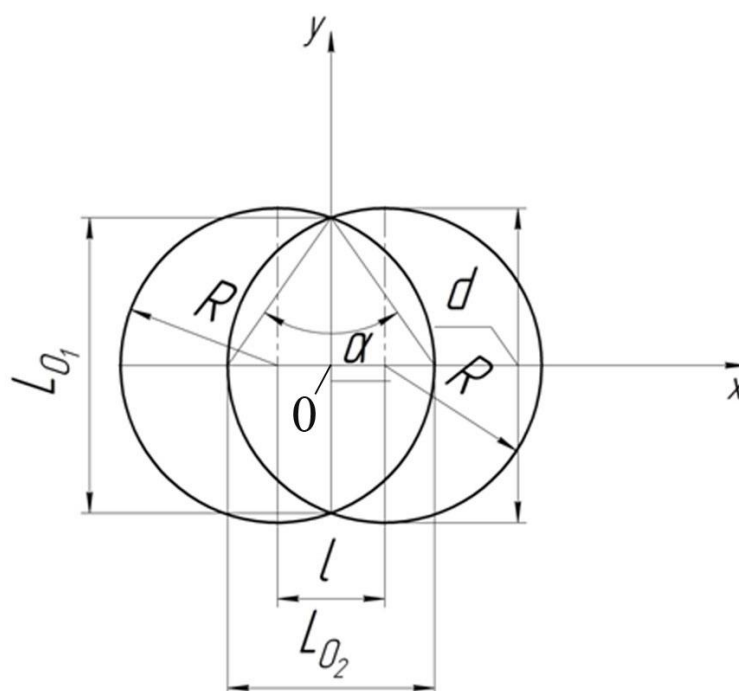


Рисунок 2.60 – Параметры регулируемого отверстия

Точки пересечения окружностей расположены на оси Oy и равноудалены от начала координат. Их координаты:

$$\left(0; \pm \frac{\sqrt{4R^2 - l^2}}{2}\right), \quad (2.271)$$

где R – радиус отверстия, м (см. рисунок 2.60).

Длину регулируемого отверстия по вертикальной L_{0_1} и горизонтальной L_{0_2} осям определим по формулам:

$$L_{0_1} = \frac{\sqrt{4R^2 - l^2}}{2} + \frac{\sqrt{4R^2 - l^2}}{2} = 2 \frac{\sqrt{4R^2 - l^2}}{2} = \sqrt{4R^2 - l^2}; \quad (2.272)$$

$$L_{0_2} = \left(-\frac{l}{2} + R\right) - \left(\frac{l}{2} - R\right) = 2R - l. \quad (2.273)$$

Площадь регулируемого отверстия S_0 [210]:

$$S_0 = R^2[\alpha - \sin \alpha], \quad (2.274)$$

где α – вписанный угол регулируемого отверстия относительно длины L_{0_1} , рад:

$$\sin \frac{\alpha}{2} = \frac{\frac{L_{0_1}}{2}}{R} = \frac{L_{0_1}}{2R}; \quad (2.275)$$

$$\sin \alpha = 2 \sin \frac{\alpha}{2} \cos \frac{\alpha}{2} = 2 \frac{L_{0_1}}{2R} \sqrt{1 - \left(\frac{L_{0_1}}{2R}\right)^2} = \frac{l \sqrt{4R^2 - l^2}}{2R^2}; \quad (2.276)$$

$$\alpha = \arcsin \left(\frac{l \sqrt{4R^2 - l^2}}{2R^2} \right). \quad (2.277)$$

Тогда, площадь S_0 регулируемого отверстия можно вычислить по формуле [210, 263]:

$$S_0 = R^2 \arcsin \left(\frac{l\sqrt{4R^2 - l^2}}{2R^2} \right) - \frac{l\sqrt{4R^2 - l^2}}{2}. \quad (2.278)$$

Характеристикой регулируемого отверстия будем считать коэффициент смещения отверстий τ , равный отношению двух длин:

$$\tau = \frac{L_{0_2}}{L_{0_1}}. \quad (2.279)$$

Исходя из выражений (2.272) и (2.273) [263, 265]:

$$\tau = \frac{\sqrt{4R^2 - l^2}}{2R - l} = \sqrt{\frac{2R + l}{2R - l}}. \quad (2.280)$$

Используя коэффициент τ , вычислим величину смещения l :

$$l = 2 \frac{\tau^2 - 1}{\tau^2 + 1} R. \quad (2.281)$$

Получим площадь регулируемого отверстия S_0 (м²):

$$S_0 = R^2 \left\{ \arcsin 4\tau \frac{\tau^2 - 1}{(\tau^2 + 1)^2} - 4\tau \frac{\tau^2 - 1}{(\tau^2 + 1)^2} \right\}. \quad (2.282)$$

Запишем условие прохождения семян через регулируемое отверстие [263]:

$$b_c \leq a_c \leq \frac{L_{0_1}}{2}; \quad (2.283)$$

$$c_c \leq b_c \leq \frac{L_{0_2}}{2}, \quad (2.284)$$

где a , b , c – 0,5 длины, ширины и толщины семянки (см. рисунок 2.59).

Вероятность просеивания семян с полуосями a , b и c ($a \geq b \geq c$) через регулируемое отверстие, образованное двумя окружностями радиусом R , центры которых удалены друг от друга на расстояние l , вычислим по зависимости:

$$P = \frac{S_{\text{э}}}{S_0} = \frac{\pi a_c b_c}{R^2 \arcsin\left(\frac{l\sqrt{4R^2 - l^2}}{2R^2}\right) - \frac{l\sqrt{4R^2 - l^2}}{2}}. \quad (2.285)$$

Очевидно, что $P < 1$ (рисунок 2.61).

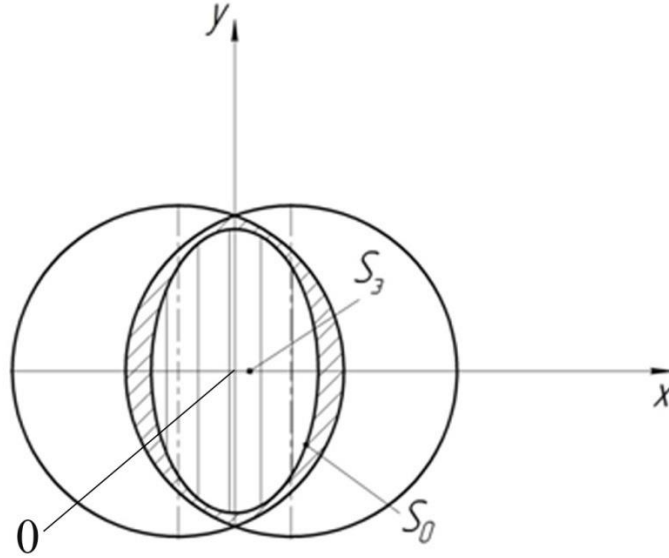


Рисунок 2.61 – Площадь продольного сечения эллипсоида

При очистке вороха подсолнечника для эффективной работы решёта с регулируемыми отверстиями требуется подбирать коэффициент τ в зависимости от геометрических размеров маслосемян. Используя размеры семянки, можно получить индивидуальное значение величины τ для конкретного сорта или гибрида подсолнечника. Расположим регулируемое отверстие таким образом, чтобы его центр совпал с началом координат, а оси – с осями координат: L_{0_1} – с осью ординат, L_{0_2} – с осью абсцисс (рисунок 2.62). При условии, что a_c и b_c могут принимать значения в диапазоне:

$$\frac{L_{0_1}}{2} \leq a_c \frac{L_{0_2}}{2}; \quad (2.286)$$

$$\frac{L_{0_1}}{2} \leq b_c \frac{L_{0_2}}{2}, \quad (2.287)$$

выбор оптимального коэффициента смещения отверстий сводится к задаче минимизации данных неравенств.

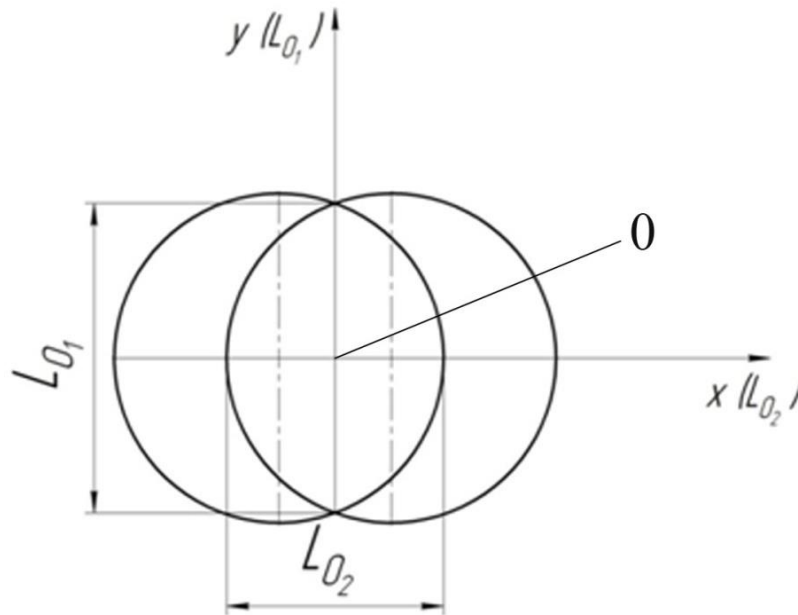


Рисунок 2.62– Оси регулируемого отверстия
в системе координат

$P < 1$ при условии [210, 263]:

$$\arcsin 4\tau \frac{\tau^2 - 1}{(\tau^2 + 1)^2} - 4\tau \frac{\tau^2 - 1}{(\tau^2 + 1)^2} = \frac{\pi a_c b_c}{R^2}. \quad (2.288)$$

Решая полученное уравнение (2.288), определим коэффициент смещения отверстий:

$$\tau \approx \sqrt[3]{\frac{3\pi a_c b_c}{32R^2}}. \quad (2.289)$$

Зная радиус смещаемого отверстия R и геометрические размеры семянки подсолнечника a_c и b_c , по формуле (2.289) можно определить значение коэффициента смещения отверстий τ , близкое к оптимальному для заданного сорта или гибрида подсолнечника.

2.13 Теоретические исследования взаимодействия вороха подсолнечника с решетом с регулируемыми отверстиями

Исследование движения вороха подсолнечника по решёту с регулируемыми отверстиями сводится к определению вероятности прохождения семянки через них. Процесс просеивания вороха через решето описывается соотношением между параметрами подачи, прохода вороха и схода семян:

$$q = q_1 + Q_1 = q_2 + Q_2 + q_3 + Q_3, \quad (2.290)$$

где q – подача вороха подсолнечника на решето, кг/с; q_1 – содержание семян в ворохе, подаваемом на решето, кг/с; Q_1 – сорные примеси в ворохе, подаваемом на решето, кг/с; q_2 – количество семян, прошедших через решето, кг/с; Q_2 – сорные примеси, прошедшие через решето, кг/с; q_3 – количество семян, сошедших с решёта, кг/с; Q_3 – сорные примеси, выдуваемые с решёта, кг/с.

Зависимость частных составляющих процесса просеивания от подачи вороха q [90]:

$$q_1(q) = q_2(q) + q_3(q); \quad (2.291)$$

$$Q_1(q) = Q_2(q) + Q_3(q). \quad (2.292)$$

Условия полного просеивания вороха при минимальной подаче $q = q_{\min}$ и ненормированного схода его при максимальной подаче $q = q_{\max}$ описываются выражениями:

$$q_1(q \rightarrow 0) = q_2(q \rightarrow 0); \quad (2.293)$$

$$q_3(q \rightarrow 0) \rightarrow 0; \quad (2.294)$$

$$q_3(q \rightarrow \infty) = q_3(q \rightarrow \infty); \quad (2.295)$$

$$q_2(q \rightarrow \infty) \rightarrow 0. \quad (2.296)$$

Условия содержания сорных примесей в подаваемом ворохе имеют вид:

$$Q_1(q \rightarrow 0) = Q_2(q \rightarrow 0); \quad (2.297)$$

$$Q_3(q \rightarrow 0) \rightarrow 0; \quad (2.298)$$

$$Q_1(q \rightarrow \infty) = Q_3(q \rightarrow \infty); \quad (2.299)$$

$$Q_2(q \rightarrow \infty) \rightarrow 0. \quad (2.300)$$

Соотношения (2.297) и (2.298) справедливы для просеиваемых мелких сорных примесей Q_m вороха, а для крупных сорных примесей Q_k возможен только выдув, что создаёт следующие граничные условия:

$$Q(q) = Q_m(q) + Q_k(q); \quad (2.301)$$

$$Q_{k_3}(q) = Q_k(q); \quad (2.302)$$

$$Q_{k_2} = 0. \quad (2.303)$$

При предельных условиях некоторые сорные примеси не просеиваются, а увлекаются сеянками за счёт давления на них сверху. Это позволяет аналогично выражениям (2.291)–(2.292) и (2.293)–(2.296) уточнить условия прохождения крупных сорных примесей через решето Q_{k_2} и выдувания крупных сорных примесей с решета Q_{k_3} .

С учётом границ перехода к предельным значениям по формулам (2.291)–(2.292) и (2.297)–(2.300) можно записать соотношения:

$$q_2(q) = q_1 \left\{ \left[\frac{|q - q_{\max}| - |q - q_{\min}|}{2(q_{\max} - q_{\min})} \right] + \frac{1}{2} \right\} = q_1 f_2(q); \quad (2.304)$$

$$q_3(q) = q_1 \left\{ \left[\frac{|q - q_{\min}| - |q - q_{\max}|}{2(q_{\max} - q_{\min})} \right] + \frac{1}{2} \right\} = q_1 f_3(q), \quad (2.305)$$

где $f_2(q)$, $f_3(q)$ – функциональные множители.

Условия просеивания мелких сорных примесей можно уточнить по соотношениям с аналогичными множителями, зависящими от q :

$$Q_{m_2}(q) = Q_m \left\{ \left[\frac{|q - q_{\min}| - |q - q_{\max}|}{2(q_{\max} - q_{\min})} \right] + \frac{1}{2} \right\} = Q_m f_2(q); \quad (2.306)$$

$$Q_{m_3}(q) = Q_m \left\{ \left[\frac{|q - q_{\min}| - |q - q_{\max}|}{2(q_{\max} - q_{\min})} \right] + \frac{1}{2} \right\} = Q_m f_3(q), \quad (2.307)$$

где Q_{m_2} – мелкие сорные примеси, прошедшие через решето, кг/с; Q_{m_3} – мелкие сорные примеси, выдуваемые с решета, кг/с.

Условия просеивания крупных сорных примесей уточним по соотношениям с использованием параметра q_{med} :

$$Q_{k_2}(q) = \delta_p Q_k \left\{ \left[\frac{|q - q_{\min}| - |q - q_{\text{med}}|}{2(q_{\text{med}} - q_{\min})} \right] + \frac{1}{2} \right\} = \delta_p Q_k f_1(q); \quad (2.308)$$

$$Q_{k_3}(q) = Q_k - \delta_p Q_k \left\{ \left[\frac{|q - q_{\min}| - |q - q_{\text{med}}|}{2(q_{\text{med}} - q_{\min})} \right] + \frac{1}{2} \right\} = Q_k [1 - \delta_p f_1(q)], \quad (2.309)$$

где Q_{k_2} – крупные сорные примеси, прошедшие через решето, кг/с; Q_{k_3} – крупные сорные примеси, выдуваемые с решета, кг/с; δ_p – величина, характеризующая увеличение схода при большей подаче, $\delta_p = 0,06\text{--}0,07$; q_{med} – величина, характеризующая интенсивность просеивания вороха подсолнечника при увеличении q и δ_p , кг/с.

На процесс просеивания маслосемян и отделение сорных примесей существенное влияние оказывает воздушный поток. Минимальное давление воздуха $p_{v_{\min}}$ (Па):

$$p_{v_{\min}} = k v_{B_{\min}}^2, \quad (2.310)$$

где k – коэффициент, учитывающий площадь семянки, $\text{кг} \cdot \text{с}^2 / \text{м}^4$; $v_{B_{\min}}$ – минимальная скорость воздушного потока, м/с.

При некоторых значениях скорости воздушного потока v_B происходит блокировка просеивания мелких сорных примесей Q_M , исходя из предельных условий:

$$Q_M(v_B \rightarrow \infty) = Q_{M_3}(v_B \rightarrow \infty); \quad (2.311)$$

$$Q_{M_2}(v_B \rightarrow \infty) \rightarrow 0. \quad (2.312)$$

Теоретические зависимости сорности в проходе и сходе вороха подсолнечника от скорости воздушного потока v_B строят на основании соотношений (2.306) и (2.307). Для их упрощения введём замену [271]:

$$Q_M^0 = \delta_p Q_M f_l(q). \quad (2.313)$$

Тогда:

$$Q_{M_2}(v_B) = Q_M^0 \left\{ \left[\frac{|v_B^2 - v_{B_{med}}^2| - |v_B^2 - v_{B_{min}}^2|}{2(v_{B_{med}}^2 - v_{B_{min}}^2)} \right] + \frac{1}{2} \right\} = Q_M^0 F_2^M(v_B), \quad (2.314)$$

где

$$F_2^M(v_B) = \left[\frac{|v_B^2 - v_{B_{med}}^2| - |v_B^2 - v_{B_{min}}^2|}{2(v_{B_{med}}^2 - v_{B_{min}}^2)} \right] + \frac{1}{2}; \quad (2.315)$$

$$Q_{M_3}(v_B) = Q_M^0 \left\{ \left[\frac{|v_B^2 - v_{B_{min}}^2| - |v_B^2 - v_{B_{med}}^2|}{2(v_{B_{med}}^2 - v_{B_{min}}^2)} \right] + \frac{1}{2} \right\} = Q_M^0 F_3^M(v_B). \quad (2.316)$$

При максимальной скорости воздушного потока $v_{B_{max}}$, блокирующей процесс просеивания семян через регулируемые отверстия, применимы выражения:

$$q_2(v_B) = q_l^0 \left\{ \left[\frac{|v_B^2 - v_{B_{max}}^2| - |v_B^2 - v_{B_{min}}^2|}{2(v_{B_{max}}^2 - v_{B_{min}}^2)} \right] + \frac{1}{2} \right\} = q_l^0 f_2^{v_B}(v_B); \quad (2.317)$$

$$q_3(\nu_B) = q_l^0 \left\{ \left[\frac{|\nu_B^2 - \nu_{B_{\min}}^2| - |\nu_B^2 - \nu_{B_{\max}}^2|}{2(\nu_{B_{\max}}^2 - \nu_{B_{\min}}^2)} \right] + \frac{1}{2} \right\} = q_l^0 f_3^{\nu_B}(\nu_B). \quad (2.318)$$

Разница в величинах $\nu_{B_{\min}}$ и $\nu_{B_{\max}}$ в выражениях для Q_{M_2} , Q_{M_3} (2.317), 2.318) и для q_2 , q_3 (2.304), (2.305) создаёт предпосылку для отделения мелких сорных примесей и снижения их количества в проходе вороха подсолнечника через решето, что способствует повышению качества очистки. С учётом коэффициента τ содержание мелких Q_{M_2} и крупных Q_{K_2} примесей описывается зависимостями:

$$Q_{M_2}(q) = \frac{S_{\ominus}}{S_0} Q_M \left\{ \left[\frac{|q - q_{\max}| - |q - q_{\min}|}{2(|q_{\max} - q_{\min}|)} \right] + \frac{1}{2} \right\} = \frac{S_{\ominus}}{S_0} Q_M f_2(q); \quad (2.319)$$

$$Q_{K_2}(q) = \frac{S_{\ominus}}{S_0} \delta_p Q_K \left\{ \left[\frac{|q - q_{\min}| - |q - q_{\text{med}}|}{2(|q_{\text{med}} - q_{\min}|)} \right] + \frac{1}{2} \right\} = \frac{S_{\ominus}}{S_0} \delta_p Q_K f_1(q), \quad (2.320)$$

где $S_{\ominus}$ – площадь продольного сечения эллипсоида (семянки), м^2 ; S_0 – площадь регулируемого отверстия, м^2 .

Таким образом, модель для определения сорных примесей в проходе вороха подсолнечника в зависимости от подачи и скорости воздушного потока имеет вид:

$$Q_2(q, \nu_B) = \frac{S_{\ominus}}{S_0} [\delta_p Q_K f_1(q) + Q_M f_2(q)], \quad (2.321)$$

где $f_1(q)$, $f_2(q)$ – функциональные множители в зависимостях (2.319) и (2.320).

С учётом влияния скорости воздушного потока $\nu_{B_{\text{med}}}$ математическая модель содержания сорных примесей в проходе вороха подсолнечника описывается выражением:

$$Q_2(q, \nu_B) = \frac{S_{\Theta}}{S_0} [\delta_p Q_k f_1(q) + Q_m f_2(q)] F_2^M(\nu_B) . \quad (2.322)$$

Коэффициент τ влияет на переменные q и ν_B в формуле (2.322). Путём произведения f_1 и f_2 и замены их на F_2^M получим функциональную зависимость для определения содержания сорных примесей в проходе вороха подсолнечника через решето с регулируемыми отверстиями:

$$Q_2 = \left[\tau \delta_p Q_k f_1(q) + \frac{\tau \delta_2 Q_m q}{q_{\max}} \delta_1 Q_m f_2(q) F_2^M(\nu_B) \right] . \quad (2.323)$$

В рассматриваемом решете гофры обеспечивают перемещение вороха подсолнечника в горизонтальной плоскости даже при отсутствии наклона решета. Посредством гофр также происходит ориентация семян перпендикулярно направлению движения решета, что улучшает их просеивание сквозь регулируемые отверстия.

Рассмотрим динамику просеивания массы вороха подсолнечника M через решето с регулируемыми отверстиями, совершающее колебания по закону:

$$x(t) = A \sin(\omega t), \quad (2.324)$$

где A – амплитуда колебаний решёта, м; ω – угловая скорость вращения вала привода решёта, рад/с; t – период времени, с.

Скорость v_n и ускорение w_n привода решёта определяют по формулам:

$$v_n(t) = \omega A \cos(\omega t); \quad (2.325)$$

$$w_n(t) = \omega^2 A \sin(\omega t). \quad (2.326)$$

Считаем, что в единицу времени вся масса вороха подсолнечника M распределяется по поверхности решёта слоем высотой H :

$$M = \gamma_B B_p L_p H, \quad (2.327)$$

где γ_v – плотность вороха подсолнечника, кг/м³; B_p – ширина решета, м; L – длина решета, м; H – высота слоя вороха подсолнечника на решете, м.

Масса вороха подсолнечника M разделяется на слои, каждый из которых располагается над рабочим участком решета длиной L . Рабочий участок включает в себя впадину и гофру (рисунок 2.63). Ширина гофры B равна ширине решета. Отсюда длина решета с регулируемыми отверстиями:

$$L = L_p N, \quad (2.328)$$

где L_p – длина рабочего участка решёта, м; N – количество гофр в решёте.

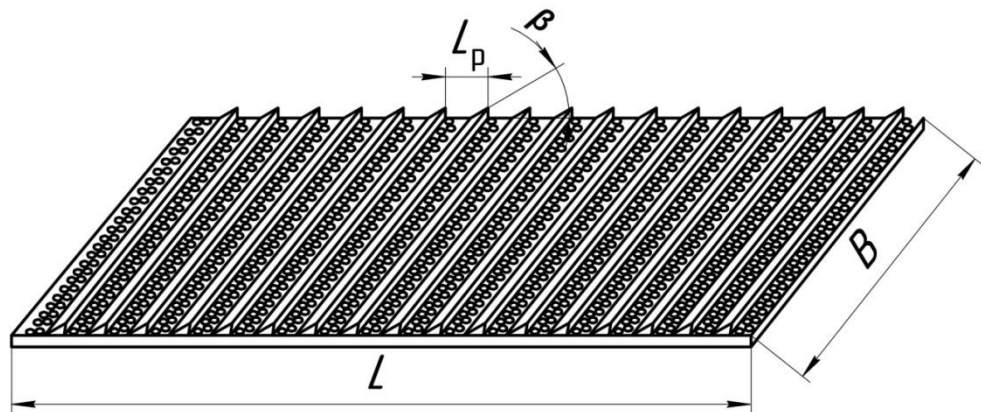


Рисунок 2.63 – Геометрические параметры решета с регулируемыми отверстиями

Обозначим массу вороха, находящуюся во впадине и взаимодействующую с уступом гофры m_1 , а массу вороха, находящуюся над гофрами и движущуюся как по горизонтали, так и по вертикали, – m_2 . Между собой эти массы упруго взаимодействуют в виде силы F_c , которую определяют с помощью коэффициента жёсткости вороха C :

$$F_c = C(x_1 - x_2), \quad (2.329)$$

где F_c – сила связи между массами вороха m_1 и m_2 , Н; C – коэффициент жёсткости вороха подсолнечника, Н/м; x_1 – координата перемещения массы m_1 в горизонтальной плоскости, м; x_2 – координата перемещения массы m_2 в горизонтальной плоскости, м.

Распределение масс m_1 и m_2 по слоям можно описать с помощью коэффициентов k_1 и k_2 , сумма которых пропорциональна длине рабочего участка L_p и равна 1:

$$\frac{k_1 + k_2}{L_p} = 1. \quad (2.330)$$

Масса вороха подсолнечника, находящегося во впадине (между гофрами):

$$m_1 = k_1 m, \quad (2.331)$$

где m – масса вороха подсолнечника, взаимодействующего с рабочим участком решета, кг.

Масса вороха подсолнечника, находящегося на наклоне гофры:

$$m_2 = k_2 m, \text{ кг.} \quad (2.332)$$

Масса вороха подсолнечника m :

$$m = \gamma B L L_p k_2 \operatorname{tg} \beta, \quad (2.333)$$

β – угол наклона гофры, град.

Находящиеся над рабочим участком верхние слои вороха подсолнечника создают нагрузку от масс M_1 и M_2 (рисунок 2.64), которые вычисляют с помощью коэффициентов k_1 и k_2 :

$$M_1 = k_1 M; \quad (2.334)$$

$$M_2 = k_2 M, \quad (2.335)$$

где M – масса вороха подсолнечника над рабочим участком, кг.

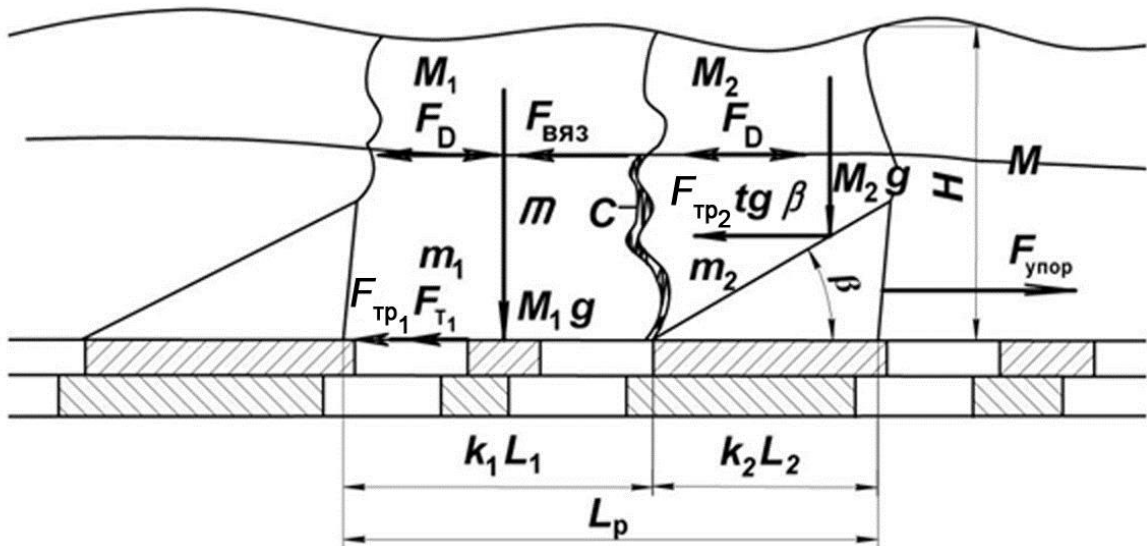


Рисунок 2.64 – Схема сил, действующих на ворох подсолнечника:

M – масса вороха; M_1 – масса верхних слоёв вороха, находящегося над впадиной; M_2 – масса верхних слоёв вороха, находящегося над гофрой; m – масса вороха, взаимодействующего с рабочим участком решета; H – высота слоя вороха; F_D – сила демпфирования между массами; $F_{\text{вяз}}$ – сила вязкости вороха; $F_{\text{тр}}$ – сила трения вороха о поверхность решета; $F_{\text{тр}_1}$ – сила трения вороха массой m_1 о поверхность решета; $F_{\text{тр}_2}$ – сила трения вороха массой m_2 о поверхность гофры; $F_{\text{упор}}$ – сила упора гофры; C – коэффициент жёсткости вороха; k_1, k_2 – коэффициенты, характеризующие распределение масс по длине решета; L_1 – ширина впадины; L_2 – ширина гофры; L_p – длина рабочего участка

Взаимодействие слоя вороха с впадиной гофры происходит по закону Кулона:

$$F_{\text{тр}_1} = m_1 g f \text{sign}(\nu_{m_1} - \nu_{\text{п}}), \quad (2.336)$$

где f – коэффициент трения вороха по решету; $\nu_{\text{п}}$ – скорость движения решета, м/с; ν_{m_1} – скорость движения массы m_1 , м/с.

Взаимодействие массы m_1 с гофрой определяется ускорением и силой F_A , создаваемой амплитудой решета:

$$F_A = m_1 \omega^2 A \sin(\omega t) \left[\frac{1 + \text{sign}(\nu_{\text{п}} - \nu_{m_1})}{2} \right]. \quad (2.337)$$

С верхними слоями вороха подсолнечника предполагается взаимопроникающее и вязкое взаимодействие нижних слоёв в виде демпфирования, определяемого коэффициентом k_D :

$$F_D = k_D(\nu_{\pi} - \nu_{m_1}), \quad (2.338)$$

где F_D – сила демпфирования между верхними и нижними массами, Н; k_D – коэффициент демпфирования, Н·с/м.

В результате, выражая силу инерции и ускорение массы m_1 через приведенные составляющие, получим дифференциальное уравнение движения массы m_1 вида:

$$m_1 w_1 = m_1 \omega^2 A \sin(\omega t) \left[\frac{1 + \text{sign}(\nu_{\pi} - \nu_{m_1})}{2} \right] + k_1 k_D (\nu_{\pi} - \nu_{m_1}) - \\ - M_1 g f \text{sign}(\nu_{m_1} - \nu_{\pi}) - C(x_1 - x_2) \quad (2.339)$$

Данное уравнение (2.339) является разрешённой формой Коши [114] для скорости перемещения вороха подсолнечника по решетку. Дополняя его кинематическим выражением, получим уравнение вида:

$$\frac{d\nu_{m_1}}{dt} = \frac{m_1 \omega^2 A \sin(\omega t) \left[\frac{1 + \text{sign}(\nu_{\pi} - \nu_{m_1})}{2} \right] + k_1 k_D (\nu_{\pi} - \nu_{m_1}) - M_1 g f \text{sign}(\nu_{m_1} - \nu_{\pi}) - C(x_1 - x_2)}{m_1}. \quad (2.340)$$

Представим выражение (2.340) в виде сил. Тогда:

- центробежная сила:

$$F_{\pi} = m_1 \omega^2 A \sin(\omega t); \quad (2.341)$$

- сила демпфирования:

$$F_D = k_D(\nu_{\pi} - \nu_{m_1}); \quad (2.342)$$

- сила упругости:

$$F_c = C_b(x_1 - x_2). \quad (2.343)$$

Масса m_2 , находящаяся на наклоне гофры, не контактирует с её уступом, поэтому к коэффициенту трения f добавляется угол образующей гофры в виде $\operatorname{tg} \beta$. Таким образом, сила трения вороха массой m_2 по поверхности гофры:

$$F_{\text{тр}_2} = M_2 g (f + \operatorname{tg} \beta) \operatorname{sign} (v_{m_2} - v_{\Pi}), \quad (2.344)$$

где v_{m_2} – скорость движения массы m_2 по поверхности гофры, м/с.

Получим аналогичное уравнение для координаты x_2 :

$$\frac{dv_{m_2}}{dt} = \frac{k_2 k_D (v_{\Pi} - v_{m_2}) - M_2 g (f + \operatorname{tg} \beta) \operatorname{sign} (v_{m_2} - v_{\Pi}) + C(x_1 - x_2)}{m_2} \quad (2.345)$$

Толщину верхних слоев вороха подсолнечника над рабочим участком и общую массу вороха определяют с учётом вязкой связи по уравнению:

$$\frac{dv_{\Pi}}{dt} = \frac{-k_1 k_D (v_{\Pi} - v_{m_1}) - k_2 k_D (v_{\Pi} - v_{m_2})}{M}. \quad (2.346)$$

Движение массы m_2 по вертикали определяют аналогично горизонтальному движению x_2 с учётом угла гофры β_r и условия не прохождения вороха через регулируемые отверстия при $y > 0$:

$$\frac{dy}{dt} = v_{\Pi_y} \left[\frac{1 + \operatorname{sign} y}{2} \right]; \quad (2.347)$$

$$\begin{aligned} \frac{dv_{\Pi_y}}{dt} = \\ = \frac{k_2 k_D (v_{\Pi} - v_{m_2}) - M_2 g (f + \operatorname{tg} \beta) \operatorname{sign} (v_{m_2} - v_{\Pi}) + C(x_1 - x_2)}{m_2} \operatorname{tg} \beta - \\ - \left[\frac{1 + \operatorname{sign} y}{2} \right]. \end{aligned} \quad (2.348)$$

Результат вертикального движения может быть учтён в виде коррекции g для системы масс m_2 или M_2 . Однако вследствие моделирования величина поправки ничтожна, поэтому движения по вертикали y и по горизонтали x можно считать независимыми. В результате имеем совокупную систему восьми дифференциальных уравнений, смоделированных в систему Рунге – Кутты:

$$\frac{dx_1}{dt} = v_{m_1}, \text{ м/с}; \quad (2.349)$$

$$\frac{dv_{m_1}}{dt} = \frac{m_1 \omega^2 A \sin(\omega t) \left[\frac{1 + \text{sign}(v_{\pi} - v_{m_1})}{2} \right] + k_1 k_D (v_{\pi} - v_{m_1}) - M_1 g f \text{sign}(v_{m_1} - v_{\pi}) - C(x_1 - x_2)}{m_1}; \quad (2.350)$$

$$\frac{dx_2}{dt} = v_{m_2}; \quad (2.351)$$

$$\frac{dv_{m_2}}{dt} = \frac{k_2 k_D (v_{\pi} - v_{m_2}) - M_2 g (f + \text{tg } \beta) \text{sign}(v_{m_2} - v_{\pi}) + C(x_1 - x_2)}{m_2} \quad (2.352)$$

$$\frac{dx}{dt} = v_{\pi}; \quad (2.353)$$

$$\frac{dv_{\pi}}{dt} = \frac{-k_1 k_D (v_{\pi} - v_{m_1}) - k_2 k_D (v_{\pi} - v_{m_2})}{M}; \quad (2.354)$$

$$\frac{dy}{dt} = v_y \left[\frac{1 + \text{sign } y}{2} \right]; \quad (2.355)$$

$$\begin{aligned} \frac{dv_y}{dt} = \\ = \frac{k_2 k_D (v_{\pi} - v_{m_2}) - M_2 g (f + \text{tg } \beta) \text{sign}(v_{m_2} - v_{\pi}) + C(x_1 - x_2)}{m_2} \text{tg } \beta - \\ - g \left[\frac{1 + \text{sign } y}{2} \right] \end{aligned} \quad (2.356)$$

В решете рассматриваемой конструкции отверстия расположены в шахматном порядке во впадине между наклонной поверхностью и уступом гофры. Это повышает вероятность P_p попадания семянки в положение перекрытия более двух третей её длины над отверстием до значения $P_p = 0,5$.

С учётом динамики процесса взаимодействия семянки с уступом гофры при колебаниях решёта вероятность разворота P_r семянки в положение совпадения главной оси семянки и оси впадины также имеет значение $P_r = 0,5$.

Общая вероятность совпадения этих двух необходимых условий для прохождения семянки через одну впадину:

$$P_{pr} = P_p P_r = 0,5 \cdot 0,5 = 0,25. \quad (2.357)$$

Количество впадин, необходимое для просеивания одного слоя семянки при движении по решету:

$$n \frac{1}{P_{pr}} = 4. \quad (2.358)$$

Число слоёв семянки m при полной загрузке решета и высоте слоя $H = 50$ мм, а также толщине семянки разных сортов $h_c = 6 \dots 8$ мм:

$$m = \frac{H}{h_c} = \frac{50}{(6-8)} \approx 6 \dots 8. \quad (2.359)$$

Тогда количество впадин N для гарантированного прохождения семянки при полной загрузке решета:

$$N = nm = 4 \cdot (6 \dots 8) = 24 \dots 32. \quad (2.360)$$

В реализованной конструкции решета длиной 1 м, взятого для совместимости с конструкцией комбайна, выполнено 30 гофр, что даёт шаг $L_p = 32$ мм. Амплитуду колебаний решета A принимаем равной этому шагу:

$$A = L_p = 32 \text{ мм}. \quad (2.361)$$

2.14 Теоретические исследования потерь маслосемян распылом от воздушного потока

Проведем анализ сил, действующих на ворох в воздушном потоке при очистке подсолнечника. Движение вороха подсолнечника по решетке осуществляется под действием сил со стороны воздуха, реакции опоры гофры, трения между ворохом и решетом, тяжести. Рассмотрим падение маслосемян под действием сил тяжести и воздуха. Сила сопротивления перемещению маслосемян $F_{\text{лс}}$ пропорциональна площади поперечного сечения тела, плотности воздуха и квадрату скорости тела относительно воздуха. Площадь поперечного сечения зависит от его линейных размеров. Таким образом, можно записать:

$$F_{\text{лс}} = k_{\text{ГМ}} \rho_{\text{взх}} a^2 v_{\text{отн}}^2, \quad (2.362)$$

где $k_{\text{ГМ}}$ – коэффициент, учитывающий геометрию маслосемян; $\rho_{\text{взх}}$ – плотность воздушного потока; a – средние размеры семянки подсолнечника; $v_{\text{отн}}$ – относительная скорость движения маслосемян по решёткам.

Направление силы $F_{\text{лс}}$ совпадает с направлением величины $v_{\text{отн}}$. Относительная скорость движения маслосемян состоит из скорости движения вороха маслосемян относительно комбайна $v_{\text{в}}$ и скорости движения потока воздуха $v_{\text{взх}}$ [266]:

$$v_{\text{отн}} = v_{\text{в}} - v_{\text{взх}}, \quad (2.363)$$

Проекции сил на оси x и y опишем выражениями:

$$F_{\text{лс},x} = -k_{\text{ГМ}} \rho_{\text{взх}} a^2 v_{\text{отн}}^2 (v_{\text{КХ}} - v_{\text{взх},x}); \quad (2.364)$$

$$F_{\text{лс},y} = -k_{\text{ГМ}} \rho_{\text{взх}} a^2 v_{\text{отн}}^2 (v_{\text{КУ}} - v_{\text{взх},y}). \quad (2.365)$$

Вследствие вертикального направления силы тяжести маслосемян её проекцию запишем следующим образом:

$$F_{\text{тяж},x} = 0; \quad (2.366)$$

$$F_{\text{тяж},y} = m_{\text{в}} g. \quad (2.367)$$

При рассмотрении массы маслосемян m_c и массы сорных примесей $m_{\text{СПР}}$ запишем приближенные соотношения линейных размеров:

$$m_{\text{СПР}} = z_{\text{СПР}} \rho_{\text{СПР}} a_{\text{СПР}}^3, \quad (2.368)$$

где $z_{\text{СПР}}$ – коэффициент, учитывающий объём сорных примесей; $\rho_{\text{СПР}}$ – плотность сорных примесей, $a_{\text{СПР}}$ – средний размер сорной частицы.

Для маслосемян следует учесть, что значительную часть их объёма занимает оболочка, поэтому учтем её плотность ρ_o и средний размер a_o :

$$m_c = z_c \rho_c a_c^3 + s_o + \rho_o + a_o, \quad (2.369)$$

где z_c , s_o – коэффициенты, учитывающие объём маслосемян и оболочки; ρ_c , ρ_o – плотность маслосемян и оболочки, a_c , a_o – средние размеры семянки и оболочки.

Будем считать воздушный поток однородным в области падения маслосемян и сорных примесей на решёта, поэтому проекции скорости воздушного потока выразим через угол наклона его направляющих θ :

$$v_{\text{ВЗХ},X} = v_{\text{ВЗХ}} \cos \theta; \quad (2.370)$$

$$v_{\text{ВЗХ},Y} = -v_{\text{ВЗХ}} \sin \theta. \quad (2.371)$$

На основании вышеизложенного запишем систему дифференциальных уравнений, описывающих падение маслосемян:

$$m \frac{dv_{\text{ВХ}}}{dt} = -k_{\text{ГМ}} \rho_{\text{ВЗХ}} a^2 v_{\text{ОТН}} (v_{\text{ВЗХ},X} - v_{\text{ВЗХ}} \cos \theta); \quad (2.372)$$

$$m \frac{dv_{\text{ВУ}}}{dt} = -k_{\text{ГМ}} \rho_{\text{ВЗХ}} a^2 v_{\text{ОТН}} (v_{\text{ВЗХ},Y} - v_{\text{ВЗХ}} \sin \theta) + m_c g. \quad (2.373)$$

Для данной системы уравнений выразим параметр времени T , учитывающий, насколько движение воздуха сильно влияет на изменение траектории:

$$T = \frac{m_c}{k_{\Gamma M} \rho_{\text{взх}} a^2 v_{\text{взх}}}. \quad (2.374)$$

Параметр ψ , определяющий степень воздействия силы воздушного потока по сравнению с гравитационной:

$$\psi = \frac{k_{\Gamma M} \rho_{\text{взх}} a^2 v_{\text{взх}}}{m_c g}. \quad (2.375)$$

Очевидно, что с увеличением ψ воздушный поток будет оказывать доминирующее воздействие на движение потока маслосемян, поэтому вероятность выдувания маслосемян и сорных примесей будет определяться величиной этого параметра. В случае $\psi = 0$ потери, связанные с воздействием воздушного потока, будут отсутствовать, а в случае $\psi \rightarrow \infty$ они будут близки к 100 % (т. е. к 1).

В связи с этим введём выражение потерь маслосемян $\Pi_{\text{в}}$:

$$\Pi_{\text{в}} = 1 - \exp(-f\psi). \quad (2.376)$$

Следует отметить, что f является параметром, который не зависит от типа вороха (маслосемена это или сорные примеси). Он характеризует особенность конструкции, геометрию решёт и воздействие воздушного потока.

Зависимость площади регулируемого отверстия $S_{\text{отв}}$ от величины коэффициента регулируемых отверстий τ описывается выражением [266]:

$$S_{\tau} = \frac{S_{\text{отв}}(\tau)}{\pi R^2} = \frac{2}{\pi} \left(\arcsin\left(\frac{2\tau}{\tau^2 + 1}\right) - \frac{2\tau(\tau^2 - 1)}{(\tau^2 + 1)^2} \right). \quad (2.377)$$

Маслосемена и сорные примеси при прохождении через решёта можно охарактеризовать критическими величинами площадей регулируемых отверстий S_c и $S_{\text{сп}}$, при которых они начинают существенно сепарировать сквозь себя маслосемена или сорные примеси. Поскольку эти параметры различны ввиду разных геомет-

рических размеров, то это позволяет более точно осуществлять настройку регулируемых отверстий на тот или иной сорт или гибрид.

Сепарация маслосемян через решето с регулируемыми отверстиями описывается функцией вида:

$$P_c = 1 - \exp\left(-r_{\text{отв}} \frac{S_{\text{отв}}(\tau)}{S_c}\right), \quad (2.378)$$

где $r_{\text{отв}}$ – радиус регулируемого отверстия; τ – коэффициент смещения отверстий (рисунок 2.65).

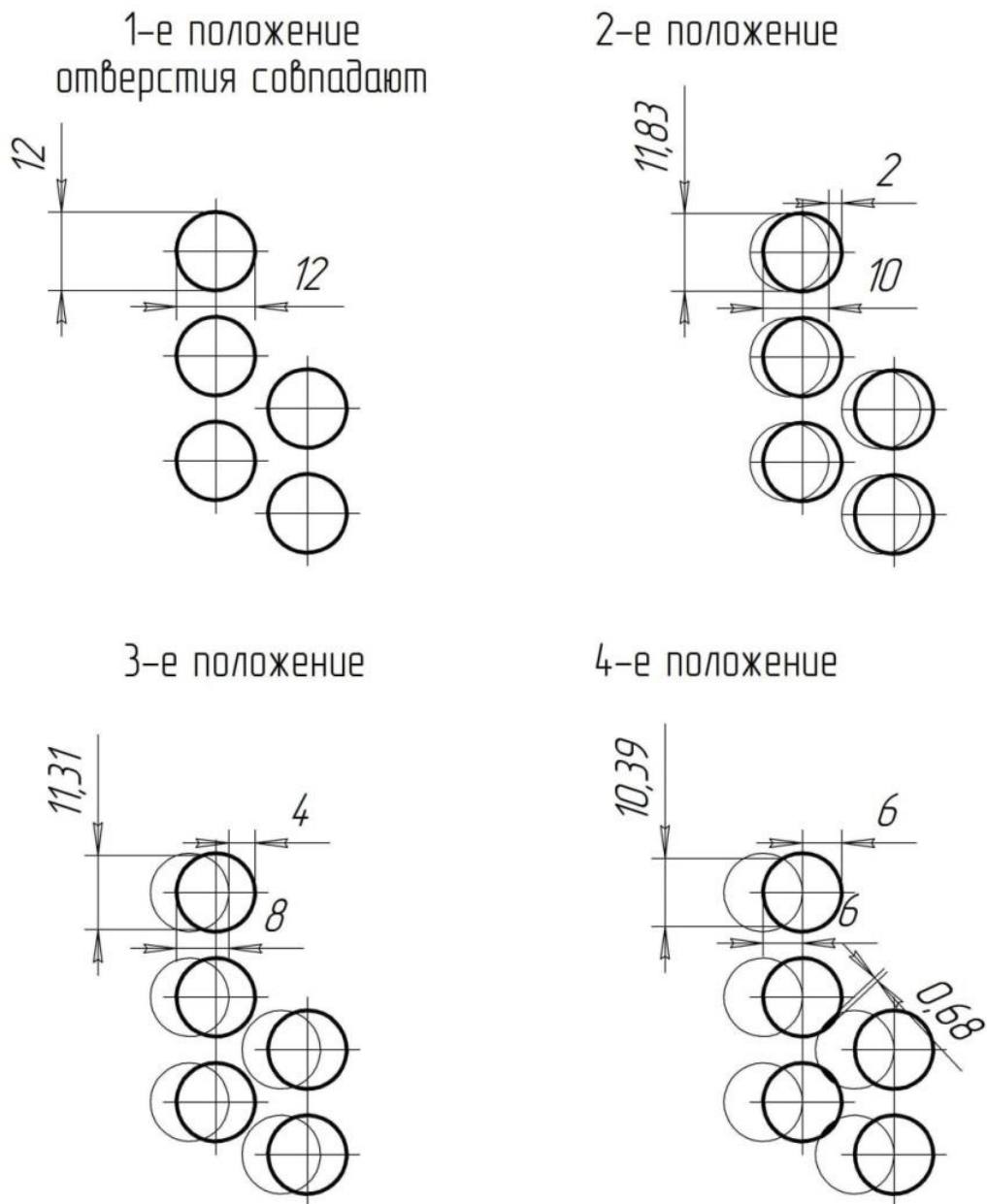


Рисунок 2.65 – Смещение отверстий решета

При различных положениях смещения отверстий, коэффициент τ будет иметь следующие значения:

$$\begin{aligned} 1) \tau &= \frac{12}{12} = 1; & 2) \tau &= \frac{10}{11,83} = 0,85; \\ 3) \tau &= \frac{8}{11,31} = 0,70; & 4) \tau &= \frac{6}{10,39} = 0,58. \end{aligned}$$

С уменьшением коэффициента τ площадь регулируемого отверстия снижается.

Вероятность сепарации сорных примесей через решето с регулируемыми отверстиями описывается функцией вида:

$$P_{\text{СП}} = 1 - \exp\left(-r_{\text{отв}} \frac{S_{\text{отв}}(\tau)}{S_{\text{СП}}}\right). \quad (2.379)$$

Эффективность воздушного потока с увеличением подачи вороха подсолнечника на решёта очистки снижается за счет лобового столкновения о маслосемена и сорные примеси. Для учета этой особенности процесса очистки введем величину $v_{\text{эфф}}$, характеризующую эффективность воздушного потока:

$$v_{\text{эфф}} = v_{\text{взх}} - \mu q_{\text{В}}, \quad (2.380)$$

где $q_{\text{В}}$ – подача вороха подсолнечника на решёта очистки, μ – коэффициент сепарации.

Запишем итоговое выражение для потерь маслосемян, включающее в себя геометрические параметры площади регулируемых отверстий и скорости воздушного потока:

$$\begin{aligned} \Pi_{\text{В}} &= 1 - \left(1 - \exp\left(-r_{\text{отв}} \frac{S_{\text{отв}}(\tau)}{S_{\text{СП}}}\right)\right) \left(1 - \exp\left(-f \frac{k_{\text{ГМ}} \rho_{\text{взх}} a^2 (v_{\text{взх}} - \mu q_{\text{В}})^2}{m_{\text{С}} g}\right)\right) \cong \\ &\cong \exp\left(-r_{\text{отв}} \frac{S_{\text{отв}}(\tau)}{S_{\text{С}}}\right) + \exp\left(-f \frac{k_{\text{ГМ}} \rho_{\text{взх}} a^2 (v_{\text{взх}} - \mu q_{\text{В}})^2}{m_{\text{С}} g}\right) \end{aligned} \quad (2.381)$$

Полученное выражение (2.381) позволяет охарактеризовать технологический процесс очистки вороха подсолнечника при использовании дополнительного решета с регулируемыми отверстиями с точки зрения потерь маслосемян от воздействия воздушного потока, подобрать рациональное значение коэффициента смещения регулируемых отверстий τ с учетом геометрических размеров маслосемян того или иного сорта или гибрида [263, 266].

Графические зависимости, построенные согласно выражению (2.323) показали (глава 4, рисунки 4.32–4.35), что рекомендуемое содержание сорных примесей в проходе вороха подсолнечника сорта Саратовский-20 $C_{\text{ПР}} = 2,3 \%$ достигается при величине подачи $q_B = 1,5$ кг/с, скорости воздушного потока $v_{\text{ВЗХ}} = 3$ м/с и коэффициенте смещения отверстий $\tau = 0,7$; сорта Лакомка ($C_{\text{ПР}} = 2,43 \%$) – при $q_B = 1,5$ кг/с, $v_{\text{ВЗХ}} = 3$ м/с, $\tau = 0,85$; сорта Донской ($C_{\text{ПР}} = 1,6 \%$) – при $q_B = 1,5$ кг/с, $v_{\text{ВЗХ}} = 3$ м/с, $\tau = 0,58$.

2.15 Выводы

1. Определены теоретические законы распределения мощности установленных двигателей, массы, объёма бункера, длины и диаметра молотильного барабана, площади решёт и соломотряса, энергонасыщенности, материалоемкости, коэффициентов – мощности двигателя по длине молотильного барабана, длины молотильного барабана по диаметру, площади решёт по площади соломотряса, площади решёт по длине молотильного барабана зерноуборочных комбайнов отечественных и зарубежных компаний-производителей.

2. Получены регрессионные математические модели технических параметров зерноуборочных отечественных и зарубежных комбайнов: мощности и массы, массы и объёма бункера, мощности и длины молотильного барабана, мощности и диаметра молотильного барабана, мощности и площади решёт системы очистки, мощности и площади соломотряса.

3. Выполнен системный анализ работы зерноуборочного комбайна при уборке подсолнечника, выведена система уравнений, позволяющая дать оценку технологического процесса комбайна с учётом параметров его технических си-

стем. Получено выражение для определения суммарных относительных потерь маслосемян подсолнечника.

4. Теоретически обоснованы технологические процессы уборки подсолнечника зерноуборочным комбайном: скашивания подсолнечника шнеком-мотовилом, обмолота корзинок молотильным аппаратом, очистки вороха решётами с регулируемыми отверстиями. Получены зависимости потерь маслосемян подсолнечника от конструкционных и режимных параметров шнека-мотовила, повреждаемости от конструкционных и режимных параметров молотильного аппарата, содержания сорных примесей в проходе вороха подсолнечника через решето с регулируемыми отверстиями, а также потерь маслосемян распылом от воздушного потока.

3 ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1 Постановка экспериментальных задач

В задачи экспериментальных исследований входило следующее:

- определение недостающих данных о физико-механических свойствах стеблестоя, корзинок и маслосемян и их контроль в процессе опытов для исключения случайного воздействия на результаты;
- экспериментальные исследования процессов взаимодействия шнека-мотовила со стеблестоем подсолнечника, бичей молотильного барабана с корзинками и маслосеменами, решёт системы очистки с ворохом подсолнечника, а также получение зависимостей между параметрами и критериями оптимизации;
- определение экспериментальным путём оптимальных параметров и режимов работы;
- исследование и определение физико-механических свойств и геометрических параметров подсолнечника, в том числе геометрических параметров стеблестоя и маслосемян;
- получение экспериментальных зависимостей влияния конструкционных параметров и режимов работы на потери маслосемян за жаткой, повреждение маслосемян при обмолоте корзинок, содержание сорных примесей в проходе вороха подсолнечника через решето системы очистки и потери маслосемян распылом от воздушного потока;
- обработка результатов экспериментов и получение математических моделей для описания экспериментальных зависимостей;
- определение оптимальных значений конструкционных и режимных параметров, соответствующих минимальным потерям, повреждаемости и содержанию сорных примесей при технологическом процессе.

Экспериментальные исследования основаны на методах математического и физического моделирования [124], теории планирования эксперимента [130] и дополнениях, связанных с особенностями работы технических систем комбайна [47, 48].

Программа экспериментальных исследований предусматривала проведение лабораторно-полевых исследований, основанных на методах физического и математического моделирования, которые позволяют выявить закономерности изменения технических параметров при значительном сокращении материальных и временных затрат.

3.2 Методы и средства лабораторно-полевых исследований

Изучение технологического процесса работы шнека-мотовила и проведение опытов осуществляли на экспериментальной установке (рисунок 3.1). Экспериментальный образец шнека-мотовила 2 устанавливали на базовую жатку ЖСК-5-1 вместо серийного. Он представлял собой трубный вал 3 диаметром 0,32 м, на который были приварены неподвижные сегменты 4 навивки шнека, имеющие ширину 0,15 м, равную минимальному значению варьирования ширины навивки. К сегментам 4, согласно плану исследований, монтировали съёмные сегменты 5. Жатку 1 оснащали стеблеподъемниками 7 и боковыми фартуками 8. Для обеспечения жесткости установки неподвижных сегментов навивки по ее длине на трубном валу шнека-мотовила жестко крепили фиксирующие упоры (рисунок 3.2), исключая возможность смещения навивки от контакта со стеблестоем подсолнечника.

Для исследования влияния параметров выноса шнека-мотовила по высоте (зазор между конечной точкой отсекаателя и плоскостью режущего аппарата) и по горизонтали (зазор между конечной точкой отсекаателя и витками навивки шнека жатки) планировалось использовать гидроцилиндры 1 марки 5-9-145 для подъема мотовила по высоте жатки и поддержки 2 шнека-мотовила по ползунам 3 (рисунок 3.3). Выполнению экспериментов предшествовала подготовка экспериментальной установки, оснащение ее сменными и опытными образцами рабочих органов. Подготовка экспериментальной установки включала в себя также комплекс мероприятий по техническому обслуживанию силовой и гидравлической частей комбайна СК-5М1 «Нива», изготовление сменных сегментов (рисунок 3.4), образцов отсекаателей различного вида.

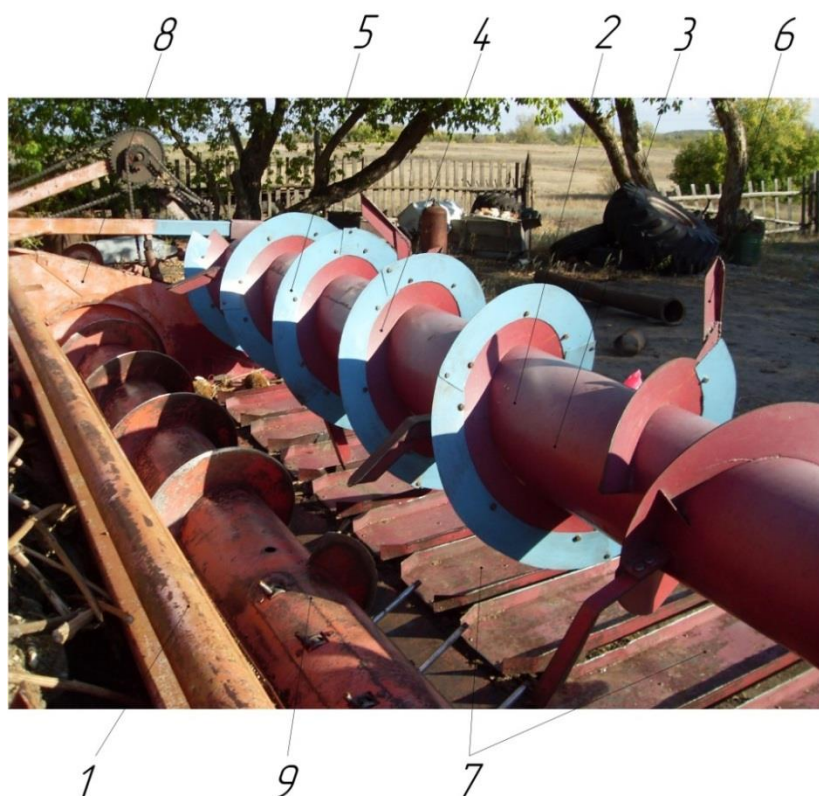


Рисунок 3.1– Экспериментальная установка:

1 – жатка ЖСК-5.1; 2 – экспериментальный шнек-мотовило; 3 – трубный вал шнека-мотовила; 4 – неподвижный сектор навивки; 5 – съемный сегмент; 6 – сменный отсекатель; 7 – стеблеподъемники; 8 – боковой фартук; 9 – шнек жатки



Рисунок 3.2 – Упоры, фиксирующие винтовую навивку относительно трубного вала



Рисунок 3.3 – Регулировка экспериментального мотовила по высоте и горизонтальному положению: 1 – гидроцилиндры подъема мотовила; 2 – поддержки; 3 – ползуны

Изготовленные сегменты посредством сопряжения должны были составлять единую винтовую навивку, которая охватывала бы экспериментальную часть шнека-мотовила. Поэтому сегментов шириной 0,18 м было изготовлено 7

ед., шириной 0,21 м – 6 и 0,24 м – 6 ед. Для надёжного крепления в съёмных сегментах просверливали отверстия 4 (см. рисунок 3.4) для болтов М8, посредством которых упруго фиксировали съёмные сегменты относительно сегментов шнека, а также соединяли съёмные сегменты друг с другом. Это позволило получить винтовую навивку по всей длине экспериментальной части шнека-мотовила (рисунок 3.5). Сменные образцы отсекателей монтировали перпендикулярно поверхности трубного вала и крепили к кронштейнам 4 (рисунок 3.6).

Для выполнения серии экспериментальных исследований были изготовлены опытные образцы трех видов отсекателей (рисунок 3.7) длиной 0,34 м; 0,38; 0,42 и 0,46 м (рисунок 3.8).

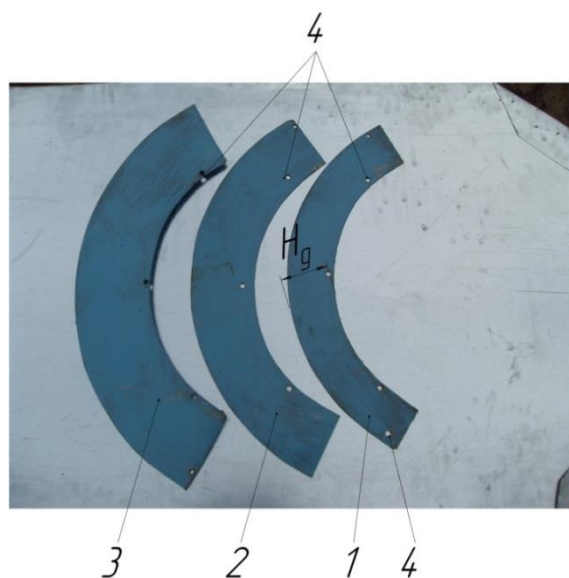


Рисунок 3.4 – Съёмные сменные сегменты: 1 – $H_{\text{вит}} = 0,18$ м; 2 – $H_{\text{вит}} = 0,21$ м; 3 – $H_{\text{вит}} = 0,24$ м; 4 – отверстия для монтажа



Рисунок 3.5 – Шнек-мотовило с установленными съёмными сегментами

Во избежание погрешностей замеров частоты вращения шнека-мотовила датчиком комбайна использовали тахометр ИО-30 (рисунок 3.9). Скорость движения комбайна также определяли тахометром. Комбайн трогался с места, набирал заданную скорость при прохождении расстояния 100 м, которое было задано двумя точками, отмеченными на поле. Движение комбайна снимали на видеокамеру. Вброс рамки осуществляли по сигналу оператора после того, как комбайн проходил установленные 100 м со скоростью, соответствующей заданной.

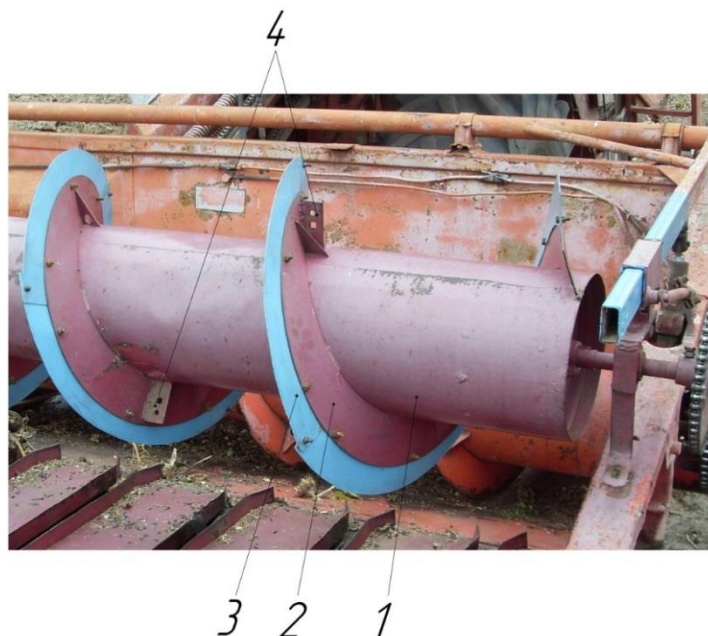


Рисунок 3.6 – Крепление отсекаателей к трубному валу шнека-мотовила:
1 – трубный вал шнека-мотовила; 2 – неподвижный сегмент винтовой навивки;
3 – съемный сегмент винтовой навивки; 4 – кронштейн для крепления отсекаателей

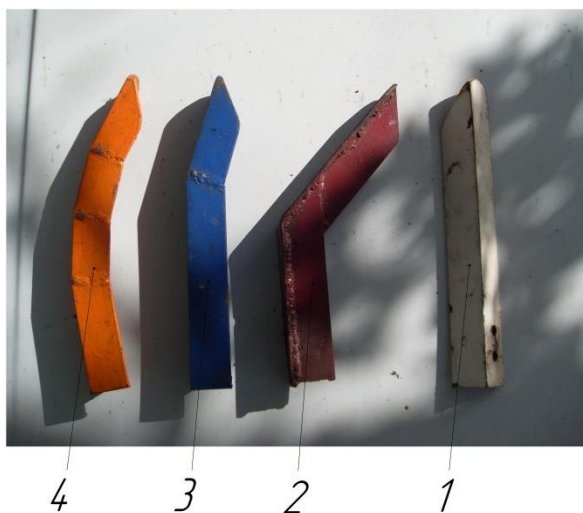


Рисунок 3.7 – Формы отсекаателей:
1 – прямой; 2 – Г-образный с углом нагиба рабочей части 140°; 3 – Г-образный с углом отгиба 160°; 4 – дугообразный

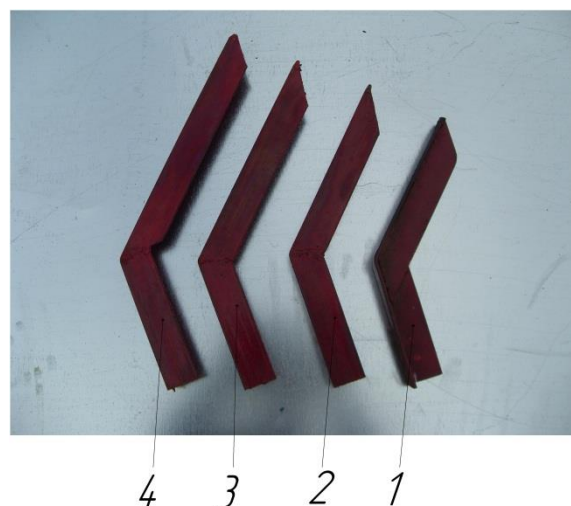


Рисунок 3.8 – Образцы Г-образного отсекаателя с углом нагиба рабочей части 140°: 1 – $L_{отс} = 0,34$ м; 2 – $L_{отс} = 0,38$ м; 3 – $L_{отс} = 0,42$ м; 4 – $L_{отс} = 0,46$ м

Опыты выполняли в такой последовательности. Выбирали поле, на котором был посеян подсолнечник сорта Саратовский 20. Ширина междурядий составляла 70 см. Поле разбивали на загоны шириной 215 м. Перед началом опытов, в соответствии с планом, на экспериментальную установку монтировали опытные образцы – сменные сегменты и отсекаатели различной формы и длины. Для измерений использовали стандартное измерительное оборудование и инструменты (таблица 3.1).



Рисунок 3.9 – Замер частоты вращения шнека-мотовила тахометром ИО-30

Таблица 3.1 – Приборы и инструменты для проведения лабораторно-полевых опытов

Наименование	ГОСТ	Допускаемое отклонение
Линейка измерительная 1000 мм	427–75	$\pm 0,025$ мм
Рулетка измерительная 10101 «Велюр» 3 м с 2 фиксаторами	7502–98	$\pm 0,15$ мм
Штангенциркуль (тип ШЦ-I-125)	166–89	$\pm 0,05$ мм
Угломер-транспортир $0^\circ \dots 180^\circ$ (тип 4 4УМ) с нониусом ценой деления 10 мин	5378–88	–
Угольник поверочный 90° слесарный с широким основанием	3749–77	–
Влагомер НН2 для измерения влажности почвы и грунта (DELTA-T DEVICES LTD, Англия)	27902-88	± 3 %
Влагомер Wile 55	–	$\pm 0,5$ %
Весы технические электронные фасовочные DIGI DS-708-6	29329-92	класс точности III
Тахометр ИО-30	ВД 21339-83	$\pm 0,5$ %
Счетчик для измерения расхода дизельного топлива ИП-179	–	$\pm 0,5$ %

Жатку с экспериментальным шнеком-мотовилом устанавливали на комбайн СК-5-М-1 «Нива» (рисунок 3.10).



Рисунок 3.10 – Жатка с экспериментальным шнеком-мотовилом с Г-образным отсекателем и навивкой $H_{\text{вит}} = 0,21$ м

При проведении экспериментальных исследований с отсекателями длиной 0,38 м, 0,42 и 0,46 м для обеспечения заданных зазоров производили подъём шнека-мотовила по высоте и его вынос.

Исследования технологического процесса обмолота корзинок подсолнечника молотильным аппаратом с бичами из полиуретана были реализованы на базе молотильного аппарата комбайна ACROS 530 на уборке подсолнечника. использовали бичи из полиуретана с твёрдостью по шкале Шора 80 и 90 ед. с шириной канавки 6 мм; 8; 10 и 12 мм (рисунок 3.11) [206].

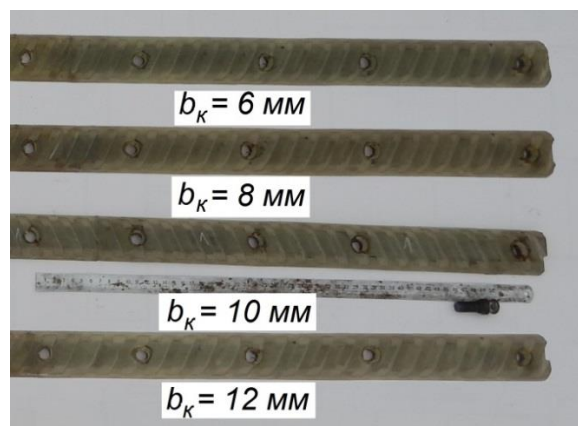


Рисунок 3.11 – Экспериментальные бичи из полиуретана

Опытные образцы изготавливали со стальным сердечником, отверстия под болтовые соединения – в соответствии с серийными (рисунок 3.12).



Рисунок 3.12 – Экспериментальный бич из полиуретана:
1 – бич; 2 – стальной сердечник; 3 – отверстия под болты

Экспериментальные образцы бичей монтировали на молотильный барабан комбайна ACROS 530 вместо серийных (рисунок 3.13).



Рисунок 3.13 – Молотильный барабан ACROS 530
с экспериментальными бичами из полиуретана

Для обеспечения заданных уровней частоты вращения молотильного барабана использовали понижающий редуктор S 8296048002 комбайна ACROS 530.

Экспериментальные исследования технологического процесса сепарации вороха подсолнечника через решето с регулируемыми отверстиями были выполнены на экспериментальной установке (рисунок 3.14), которая по своему конструктивному исполнению отображала работу системы очистки зерноуборочного комбайна [210].

Лабораторная установка включает в себя раму 1 (см. рисунок 3.14), в верхней части которой жестко закреплен бункер 3 для сепарируемого материала. На основании рамы 1 имеется вентилятор 5, его привод осуществляется че-

рез электродвигатель 6. Вентилятор 5 оснащён воздуховодом 7, патрубок которого установлен в лоток 9. В конструкции воздуховода предусмотрено его расширение по длине таким образом, чтобы ширина выходного отверстия патрубка была равна ширине решета 10 с регулируемыми отверстиями для его обдува по всей площади. Решето 10 неподвижно зафиксировано в специальных направляющих 11 лотка 9. Лоток 9 подвижно сопряжён с рамой 1 установки посредством осей 12, шарниров 13 и рычагов 17, закреплённых на верхней части рамы.

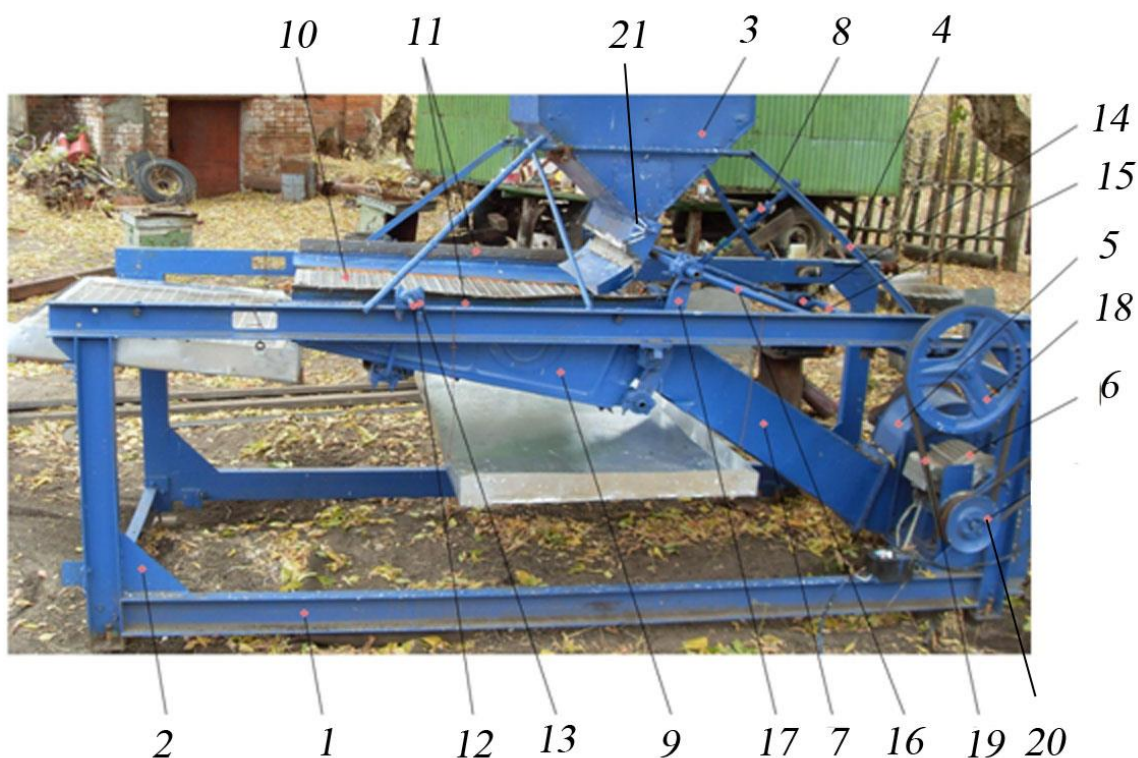


Рисунок 3.14 – Лабораторная установка: 1 – рама; 2 – косынки; 3 – бункер для сепарируемого материала; 4 – подставка; 5 – вентилятор; 6 – электродвигатель; 7 – воздуховод; 8 – стяжка; 9 – лоток; 10 – решето с регулируемыми отверстиями; 11 – направляющие; 12 – оси; 13 – шарниры; 14 – кривошипно-шатунный механизм; 15 – кривошип; 16, 17 – рычаги; 18 – ведомый шкив; 19 – ремённая передача; 20 – ведущий шкив; 21 – рукоятка

Для обеспечения возвратно-поступательного движения решета в конструкции установки предусмотрен кривошипно-шатунный механизм 14, имеющий кривошип 15, соединённый с лотком 9 с помощью рычагов 16 и 17. Ось кривошипа установлена в подшипниках и сопряжена с ведомым шкивом 18,

приводимым в движение ремённой передачей 19. Привод кривошипа осуществляется от ведущего шкива 20 посредством ремённой передачи 19 на ведомый шкив 18. Для регулирования подачи вороха подсолнечника внутри выходного патрубка бункера 3 предусмотрена заслонка, положение которой фиксируют рукояткой 21, что позволяет изменять величину подачи от 1,5 до 3,0 кг/с.

Воздушный поток регулируют с помощью заслонки 2 (рисунок 3.15), которую фиксируют посредством болтового соединения 1.

Во внутренней поверхности воздуховода 7 (см. рисунок 3.14) предусмотрены направляющие перегородки, позволяющие равномерно направлять воздушный поток на решето.

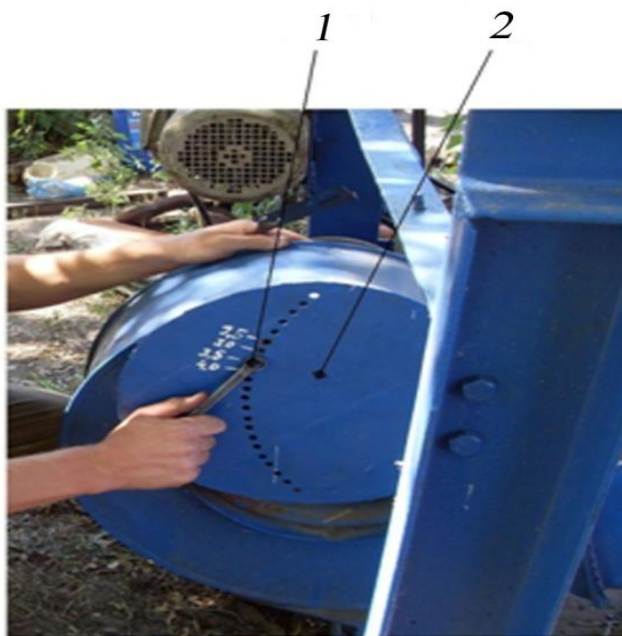


Рисунок 3.15 – Регулировка подачи
воздушного потока

Скорость воздушного потока измеряли тягонапоромером (рисунок 3.16) через специальное отверстие в воздуховоде, в которое вводили трубку Пито.

При проведении экспериментальных исследований применяли решето с регулируемыми отверстиями (рисунок 3.17).

В лабораторную установку устанавливали лоток 1 (рисунок 3.18) для прохода вороха подсолнечника и лоток 2 для схода сорных примесей, оснащённый дополнительной решёткой 3 для крупных сорных примесей.



Рисунок 3.16 – Тягонапоромер

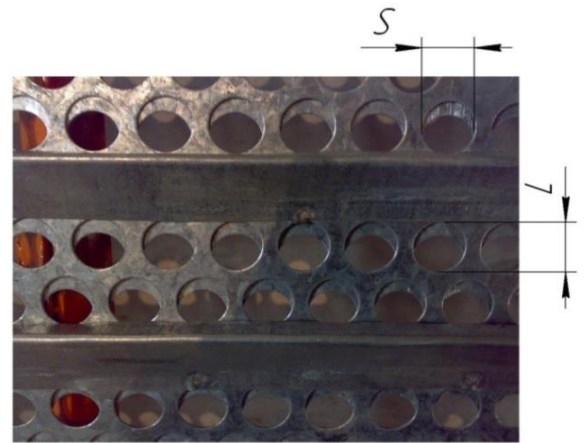


Рисунок 3.17 – Величина смещения отверстий

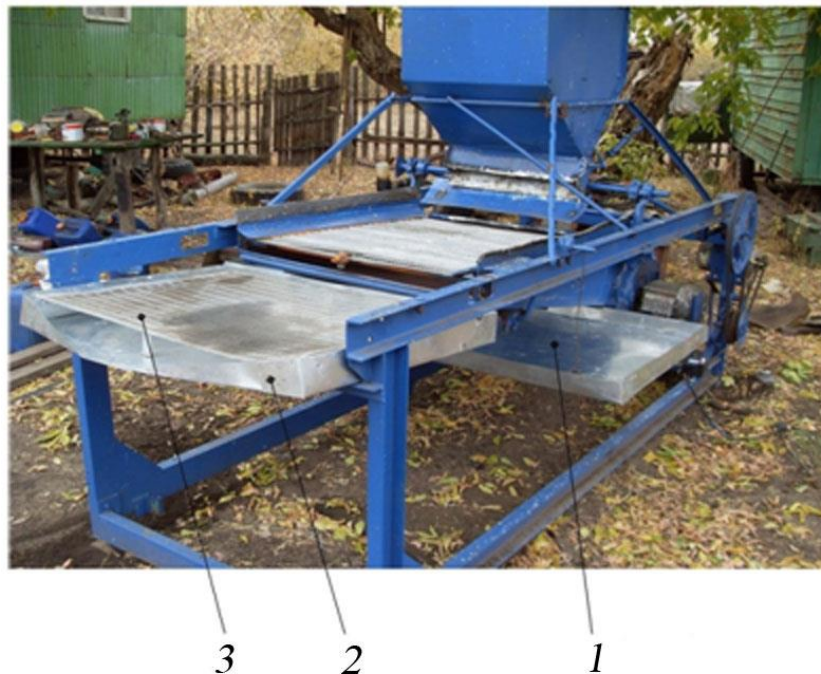


Рисунок 3.18 – Экспериментальная установка

3.3 Планирование лабораторно-полевых исследований

Для решения поставленных задач были проведены исследования методом многофакторного эксперимента. Определяли параметры разработанного шнека-мотовила жатки для уборки подсолнечника и его положение относительно режущего аппарата и шнека жатки. За критерий оптимизации был выбран показатель качества работы жатки при уборке подсолнечника – потери маслосемян $\Pi_{\text{ж}}(\%)$.

Одним из факторов оптимизации является показатель кинематического режима λ . Рекомендуемое значение λ при уборке подсолнечника с минимальными потерями маслосемян составляет 1,2–1,9 [209, 310].

Следующий фактор – длина отсекаателя шнека-мотовила $L_{отс}$ (м). Отсекателем захватываются стебли подсолнечника и подводятся к режущему аппарату.

Другим фактором была выбрана ширина навивки шнека-мотовила $H_{вит}$ (м) [276, 278], которая совместно с отсекателем воздействуют на стебель и корзину подсолнечника, снижая величину ускорения движения корзинки. При этом стебли наклоняются таким образом, чтобы корзинки находились над днищем жатки и маслосемена осыпались на него.

На потери маслосемян подсолнечника также влияют зазор между крайней точкой отсекаателя и навивкой $S_{шнек}$ (м) [209, 276], зазор между крайней точкой отсекаателя и плоскостью режущего аппарата $S_{ра}$ (м) [296], форма отсекаателя, угол наклона рабочей части отсекаателя к его основанию.

Исследования работы молотильного аппарата для обмолота корзинок подсолнечника были выполнены с целью определения его конструкционных и режимных параметров. За критерий оптимизации принимали повреждаемость маслосемян D (%). В качестве факторов были приняты: ширина прямоугольной канавки бича – b_k , величина подачи корзинок подсолнечника в молотильную камеру $q_{корз}$ [62, 121], частота вращения молотильного барабана $n_б$ (мин⁻¹).

Для исследования работы решета с регулируемыми отверстиями в системе очистки комбайна за критерий оптимизации было принято содержание сорных примесей в бункерном ворохе подсолнечника Q_2 и потери маслосемян распылом от воздушного потока $\Pi_в$. При этом факторами являлись: коэффициент смещения отверстий τ , скорость воздушного потока $v_в$, подача вороха подсолнечника $q_в$ на решето.

При проведении экспериментальных исследований шнека-мотовила использовали симметричный 5-факторный эксперимент. Уровни варьирования принятых факторов и план эксперимента представлены в таблицах 3.2–3.4.

Таблица 3.2 – Влияние факторов на показатель кинематического режима λ

Показатель	Шаг варьирования, м			
	1-й	2-й	3-й	4-й
$L_{отс}$	0,34			
$S_{шнecк(pa)}$	0,025	33	41	49
$D_{шм}$	0,66			
$H_{шнecк(pa)}$	0,525	0,533	0,541	0,549
$L_{отс}$	0,38			
$S_{шнecк(pa)}$	0,025	0,033	0,041	0,049
$D_{шм}$	0,7			
$H_{шнecк(pa)}$	0,565	0,573	0,581	0,589
$L_{отс}$	0,42			
$S_{шнecк(pa)}$	0,025	0,033	0,041	0,049
$D_{вал}$	1,28			
$H_{шнecк(pa)}$	0,605	0,613	0,621	0,629
$L_{отс}$	0,46			
$S_{шнecк(pa)}$	0,025	0,033	0,041	0,049
$D_{вал}$	0,78			
$H_{шнecк(pa)}$	0,645	0,653	0,661	0,669

Таблица 3.3 – Показатель кинематического режима λ

Показатель	Показатель кинематического режима λ															
	1,7	1,7	1,5	1,4	1,7	1,6	1,5	1,4	1,7	1,6	1,5	1,4	1,7	1,6	1,5	1,4
$D_{шм}, м$	0,98				1,06				1,14				1,22			
$n, мин^{-1}$	60	50	40	30	60	50	40	30	60	50	40	30	60	50	40	30
$v_0, м/с$	3,08	2,56	2,05	1,54	3,4	2,8	2,2	1,7	3,6	3	2,4	1,8	4	3,2	2,6	1,9
$v_{комб}, м/с$	8 (2,2)	6 (1,7)	5 (1,4)	4 (1,1)	8 (2)	7 (1,7)	6 (1,5)	5 (1,3)	8 (2,1)	7 (1,9)	6 (1,6)	5 (1,3)	10 (2,50)	8 (2)	7 (1,7)	5 (1,4)
λ	1,7	1,7	1,5	1,4	1,7	1,6	1,5	1,4	1,7	1,6	1,5	1,4	1,7	1,6	1,5	1,4

Таблица 3.4 – Полный факторный эксперимент

№ вари- анта	$\lambda (x_1)$	$L_{отс}(x_2), \text{ м}$	$L_{вит}(x_3), \text{ м}$	$S_{шнec}(x_4), \text{ м}$	$S_{pa}(x_5), \text{ м}$
1	-2	-2	-2	-2	-2
2	-2	-1	-2	-2	-2
3	-2	1	-2	-2	-2
4	-2	2	-2	-2	-2
5	-1	-2	-2	-2	-2
6	-1	-1	-2	-2	-2
7	-1	1	-2	-2	-2
8	-1	2	-2	-2	-2
9	1	-2	-2	-2	-2
10	1	-1	-2	-2	-2
11	1	1	-2	-2	-2
12	1	2	-2	-2	-2
13	2	-2	-2	-2	-2
14	2	-1	-2	-2	-2
15	2	1	-2	-2	-2
16	2	2	-2	-2	-2

Для упрощения проведения экспериментальных исследований и систематизации данных для каждой формы отсекаателя опыты планировали разбить на 4 блока по форме таблицы 3.4. При этом переменными делали два фактора. Первым фактором для всех блоков являлся λ , а второй фактор был выбранный. Остальные три фактора считали фиксированными. В каждом последующем блоке второй переменный фактор заменяли, оставляя предыдущий фиксированным.

При исследованиях молотильного аппарата использовали схемы рандомизированных блоков. Данные результатов рандомизации приведены в таблице 3.5 [124, 130, 136].

Таблица 3.5 – Полный факторный эксперимент

№ варианта	$q_{\text{корз}}(x_2)$, кг/с	$b_k(x_1)$, мм	$n_6(x_3)$, мин ⁻¹
1	-2	-2	-2
2	-1	-2	-2
3	1	-2	-2
4	2	-2	-2
5	-2	-1	-2
6	-1	-1	-2
7	1	-1	-2
8	2	-1	-2
9	-2	1	-2
10	-1	1	-2
11	1	1	-2
12	2	1	-2
13	-2	2	-2
14	-1	2	-2
15	1	2	-2
16	2	2	-2

Эксперимент разбивали на 4 блока по форме таблицы. В каждом блоке уровень варьирования частоты вращения молотильного барабана $n_6(x_3)$ делали постоянным, соответствующим уровню варьирования. Два остальных фактора – переменными. Уровни варьирования ширины прямоугольной канавки b_k (6 мм; 8; 10 и 12 мм) экспериментальных образцов бичей были назначены в соответствии с геометрическими параметрами маслосемян различных видов подсолнечника. Варьирование подачи корзинок подсолнечника в молотильную камеру $q_{\text{корз}}$ принимали равным 5 кг/с, 6, 7, 8 кг/с, а частоты вращения молотильного барабана n_6 – 200 мин⁻¹; 300; 400 и 500 мин⁻¹.

В исследованиях решета с регулируемыми отверстиями в системе очистки зерноуборочного комбайна при уборке подсолнечника также применили полный факторный эксперимент с разделением на блоки (таблица 3.6).

Таблица 3.6 – Полный факторный эксперимент

№ варианта	$q(x_1)$, кг/с	$v_B(x_2)$, м/с	τ
1	–2	–2	1
2	–2	–1	–2
3	–2	1	–2
4	–2	2	–2
5	–1	–2	–2
6	–1	–1	–2
7	–1	1	–2
8	–1	2	–2
9	1	–2	–2
10	1	–1	–2
11	1	1	–2
12	1	2	–2
13	2	–2	–2
14	2	–1	–2
15	2	1	–2
16	2	2	–2

Все опыты были разделены на 4 блока согласно таблице 3.6. Каждому блоку соответствовал постоянный фактор τ , остальные факторы $q(x_1)$ и $v_B(x_2)$ изменяли в соответствии с планом.

Уровни варьирования коэффициента смещения отверстий τ составляли 0,58; 0,7; 0,85 и 1,0 для сортов Лакомка, Саратовский 20 и Донской, уровни подачи q вороха подсолнечника на решето с регулируемыми отверстиями принимали 1,5 кг/с; 2,0; 2,5 и 3,0 кг/с. Скорость воздушного потока v_B составляла 1,5 м/с; 2,0; 2,5 и 3,0 м/с. Выбранные факторы и назначенные уровни их варьирова-

ния позволили определить оптимальные конструкционные и режимные параметры шнека-мотовила, молотильного аппарата для обмола корзинок подсолнечника и решёта с регулируемыми отверстиями для очистки вороха подсолнечника в системе очистки комбайна.

Обработку результатов экспериментальных исследований и получение математических моделей осуществляли по следующей методике.

Для каждого опыта выборочное среднее значение результатов экспериментов определяли по формуле:

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i, \quad (3.1)$$

где $i = \overline{1, n}$, n – число наблюдений [124, 166].

Выборочное среднеквадратичное отклонение:

$$\bar{s} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n-1}}. \quad (3.2)$$

Коэффициент вариации [166, 207]:

$$v = \frac{\sigma}{\bar{x}} \cdot 100 \%, \quad (3.3)$$

где σ – среднеквадратичное (стандартное) отклонение; $\bar{x}$ – среднее значение признака в совокупности.

Методом вычисления максимального относительного отклонения, согласно [136, 166, 207], производили исключения значений случайных величин:

$$\frac{|y_i - \bar{y}|}{\bar{s}} \leq \tau_{1-p}, \quad (3.4)$$

где y_i – крайний (наибольший или наименьший) элемент выборки; t_{1-p} – табличное значение статистики τ_1 , вычисленной при доверительной вероятности $q = 1-p$.

Затем определяли функцию отклика:

$$y = f(x_1; x_2; x_3; x_4; x_5), \quad (3.5)$$

где y – критерий оптимизации; $x_1; x_2; x_3; x_4; x_5$ – независимые переменные (факторы).

Для проверки тесноты связи между величинами проводили корреляционный анализ, в результате которого определяли коэффициенты тесноты связи между функцией отклика и фактором [124, 130, 241]:

$$r_{yx_j} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_{ij} y_i) - \frac{\sum_{i=1}^n x_{ij} \sum_{i=1}^n y_i}{n}}{\sqrt{\left(\sum_{i=1}^n x_{ij}^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^n x_{ij} \right)^2}{n} \right) \left(\sum_{i=1}^n y_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^n y_i \right)^2}{n} \right)}}, \quad (3.6)$$

где y – функция отклика; x_j – факторы ($j = \overline{1..5}$).

Коэффициент, показывающий попарную тесноту связи между факторами x_j , рассчитывали по формуле [130, 136, 241]:

$$r_{x_k x_j} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_{ij} x_{ik}) - \frac{\sum_{i=1}^n x_{ij} \sum_{i=1}^n x_{ik}}{n}}{\sqrt{\left(\sum_{i=1}^n x_{ij}^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^n x_{ij} \right)^2}{n} \right) \left(\sum_{i=1}^n x_{ik}^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^n x_{ik} \right)^2}{n} \right)}}. \quad (3.7)$$

Для определения влияния факторов на отклик был выбран полином вида:

$$y = b_0 + \sum_{j=1}^5 b_j x_j + \sum_{j=1}^5 b_{jj} x_j^2 + \sum_{\substack{j,k=1 \\ j \neq k}}^5 b_{jk} x_j x_k. \quad (3.8)$$

Однородность дисперсий опытов проверяли с помощью критерия Кохрена [114, 128, 241]:

$$G = \frac{\sigma_{i \max}^2}{\sum_1^n \sigma_i^2}, \quad (3.9)$$

где $\sigma_i^2 = \frac{\sum_{m_n} (y_i - \bar{y})^2}{m_n - 1}$ – дисперсия результатов параллельных опытов; m_n – число повторений одного опыта; n – количество опытов; y_i – значение функции при повторении опыта; $\bar{y}$ – среднее значение функции за один опыт.

Для оценки надёжности уравнения регрессии определяли критерий Фишера [114, 241]:

$$F = \frac{\sigma_{\text{воспр}}^2}{\sigma_{\text{ост}}^2} = \frac{\sum (Y_{x_i} - \bar{Y}_x)^2}{m} \bigg/ \frac{\sum (Y_i - Y_{x_i})^2}{n - m + 1}, \quad (3.10)$$

где Y_{x_i} – значение функции, рассчитанное по уравнению регрессии; $\bar{Y}_x$ – среднее значение функции, полученное по уравнению регрессии; Y_i – экспериментальные значения функции; m – количество факторов; n – количество наблюдений.

Средняя ошибка аппроксимации $\bar{\varepsilon}$ (%) [128, 130, 241]:

$$\bar{\varepsilon} = \frac{\sum \left(\frac{Y_{xi} - \bar{Y}}{Y_i} \right)^2}{n}. \quad (3.11)$$

3.4 Исследование физико-механических свойств подсолнечника

Исследования технологического процесса зерноуборочного комбайна при уборке подсолнечника необходимо выполнять при известных физико-механических свойствах и геометрических параметрах маслосемян, корзинок и стеблестоя подсолнечника при уборке, так как они существенно влияют на определение конструкционных параметров и режимов работы технических средств.

Для решения поставленных задач исследований были уточнены физико-механические свойства и определены геометрические параметры маслосемян, корзинок и стеблестоя подсолнечника сортов Лакомка, Саратовский 20 и Донской. При этом изучали: влажность маслосемян W , %; высоту растений $h_{\text{стеб}}$, см; массу маслосемян в одной корзинке $M_{\text{сем}}$, г; длину a , мм; ширину b , мм, и толщину c , мм, семянки трёх сортов подсолнечника. Также определяли осыпае-

мость маслосемян из корзинок при ударе о фрагмент трубного вала мотовила с навивкой и без неё.

По известным методикам [25, 128, 136, 169, 209, 241] определяли и контролировали физико-механические свойства подсолнечника на период исследований.

Для обеспечения точности опытов $\pm 4\%$ размерные показатели определяли на 80–100 растениях, расположенных по диагоналям участка. Высоту измеряли линейкой с точностью до 10 мм. Значения физико-механических свойств и геометрических параметров подсолнечника приведены в таблице 3.7. Результаты проведенных исследований показали, что размеры растений варьируют в широких пределах, что может осложнить работу технических средств.

Таблица 3.7 – Результаты исследований физико-механических свойств подсолнечника

Показатель	Число наблюдений n_x	Математическое ожидание $\bar{x}_j$	Стандартное отклонение σ_{x_j}	Значения показателя при уровне значимости $\alpha = 0,95$	Коэффициент вариации $v, \%$
Саратовский 20					
Высота растений $h_{\text{раст}}, \text{см}$	300	135,82	16,49	102,8 ... 168,8	12,1
Влажность маслосемян $W, \%$	300	8,1	0,2	7,9 ... 8,3	2,4
Масса маслосемян в одной корзинке $m_{\text{сем}}, \text{Г}$	300	53,99	12,47	29 ... 79	23,11
Длина семянки $a, \text{мм}$	300	13	1,43	10,1 ... 15,9	11,5
Ширина семянки $b, \text{мм}$	300	6,7	0,7	5,3 ... 8,1	10,5
Толщина семянки $c, \text{мм}$	300	3,9	0,45	3 ... 4,8	11,7
Донской					
Длина семянки $a, \text{мм}$	300	10,3	0,86	8,6 ... 12	8,38
Ширина семянки $b, \text{мм}$	300	4,6	0,55	3,5 ... 5,7	12
Толщина семянки $c, \text{мм}$	300	2,8	0,43	1,9 ... 3,7	15,3
Лакомка					
Длина семянки $a, \text{мм}$	300	13,5	0,98	11,5 ... 15,5	7,25
Ширина семянки $b, \text{мм}$	300	6,6	0,49	5,6 ... 7,6	7,42
Толщина семянки $c, \text{мм}$	300	3,8	0,34	3,1 ... 4,5	9

Осыпаемость маслосемян из корзинок подсолнечника от воздействия трубного вала мотовила исследовали на экспериментальной установке, общий вид которой представлен на рисунке 3.19.



Рисунок 3.19 – Экспериментальная установка для исследования осыпаемости маслосемян из корзинок

Установка (рисунок 3.20) включает в себя основание 1, к которому жёстко прикреплены упоры 2, жёстко сопряженные со стойками 3. Верхние концы стоек 3 соединены перемычкой 4, в ее центре шарнирно подвешивали трубу 5 с расширенным участком 6, куда вставляли фрагмент 7 стебля подсолнечника с корзиной. Стойки 3 в нижней части соединены осью 9 с установленным на ней фрагментом 8 трубного вала мотовила. Ось 9 прикреплена к стойкам 3 с помощью хомутов 10, позволяющих перемещать фрагмент трубного вала вертикально по стойкам в зависимости от места взаимодействия с ним корзины или стебля. Для определения угла отклонения подвеса использовали градуирован-

ный сектор 11, установленный в верхней части стойки 3. Маслосемена, осыпавшиеся в результате контакта части растения с фрагментом трубного вала мотовила, собирались в лоток 12 под основанием 1 установки.

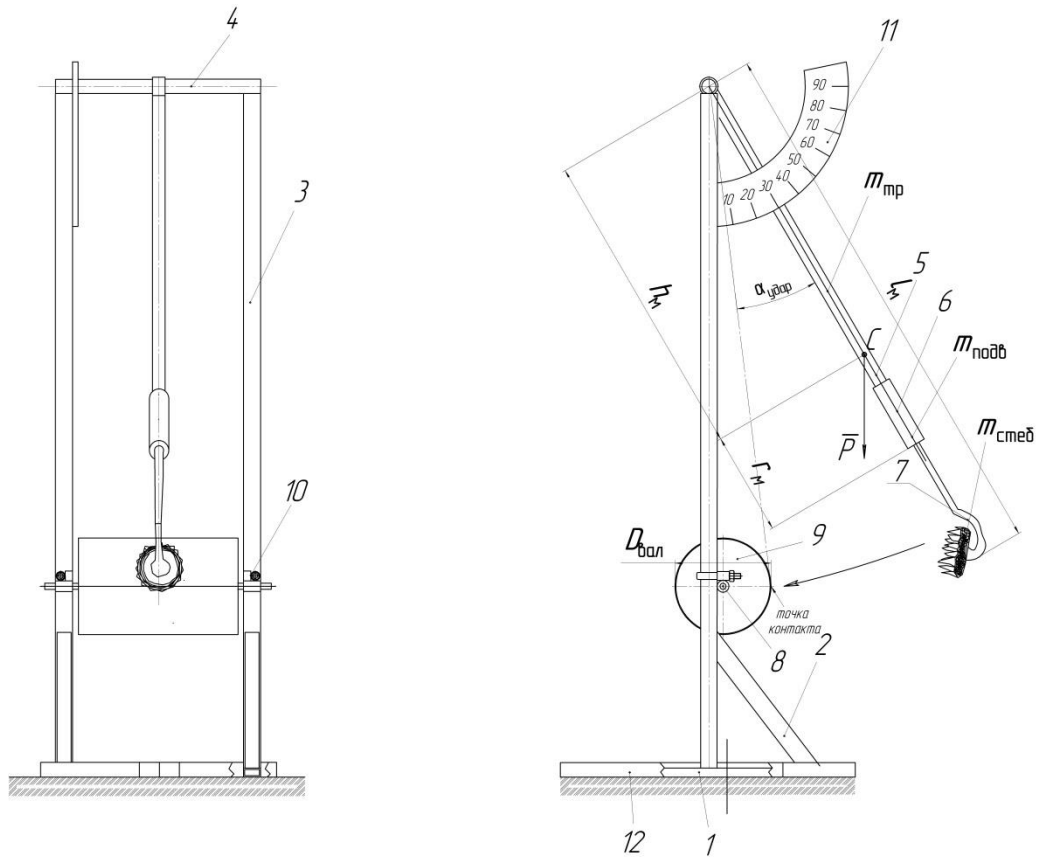


Рисунок 3.20 – Схема экспериментальной установки для исследования осыпаемости маслосемян из корзинок: 1 – основание; 2 – упоры; 3 – стойки; 4 – перемычка; 5 – труба; 6 – расширенный участок трубы; 7 – фрагмент стебля подсолнечника; 8 – фрагмент трубного вала мотовила; 9 – ось; 10 – хомуты; 11 – градуированный сектор; 12 – лоток

Определяли влияние диаметра трубного вала мотовила и навивки трубного вала на осыпаемость маслосемян подсолнечника и влияние ускорения движения корзинки на величину потерь маслосемян. За функцию принимали величину осыпаемости маслосемян u , выраженную в процентном отношении к биологической урожайности [278]. Основные факторы – диаметр фрагмента трубного вала мотовила $D_{\text{вал}}$ и угол отклонения подвеса α . Диаметр трубного вала без навивки принимали равным 0,32 м; 0,38; 0,44 и 0,5 м, с навивкой (ширина витка $H_{\text{вит}} = 0,15$ м) – 0,32 м. Масса подвеса 2753 г. Для назначения уровней ва-

рирования угла отклонения маятника α была разработана математическая модель перевода угла отклонения α в линейную скорость движения комбайна.

Разработанную экспериментальную установку можно рассматривать как физический маятник, нижняя точка которого ударяется о трубный вал мотовила. Угол отклонения маятника со стеблем от вертикали при ударе о трубу определяли по формуле [36]:

$$\alpha_{\text{удар}} = \arcsin\left(\frac{D_{\text{вал}}}{2l_{\text{м}}}\right), \quad (3.12)$$

где $\alpha_{\text{удар}}$ – угол отклонения маятника от вертикали при ударе о трубу, рад; $l_{\text{м}}$ – приведенная длина физического маятника, м.

Дифференциальные уравнения колебаний физического маятника в зависимости от силы тяжести:

$$I_{\text{м}} \frac{d\alpha_{\text{удар}}}{dt^2} = mgh_{\text{м}} \sin(\alpha_{\text{удар}}); \quad (3.13)$$

$$l_{\text{м}} \frac{d\alpha_{\text{удар}}}{dt^2} = g \sin(\alpha_{\text{удар}}), \quad (3.14)$$

где $I_{\text{и}}$ – момент инерции маятника относительно оси, проходящей через точку подвеса, $\text{кг} \cdot \text{м}^2$; m – масса маятника со стеблем и корзинкой, кг; g – ускорение свободного падения, $\text{м}/\text{с}^2$; $h_{\text{м}}$ – расстояние от точки подвеса до центра тяжести маятника, м; $l_{\text{м}}$ – приведенная длина подвеса, м.

Масса маятника со стеблем и корзинкой:

$$m = m_{\text{тр}} + m_{\text{подв}} + m_{\text{стеб}}, \quad (3.15)$$

где $m_{\text{тр}}$ – масса трубы, кг; $m_{\text{подв}}$ – масса подвеса, кг; $m_{\text{стеб}}$ – масса стебля с корзинкой, кг.

Массу стебля $m_{\text{стеб}}$ для проведения испытаний принимали равной 0,730 кг с отклонением $\pm 0,020$ кг.

Решение уравнений (3.13) и (3.14) будет иметь вид [36, 114]:

$$l_{\text{м}} = \frac{I_{\text{м}}}{mh_{\text{м}}} = \frac{m(r_{\text{м}}^2 + h_{\text{м}}^2)}{mh_{\text{м}}} = \frac{r_{\text{м}}^2}{h_{\text{м}}} + h_{\text{м}}, \quad (3.16)$$

где r_m – радиус инерции маятника относительно оси, проходящей через центр тяжести, м:

$$r_m = \sqrt{\frac{I_c}{m}} = \sqrt{\frac{\rho l_m I_m}{m}} = \sqrt{\frac{\rho l_m \frac{m(r_1^2 + r_2^2)}{2}}{m}} = \sqrt{\frac{\rho l_m (r_1^2 + r_2^2)}{2}}, \quad (3.17)$$

где ρ – суммарная плотность подвеса (поскольку плотность стали, из которой изготовлен подвес, значительно превышает плотность стебля подсолнечника, считаем суммарную плотность равной плотности стали, т. е. 7850 кг/м^3 ; $r_m = 1,588 \text{ м}$; r_1 и r_2 – внутренний и внешний радиусы трубы, м.

Уравнения (3.13) и (3.14) аналогичны уравнению колебаний математического маятника длиной l_m . Преобразуем их к виду:

$$l_m \frac{d\alpha_{\text{удар}}}{dt^2} = -g \sin \alpha_{\text{удар}}; \quad (3.18)$$

$$l_m \frac{\left(\frac{d\alpha_{\text{удар}}}{dt} \right)}{\left(\frac{d\alpha_{\text{удар}}}{dt} \right)} \frac{d^2 \alpha_{\text{удар}}}{dt^2} = -g \sin \alpha_{\text{удар}}; \quad (3.19)$$

$$l_m \frac{d\alpha_{\text{удар}}}{dt} \frac{d\alpha_{\text{удар}}}{dt^2} dt = -g \sin \alpha_{\text{удар}} d\alpha_{\text{удар}}. \quad (3.20)$$

Зависимость угловой скорости от угла отклонения приведена в приложении Г.

В момент удара линейная скорость $v_{\text{удар}}$ [36, 278]:

$$v_{\text{удар}} = l_m \frac{d\alpha}{dt} = 2\sqrt{gl_m} \sqrt{\sin^2\left(\frac{\alpha}{2}\right) - \frac{1 - \sqrt{1 - \left(\frac{D_{\text{вал}}}{2l_m}\right)^2}}{2}}. \quad (3.21)$$

Учитывая полученные значения углов и диаметров и задавшись технологически возможной скоростью движения комбайна при уборке подсолнечника,

составили таблицу 3.8 зависимости скорости удара корзинки и стебля о фрагмент трубного вала от угла отклонения подвеса.

Таблица 3.8 – Скорость удара корзинки и стебля о фрагмент трубного вала

Угол отклонения подвеса α (x_2)		Диаметр трубного вала $D_{\text{вал}}$ (x_1), м				
		с навивкой	без навивки			
град.	рад	0,32	0,32	0,38	0,44	0,5
10	0,174533	0,71	0,71	0,68	0,63	0,58
20	0,349066	1,54	1,54	1,52	1,50	1,48
30	0,523599	2,32	2,32	2,31	2,30	2,29
40	0,698132	3,08	3,08	3,08	3,07	3,06
50	0,872665	3,82	3,82	3,81	3,80	3,80
60	1,047198	4,52	4,52	4,52	4,51	4,50
70	1,22173	5,19	5,19	5,19	5,18	5,18
80	1,396263	5,82	5,82	5,82	5,81	5,81
90	1,570796	6,41	6,41	6,40	6,40	6,39

В ходе эксперимента были получены данные о потерях маслосемян в результате удара стебля и корзинки подсолнечника о трубный вал и времени отбрасывания корзинки $t_{\text{отбр}}$. Ускорение движения корзинки $w_{\text{корз}}$ зависит от скорости v_1 ее отбрасывания от трубного вала мотовила после удара (рисунок 3.21), которую определяли при угле β .

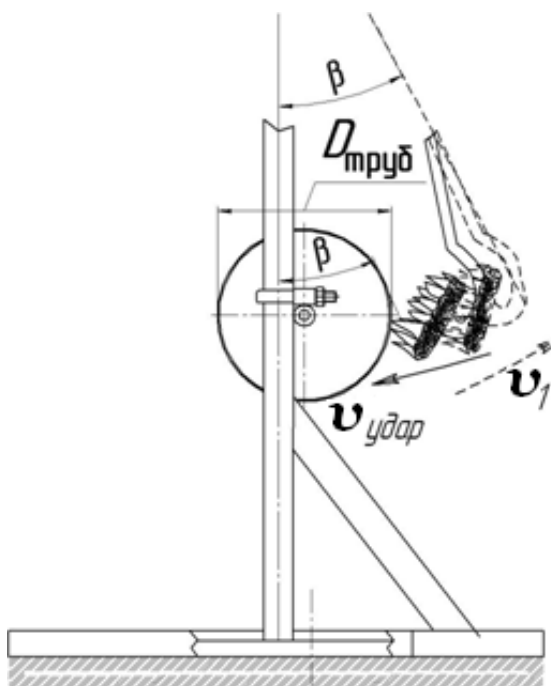


Рисунок 3.21 – Схема к определению скорости отбрасывания корзинки от трубного вала мотовила

Скорость отбрасывания корзинки v_1 [31, 36, 278]:

$$v_1^k = 2\sqrt{gl_m} \sqrt{\sin^2\left(\frac{\beta}{2}\right) - \frac{1 - \sqrt{\left(\frac{D_{\text{вал}}}{2l_m}\right)^2}}{2}}, \quad (3.22)$$

где β – угол, на который происходит отбрасывание корзинки, рад.

Коэффициент восстановления:

$$k = \frac{v_1^k}{v_{\text{удар}}}. \quad (3.23)$$

Ускорение движения корзинки:

$$w_{\text{корз}} = \frac{v_1^k + v_{\text{удар}}}{t_{\text{отбр}}} = \frac{v_{\text{удар}}(1+k)}{t_{\text{отбр}}}, \quad (3.24)$$

где $t_{\text{отбр}}$ – момент времени, за который происходит отбрасывание корзинки, с.

В итоге получены графики зависимостей потерь маслосемян подсолнечника $\Pi_{\text{корз}}^{\text{удар}}$, $\Pi_{\text{стеб}}^{\text{удар}}$ от ускорения движения корзинки $w_{\text{корз}}$ (рисунки 3.22, 3.23).

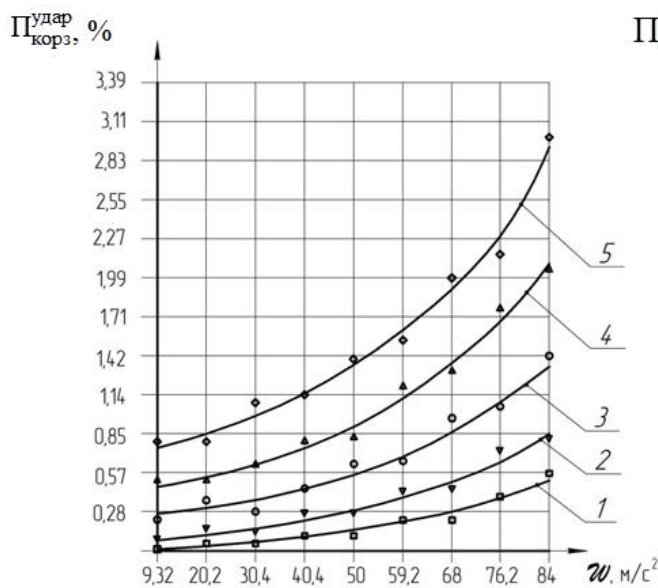


Рисунок 3.22 – Зависимость потерь семян подсолнечника на 1 м^2 $\Pi_{\text{корз}}^{\text{удар}}$, %, от ускорения движения корзинки $w_{\text{корз}}$, м/с^2 , при ударе ее о трубный вал мотвила

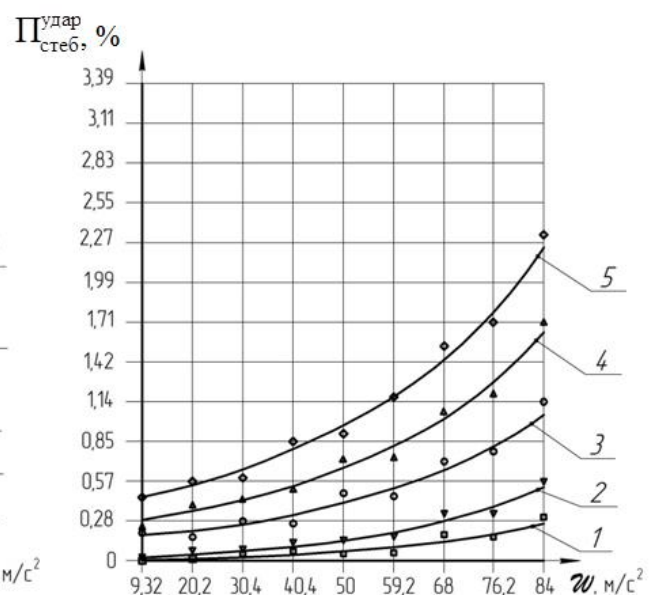


Рисунок 3.23 – Зависимость потерь семян подсолнечника на 1 м^2 $\Pi_{\text{стеб}}^{\text{удар}}$, %, от ускорения движения корзинки $w_{\text{корз}}$, м/с^2 , при ударе стебля о трубный вал мотвила

Результаты опытов по определению времени отбрасывания корзинки $t_{\text{отбр}}$ приведены в приложении Д.

3.5 Выводы

1. Разработаны методические основы исследований технологического процесса и технических систем зерноуборочного комбайна при уборке подсолнечника, позволяющие установить влияние конструкционных и режимных параметров на потери и повреждаемость маслосемян, а также на содержание сорных примесей в бункерном ворохе.

2. Исследованиями физико-механических свойств и геометрических параметров подсолнечника установлены значения влажности маслосемян, высоты растений, массы маслосемян в одной корзинке для сорта Саратовский 20, длина, ширина и толщина маслосемян для сортов Саратовский 20, Лакомка, Донской. Изучена также зависимость осыпаемости маслосемян подсолнечника от ускорения при взаимодействии корзинки и стебля с трубным валом мотовила.

3. Созданы на базе серийных зерноуборочных комбайнов экспериментальные установки с техническими средствами измерения и управления, позволяющие моделировать технологический процесс работы систем комбайна при уборке подсолнечника и фиксировать основные параметры.

4. Разработаны программы исследований, методика получения и обработки опытных данных, позволяющие получить с заданной достоверностью результаты экспериментальных исследований в лабораторно-полевых и производственных условиях.

4 РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

В соответствии с целью и поставленными задачами в работе оценён мировой опыт компаний – производителей зерноуборочных комбайнов, исследованы и получены количественные значения их технических параметров и удельных показателей (таблица 4.1).

Таблица 4.1 – Результаты исследований технических параметров и удельных показателей зерноуборочных комбайнов

Показатель	Число наблюдений n_x	Математическое ожидание $\bar{x}_j$	Стандартное отклонение σ_{x_j}	Доверительный интервал среднего значения при уровне значимости $\alpha = 0,95$	Коэффициент вариации $v, \%$
Мощность двигателя P , кВт	229	189,41	55,34	182...197 (рисунок 2.2, зона 1)	29,22
Масса m_0 , т	212	11,63	2,46	11,3...12 (рисунок 2.3, зона 1)	21,15
Длина барабана L_6 , м	208	1,396	0,177	1,37...1,42 (рисунок 2.4, зона 1)	12,68
Диаметр барабана D_6 , м	209	0,62	0,073	0,61...0,63 (рисунок 2.5, зона 1)	11,8
Площадь решёт S_p , м ²	182	4,79	0,99	0,61...0,63 (рисунок 2.6, зона 1)	20,76
Площадь соломотряса S_c , м ²	178	5,9	1,02	0,61...0,63 (рисунок 2.7, зона 1)	17,3
Энергонасыщенность P/m_0 , кВт/т	213	15,84	3,02	15...16,24 (рисунок 2.8, зона 1)	19,07
Материалоёмкость m_0/V_6 , т/м ³	213	1,69	0,282	1,66...1,73 (рисунок 2.9, зона 1)	16,68
Коэффициент мощности по длине барабана ψ_{P/L_6} , кВт/м	204	134,16	26,93	130,46...137,88 (рисунок 2.10, зона 1)	20,07
Коэффициент длины барабана по диаметру ψ_{L_6/D_6}	207	2,359	0,429	2,30...2,42 (рисунок 2.11, зона 1)	18,2
Коэффициент площади решёт по площади соломотряса ψ_{S_p/S_c}	150	0,775	0,084	0,76...0,79 (рисунок 2.12, зона 1)	10,84
Коэффициент площади решёт по длине барабана ψ_{S_p/L_6}	179	3,361	0,427	3,30...3,42 (рисунок 2.13, зона 1)	12,7

При работе зерноуборочного комбайна на уборке подсолнечника осуществляется процесс взаимодействия рабочих органов технических систем комбайна со стеблестоем, корзинками и ворохом маслосемян. Конструкционные параметры и режимы работы рабочих органов оказывают существенное влияние на качество выполнения технологического процесса уборки. Качественными показателями процесса работы являются потери маслосемян за жаткой, повреждение маслосемян в МСУ и сорные примеси в ворохе подсолнечника, поэтому были проведены исследования технических систем зерноуборочного комбайна: шнека-мотовила жатки, молотильного аппарата и решёт системы очистки с регулируемыми отверстиями.

4.1 Влияние конструкционных и режимных параметров на потери маслосемян за жаткой

В результате экспериментов, выполненных в соответствии с программой исследований процесса работы шнека-мотовила, получены уравнения регрессии для определения потерь семян $\Pi_{\text{ж}}$ на 1 м² убранной площади [241, 276]:

- для прямого отсекаателя:

$$\begin{aligned} \Pi_{\text{ж}} = & 60,66\lambda^3 + 130,61L_{\text{отс}}^3 + 20,759S_{\text{вит}}^3 + 4,6105S_{\text{шнек}}^3 + 3,6827S_{\text{ра}}^3 - \\ & - 124,77\lambda^2 + 215,48L_{\text{отс}}^2 + 69,829S_{\text{вит}}^2 + 80,55S_{\text{шнек}}^2 + 64,301S_{\text{ра}}^2 - \\ & - 84,769\lambda + 269,55L_{\text{отс}} + 179,55S_{\text{вит}} + 1087,9S_{\text{шнек}} + 869,04S_{\text{ра}} + 30,4875; \end{aligned} \quad (4.1)$$

- для дугообразного отсекаателя:

$$\begin{aligned} \Pi_{\text{ж}} = & -48,341\lambda^3 + 219,69L_{\text{отс}}^3 + 29,88S_{\text{вит}}^3 + 5,0795S_{\text{шнек}}^3 + 5,2293S_{\text{ра}}^3 + \\ & + 103,47\lambda^2 + 349,41L_{\text{отс}}^2 + 97,922S_{\text{вит}}^2 + 88,595S_{\text{шнек}}^2 + 91,21S_{\text{ра}}^2 - \\ & - 39,024\lambda + 398,87L_{\text{отс}} + 230,4S_{\text{вит}} + 1193,3S_{\text{шнек}} + 1228,7S_{\text{ра}} - 197,22; \end{aligned} \quad (4.2)$$

- для Г-образного отсекаателя с углом изгиба 140°:

$$\begin{aligned} \Pi_{\text{ж}} = & 184,61\lambda^3 + 102,34L_{\text{отс}}^3 + 8,067S_{\text{вит}}^3 + 4,8673S_{\text{шнек}}^3 + 5,1846S_{\text{ра}}^3 - \\ & - 437,33\lambda^2 + 187,53L_{\text{отс}}^2 + 64,911S_{\text{вит}}^2 + 85,121S_{\text{шнек}}^2 + 90,66S_{\text{ра}}^2 - \\ & - 132,94\lambda + 302,31L_{\text{отс}} + 198,84S_{\text{вит}} + 1156,2S_{\text{шнек}} + 1231S_{\text{ра}} + 363,62; \end{aligned} \quad (4.3)$$

- для Г-образного отсекаателя с углом изгиба 160° :

$$\begin{aligned} \Pi_{\text{ж}} = & -20,989\lambda^3 + 192,21L_{\text{отс}}^3 + 20,19S_{\text{вит}}^3 + 5,0743S_{\text{шнек}}^3 + 5,2594S_{\text{ра}}^3 + \\ & + 49,155\lambda^2 + 309,27L_{\text{отс}}^2 + 66,297S_{\text{вит}}^2 + 88,523S_{\text{шнек}}^2 + 91,754S_{\text{ра}}^2 - \\ & - 55,855\lambda + 352,14L_{\text{отс}} + 154,6S_{\text{вит}} + 1193,1S_{\text{шнек}} + 1236,8S_{\text{ра}} - 154,21. \end{aligned} \quad (4.4)$$

Выражения для первой производной от функции отклика по каждому фактору примут вид [136, 241]:

$$\begin{aligned} \frac{\partial y}{\partial x_1} &= b_1 + 2b_{11}x_1 + 3b_{111}x_1^2; \\ \frac{\partial y}{\partial x_2} &= b_2 + 2b_{22}x_2 + 3b_{222}x_2^2; \\ \frac{\partial y}{\partial x_3} &= b_3 + 2b_{33}x_3 + 3b_{333}x_3^2; \\ \frac{\partial y}{\partial x_4} &= b_4 + 2b_{44}x_4 + 3b_{444}x_4^2; \\ \frac{\partial y}{\partial x_5} &= b_5 + 2b_{55}x_5 + 3b_{555}x_5^2. \end{aligned} \quad (4.5)$$

Выполнив преобразования, получим систему уравнений:

$$\begin{cases} b_1 + 2b_{11}x_1 + 3b_{111}x_1^2 = 0 \\ b_2 + 2b_{22}x_2 + 3b_{222}x_2^2 = 0 \\ b_3 + 2b_{33}x_3 + 3b_{333}x_3^2 = 0 \\ b_4 + 2b_{44}x_4 + 3b_{444}x_4^2 = 0 \\ b_5 + 2b_{55}x_5 + 3b_{555}x_5^2 = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x_1 = \frac{-b_{11} \pm \sqrt{b_{11}^2 - 3b_{111}b_1}}{3b_{111}}; \\ x_2 = \frac{-b_{22} \pm \sqrt{b_{22}^2 - 3b_{222}b_2}}{3b_{222}}; \\ x_3 = \frac{-b_{33} \pm \sqrt{b_{33}^2 - 3b_{333}b_3}}{3b_{333}}; \\ x_4 = \frac{-b_{44} \pm \sqrt{b_{44}^2 - 3b_{444}b_4}}{3b_{444}}; \\ x_5 = \frac{-b_{55} \pm \sqrt{b_{55}^2 - 3b_{555}b_5}}{3b_{555}}. \end{cases} \quad (4.6)$$

Подставим значения коэффициентов в уравнения регрессии для каждого вида отсекаателей. В результате получим комбинации факторов, содержащие комплексные значения [114, 241]. Рассмотрим поведение функции отклика в

области, ограниченной интервалами факторов. Оптимальные значения факторов для четырех видов отсекателей представлены в приложении *И*.

Из анализа видно, что из всех четырех видов отсекателей оптимальным является Г-образный с углом изгиба рабочей части к основанию 140° при λ равной 1,7, $L_{\text{отс}} = 0,34$ м, $H_{\text{вит}} = 0,15$ м, $S_{\text{шнек}} = 0,025$ м и $S_{\text{ра}} = 0,025$ м. В этом случае потери маслосемян подсолнечника на 1 м^2 убранной площади составили 0,63 %.

Значения факторов подставили в соответствующие уравнения регрессии и получили 2- и 3-мерные графические зависимости потерь маслосемян от конструктивных и режимных параметров шнека-мотовила (рисунки 4.1–4.18).

По уравнениям регрессии полного факторного эксперимента построили линейные зависимости, которые сравнили со срезами трехмерных графиков (4.1)–(4.4) для Г-образного отсекателя с углом наклона рабочей части к основанию 140° .

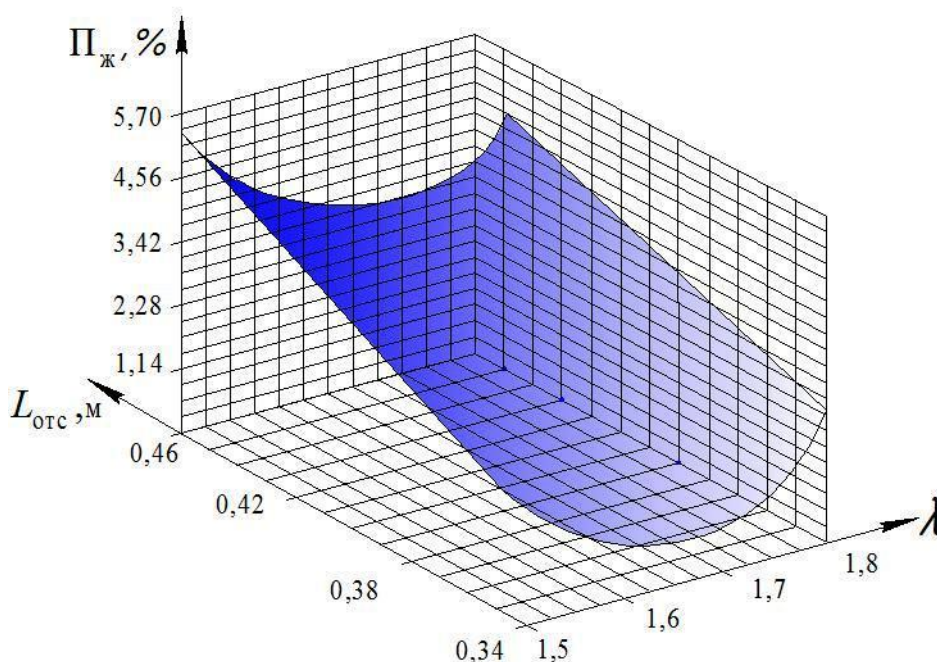


Рисунок 4.1 – Поверхность отклика потерь маслосемян подсолнечника $\Pi_{\text{ж}}$, %, от длины отсекателя $L_{\text{отс}}$ и показателя кинематического режима λ и фиксированных значениях $H_{\text{вит}} = 0,15$ м, $S_{\text{шнек}}$ и $S_{\text{ра}} = 0,25$ м для Г-образного отсекателя с углом изгиба рабочей части к основанию $\chi = 140^\circ$

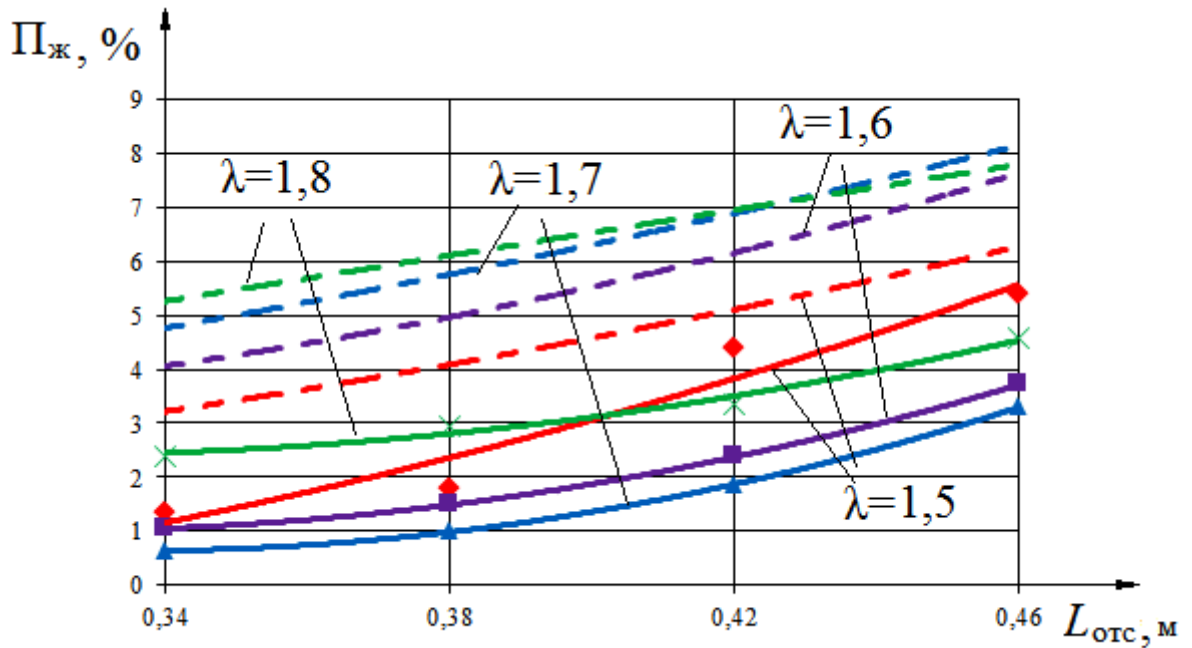


Рисунок 4.2 – Зависимости потерь маслосемян подсолнечника $\Pi_{ж}$ от ширины длины отсекаателя $L_{отс}$, м, при различных λ и фиксированных значениях $H_{вит} = 0,15$ м, $S_{шнек}$ и $S_{ра} = 0,25$ м
 ————— экспериментальные; ————— теоретические

Из поверхности отклика (см. рисунок 4.1) видно, что увеличение показателя кинематического режима λ от 1,5 до 1,7 при длине $L_{отс} = 0,34$ м происходит снижение потерь маслосемян $\Pi_{ж}$ с 1,30 до 0,63 %. Уменьшение потерь маслосемян при снижении показателя кинематического режима λ до 1,7 наблюдается и при других длинах отсекаателя. При $L_{отс} = 0,38$ м и снижении λ они снижаются с 2,36 до 0,96 %; при $L_{отс} = 0,42$ м происходит уменьшение потерь маслосемян с 3,97 до 1,98 %, что можно объяснить их осыпанием перед днищем жатки, в пространство между стеблеподъемниками. При максимальной длине отсекаателя $L_{отс} = 0,46$ м и $\lambda = 1,5$ потери семян подсолнечника $\Pi_{ж}$ имеют максимальное значение и составляют 5,42 % от биологической урожайности, но при уменьшении значения λ до 1,7 они уменьшаются до 3,30 %. Это объясняется тем, что при величине $\lambda = 1,7$ достигается требуемая плавность захвата стеблей и корзинок, что обеспечивает осыпание маслосемян на днище жатки. Увеличение показателя кинематического режима λ приводит к повышению окружной скорости

вращения мотовила v_0 . В результате происходит более быстрый захват стеблестоя подсолнечника, нарушается плавность, происходит отбрасывание маслосемян, и их осыпание в пространство между стеблеподъемниками. Так, при $L_{отс} = 0,34$ м и $\lambda = 1,8$ потери составляют 2,3 %, при $L_{отс} = 0,38$ м – 3,38 %.

С уменьшением длины отсекаателя $L_{отс}$ потери семян на 1 м² убранной площади снижаются (рисунок 4.2). Возрастание потерь маслосемян с увеличением длины отсекаателя $L_{отс}$ объясняется выносом шнека-мотовила по поддержке в горизонтальном направлении. Вследствие чего, захват стеблей осуществляется за пределами жатки, что приводит к осыпанию маслосемян в пространство между стеблеподъемниками. Также, с увеличением длины отсекаателя возникает необходимость в подъеме шнека-мотовила для обеспечения заданной величины зазора $S_{ра}$ между конечной точкой отсекаателя и плоскостью режущего аппарата. В результате этого возрастает количество корзинок, сталкивающихся с трубным валом, что приводит к дополнительному осыпанию маслосемян. Кроме того, отсекаатель большей длины захватывает большее количество стеблей, что способствует соударению корзинок между собой и осыпанию маслосемян.

Результаты экспериментальных исследований представлены в приложении II. По уравнениям регрессии построили графические зависимости, для отсекаателей Г-образной формы с углом наклона рабочей части $\chi = 140^\circ$, описывающие влияние параметров шнека-мотовила на потери маслосемян подсолнечника на 1 м² убранной площади (см. рисунки 4.5 – 4.8).

С увеличением показателя кинематического режима λ с 1,5 до 1,7 для ширины навивки $H_{вит}$ наблюдается снижение потерь маслосемян при фиксированных значениях $L_{отс}=0,34$ м, $S_{шnek}$ и $S_{ра}=0,25$ м с 1,30 до 0,63 % (рисунок 4.3). Для $H_{вит}=0,18$ м потерь уменьшаются с 2,36 до 1,0 %, для $H_{вит}=0,21$ м – с 3,0 до 1,45 %, для $H_{вит}=0,24$ м – с 3,55 до 1,64. При увеличении величины λ до 1,8, потери возрастают: для $H_{вит}=0,15$ м – 2,3 %, $H_{вит}=0,18$ м – 1,85 %, $H_{вит}=0,21$ м – 1,86 % и

$H_{\text{внт}}=0,24$ м – 2,98 %. Это, также можно объяснить нарушением плавности захвата стебля за счёт увеличения частоты вращения шнека-мотовила.

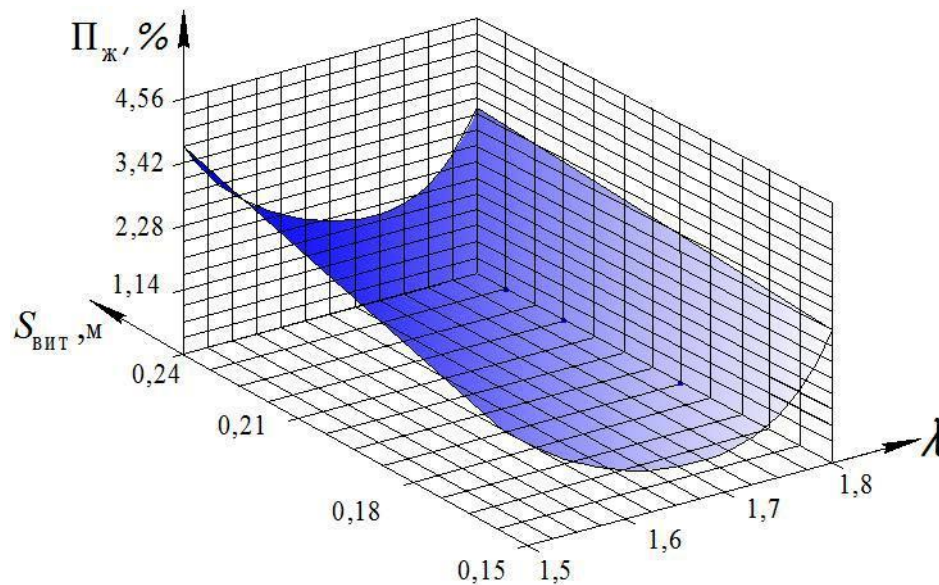


Рисунок 4.3 – Поверхность отклика потерь маслосемян подсолнечника $\Pi_{\text{ж}}$, %, от ширины навивки $H_{\text{внт}}$ и показателя кинематического режима λ при фиксированных значениях $L_{\text{отс}}=0,34$ м, $S_{\text{шнec}}=0,25$ м для Г-образного отсекавателя с углом изгиба рабочей части к основанию $\chi = 140^\circ$

Очевидно, что с увеличением ширины навивки шнека $H_{\text{внт}}$ для Г-образного отсекавателя с углом отгиба $\chi = 140^\circ$ потери маслосемян возрастают при фиксированном значении λ (см. рисунок 4,3). Так, при $H_{\text{внт}} = 0,15$ м при $\lambda = 1,7$ они минимальны и составляют 0,63 %. По мере увеличения $H_{\text{внт}}$ они возрастают. При $H_{\text{внт}} = 0,18$ м потери составляют 1,0 %, при $H_{\text{внт}} = 0,21$ м – 1,45 %, при $H_{\text{внт}} = 0,24$ м – 1,64 %. Аналогичное изменение характерно и для других величинах λ . Максимального значения потери маслосемян достигают при $\lambda = 1,5$. В этом случае при $H_{\text{внт}} = 0,18$ м они составляют 2,36 %, $H_{\text{внт}} = 0,21$ м – 3,0 %, $H_{\text{внт}} = 0,24$ м – 3,55 %. Это можно объяснить тем, что при остальных фиксированных факторах частоты вращения шнека недостаточно для того, чтобы осыпание маслосемян осуществлялось на днище жатки.

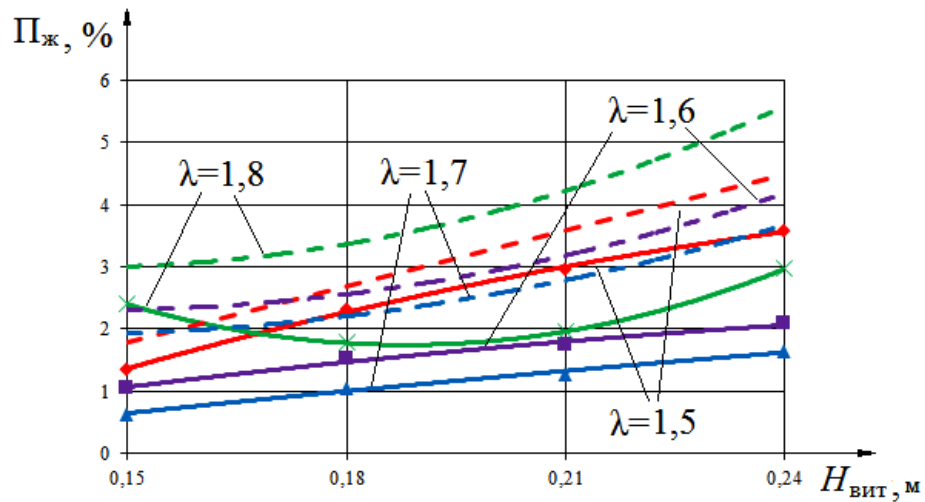


Рисунок 4.3 – Зависимости потерь маслосемян подсолнечника

$P_{ж}$ от ширины наливки шнека-мотовила $H_{вит}$

при различных λ и фиксированных значениях

$L_{отс}=0,34$ м, $H_{вит} = 0,15$ м и $S_{ра} = 0,025$ м:

————— экспериментальные; — — — — — теоретические

Из анализа рисунка 4.4 следует, что с увеличением зазора $S_{шнек}$ значение потерь маслосемян за жаткой $P_{ж}$ возрастает. Так, при $S_{шнек}=0,025$ м при $\lambda=1,5$ потери составляют 1,30 %, при $\lambda=1,6$, $P_{ж}=1,06$ %, %, при $\lambda=1,7$, $P_{ж}=0,63$ %, %, при $\lambda=1,8$, $P_{ж}=2,3$ %. При значениях $S_{шнек}=0,033$ м, при тех же величинах λ потери составят 2,35, 1,75, 1,15 и 2,1 %. Это можно объяснить выносом шнека-мотовила в горизонтальном направлении при увеличенее зазора $S_{шнек}$. В результате чего осыпание маслосемян происходит за пределы жатки. Повышение потерь маслосемян с увеличением $S_{шнек}$ очевидно и при других величинах λ .

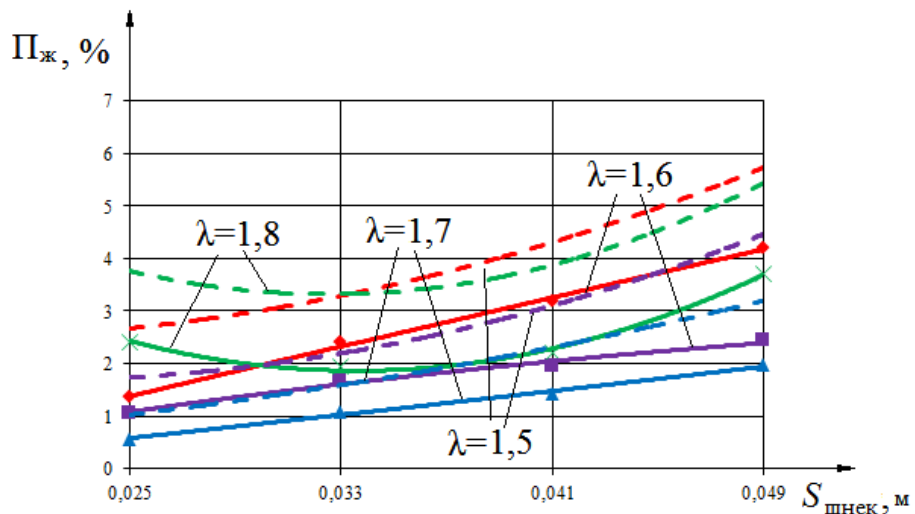


Рисунок 4.4 – Зависимости потерь маслосемян подсолнечника

$P_{ж}$ от зазора между конечной точкой отсекаателя и наливкой

шнека жатки $S_{шнек}$, м, при различных λ и фиксированных значениях

$L_{отс}=0,34$ м, $H_{вит} = 0,15$ м и $S_{ра} = 0,025$ м:

————— — экспериментальные; — — — — — теоретические

С увеличением зазора между крайней точкой отсекаателя и плоскостью режущего аппарата S_{pa} наблюдается рост потерь маслосемян (см. рисунок 4.5). Так, при $\lambda = 1,5$ величина $\Pi_{ж}$ возрастает с 1,30 до 4,26 %, при увеличении S_{pa} — с 0,025 до 0,049 м. В этом случае нарушается условие подпорного среза стебля режущим аппаратом. В результате этого происходит осыпание маслосемян не на днище жатки, а в пространство между стеблеподъёмниками. При $S_{pa} = 0,033$ и более возможно заминание стеблей.

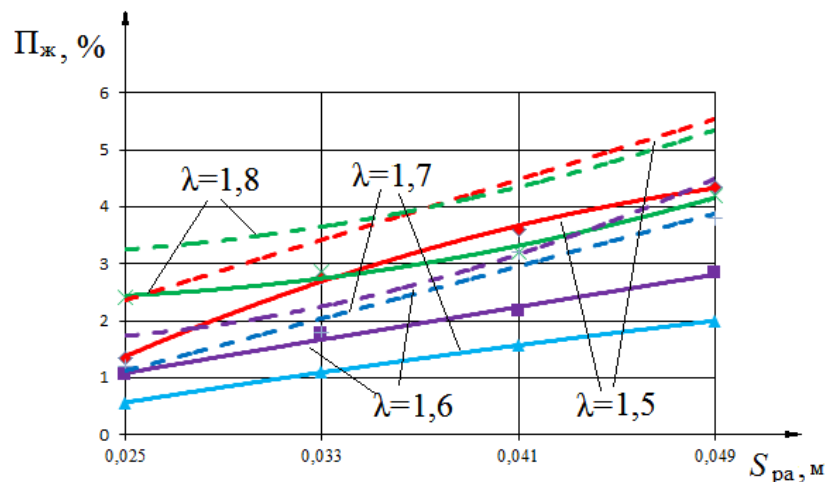


Рисунок 4.5 – Зависимости потерь маслосемян подсолнечника $\Pi_{ж}$ от зазора между крайней точкой отсекаателя и плоскостью режущего аппарата S_{pa} , м, при различных λ и фиксированных значениях $L_{отс}=0,34$ м, $H_{вит}=0,15$ м и $S_{шнек}=0,025$ м:

————— — экспериментальные; — — — — — теоретические

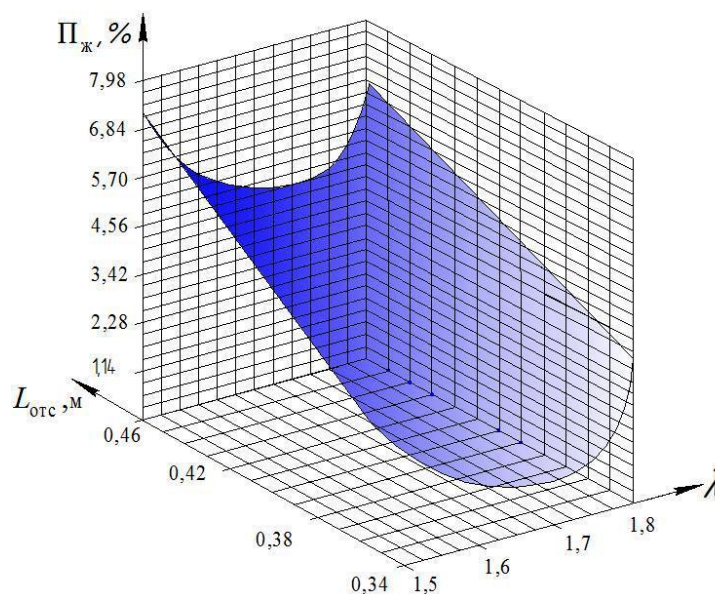


Рисунок 4.6 – Экспериментальная зависимость потерь маслосемян подсолнечника $\Pi_{ж}$, % от длины отсекаателя $L_{отс}$ и показателя кинематического λ при фиксированных значениях $H_{вит}=0,15$ м, $S_{шнек}$ и $S_{pa}=0,25$ м

режима λ (Г-образный отсекаТЕЛЬ с углом отгиба $\chi = 160^\circ$)

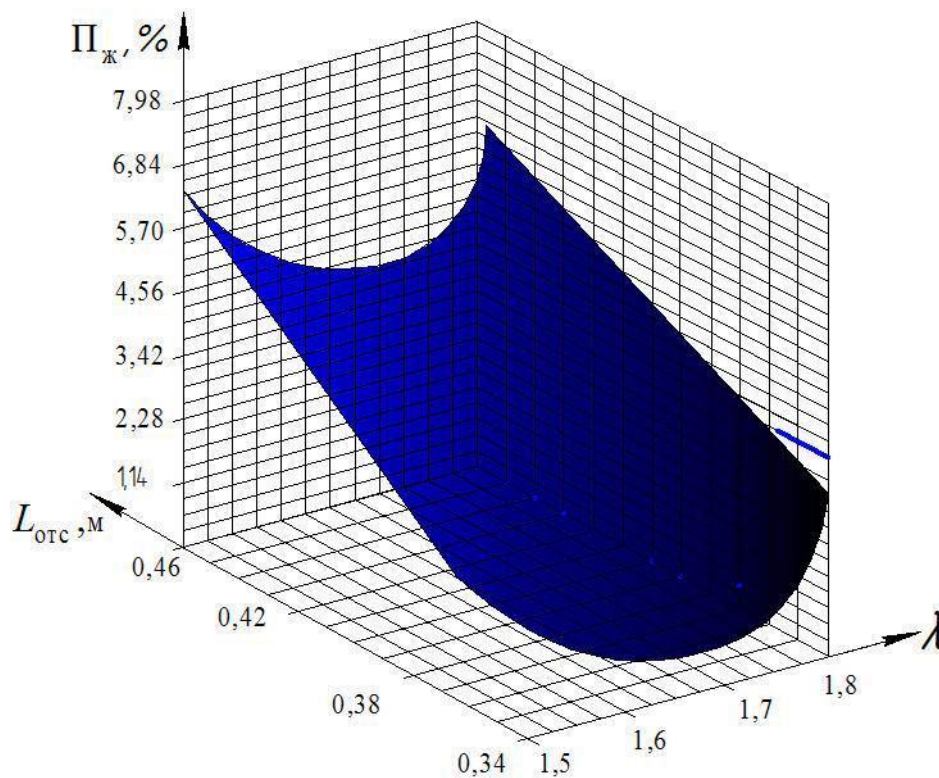


Рисунок 4.7 – Экспериментальная зависимость потерь маслосемян подсолнечника $P_{ж}$, %, от длины отсекаателя $L_{отс}$ и показателя кинематического режима λ при фиксированных значениях $H_{вит} = 0,15$ м, $S_{шнек}$ и $S_{ра} = 0,25$ м для прямого отсекаателя

Анализ работы прямого отсекаателя, также показывает снижение потерь маслосемян при уменьшении показателя кинематического режима λ с 1,5 до 1,7 (см. рисунок 4.7). Так при длине отсекаателя $L_{отс} = 0,34$ м они снижаются с 2,0 до 1,3 %, при $L_{отс} = 0,38$ м с 3,1 до 1,65, при $L_{отс} = 0,42$ м с 4,55 до 2,42 % и при $L_{отс} = 0,46$ м с 6,35 до 4,24 %. Увеличение потерь наблюдается, как Г-образном отсекателе после возрастания λ до 1,8, что объясняется вышеописанными факторами. Увеличение потерь маслосемян при прямом отсекателе обусловлено отсутствием угла между его частями, которым осуществляется захват стеблей. При прямом отсекателе захват производится его крайней точкой, что не всегда обеспечивает удержание стебля при его подводе к режущему аппарату.

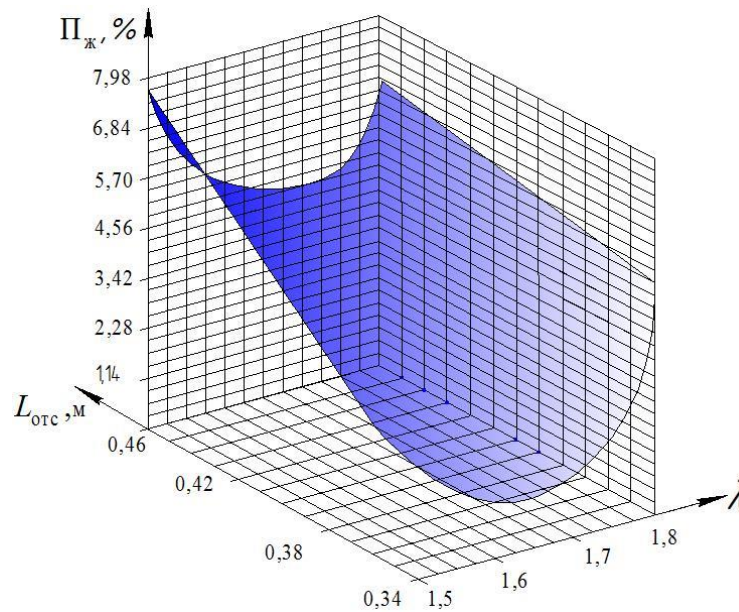


Рисунок 4.8 – Экспериментальная зависимость потерь маслосемян подсолнечника $P_{ж}$, %, от длины отсекаателя $L_{отс}$ и показателя кинематического режима λ при фиксированных значениях $H_{вит} = 0,15$ м, $S_{шнек}$ и $S_{ра} = 0,25$ м для дугообразного отсекаателя

Из поверхности отклика (см. рисунок 4.8) видно, что работа дугообразного отсекаателя характеризуется максимальными потерями маслосемян. При его длине $L_{отс} = 0,34$ м и показателе кинематического режима $\lambda = 1,5$; 1,6; 1,7 и 1,8 они составляют 3,56; 3,12; 2,48 и 5 %. Наибольшие потери возникают при $\lambda = 1,5$ и длине дугообразного отсекаателя $L_{отс} = 0,46$ м. Они составляют 7,72 %. Это можно объяснить отсутствием угла, за счёт которого обеспечивается захват стебля. При работе дугообразного отсекаателя наблюдалось заминание стеблей.

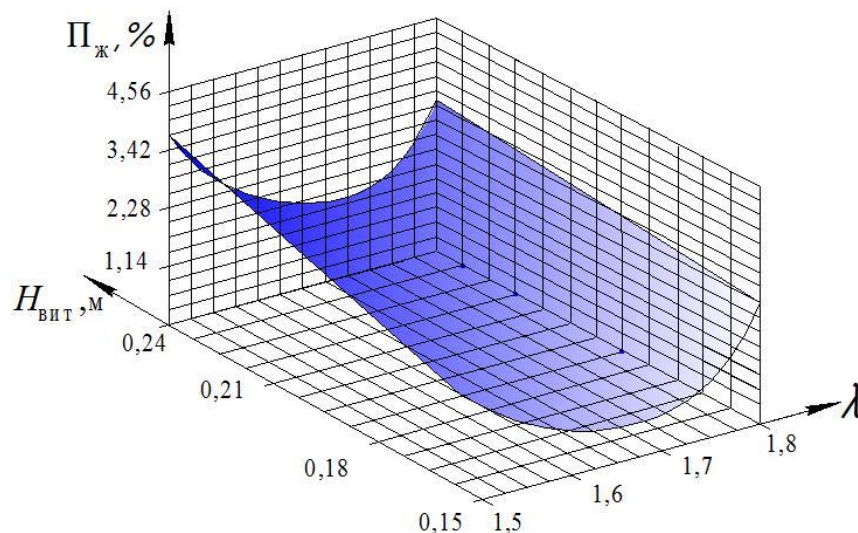


Рисунок 4.9 – Зависимость потерь маслосемян подсолнечника $P_{ж}$, %, от ширины навивки $H_{вит}$ и показателя кинематического режима λ при фиксированных значениях $L_{отс} = 0,34$ м, $S_{шнек}$ и $S_{ра} = 0,25$ м для Г-образного отсекаателя с углом наклона рабочей части к основанию $\chi = 140^\circ$

Из графической зависимости (см. рисунок 4.9) видно, что с увеличением ширины навивки шнека-мотовила отмечается увеличение потерь маслосемян.

При увеличении ширины навивки $H_{\text{вит}}$ с 0,15 до 0,24 м и при $\lambda = 1,7$ отмечается рост потерь семян от 0,63 до 1,64 %. Это объясняется тем, что при с увеличением $H_{\text{вит}}$ сокращается длина рабочей части отсекаателя, что не обеспечивает захват стебля. Кроме того, возрастает площадь контакта навивки с корзиной, а это способствует дополнительному вымолачиванию маслосемян. В результате часть стеблей остается на стеблеподъемниках.

Однако уменьшение ширины навивки ниже оптимального значения 0,15 м может привести к тому, что над днищем жатки будет наклонена только часть стеблей. Остальные стебли будут взаимодействовать с тубным валом, что приведет к вымолачиванию маслосемян. Таким образом, оптимальной шириной навивки $H_{\text{вит}}$ следует считать 0,15 м. В этом случае потери маслосемян минимальны – 0,63 %.

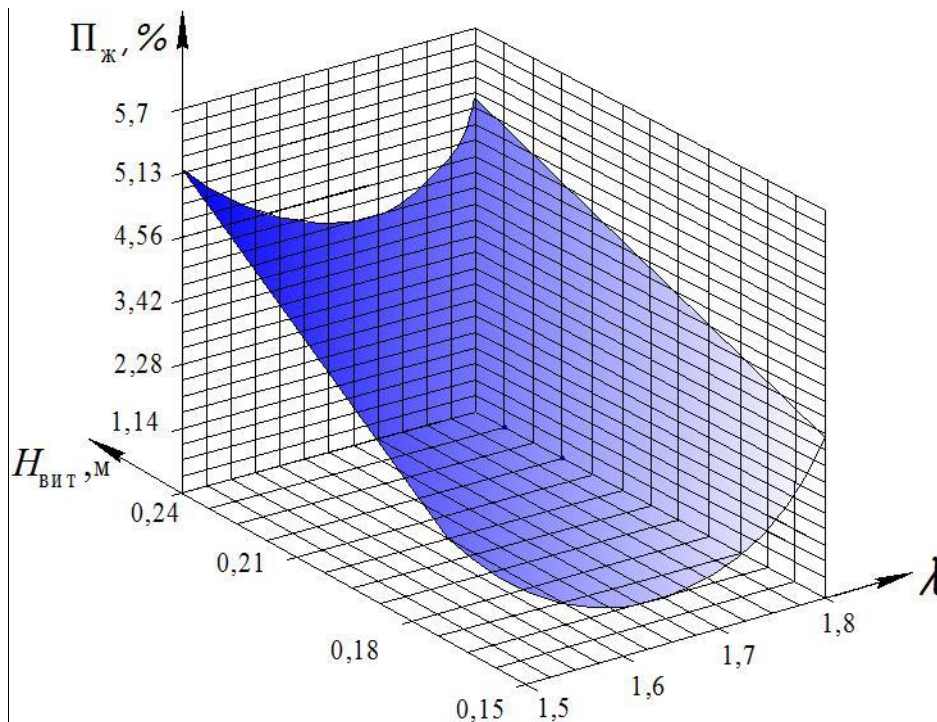


Рисунок 4.10 – Экспериментальная зависимость потерь маслосемян подсолнечника $\text{П}_{\text{ж}}, \%$, от ширины навивки $H_{\text{вит}}$ и показателя кинематического режима λ при фиксированных значениях $L_{\text{отс}} = 0,34$ м, $S_{\text{шнec}} = 0,25$ м для Г-образного отсекаателя с углом отгиба $\chi = 160^\circ$

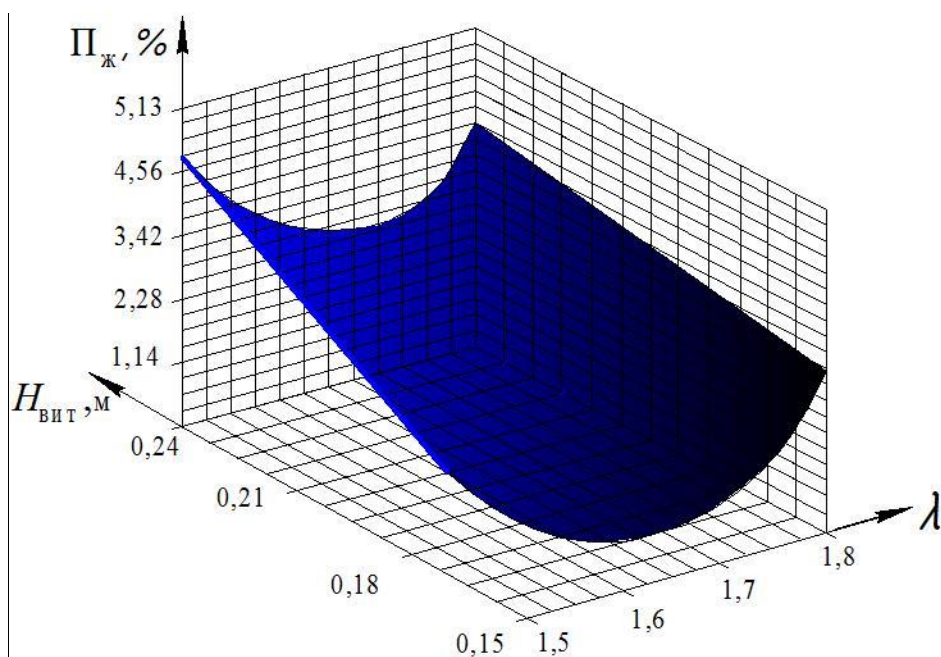


Рисунок 4.11 – Экспериментальная зависимость потерь маслосемян подсолнечника $\Pi_{ж}$, %, от ширины навивки $H_{вит}$ и показателя кинематического режима λ при фиксированных значениях $L_{отс} = 0,34$ м, $S_{шнек}$ и $S_{ра} = 0,25$ м для прямого отсека

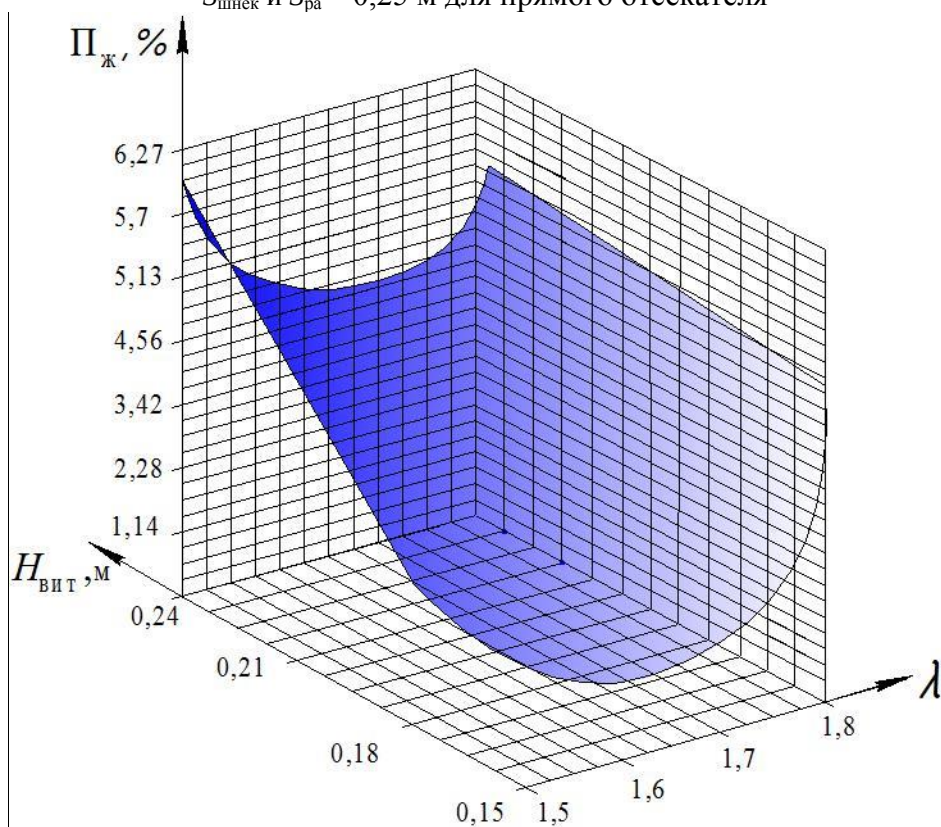


Рисунок 4.12 – Экспериментальная зависимость потерь маслосемян подсолнечника $\Pi_{ж}$, %, от ширины навивки $H_{вит}$ и показателя кинематического режима λ при фиксированных значениях $L_{отс} = 0,34$ м, $S_{шнек}$ и $S_{ра} = 0,25$ м для дугообразного отсека

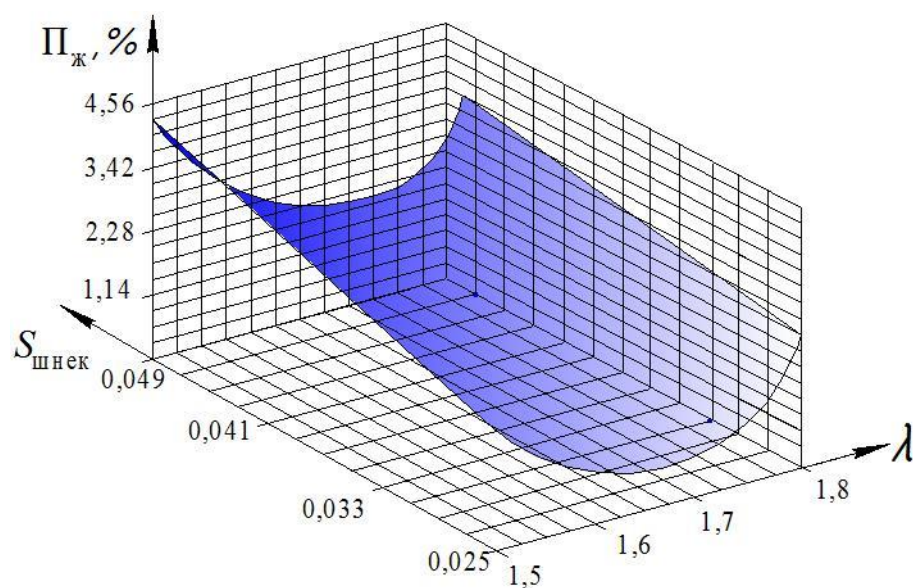


Рисунок 4.13 – Зависимость потерь маслосемян подсолнечника $P_{ж}, \%$, от расстояния между конечной точкой отсекаателя и навивкой шнека жатки $S_{шnek}$ и от показателя кинематического режима λ при фиксированных значениях $L_{отс} = 0,34$ м, $H_{вит} = 0,15$ м и $S_{ра} = 0,25$ м для Г-образного отсекаателя с углом наклона рабочей части к основанию $\chi = 140^\circ$

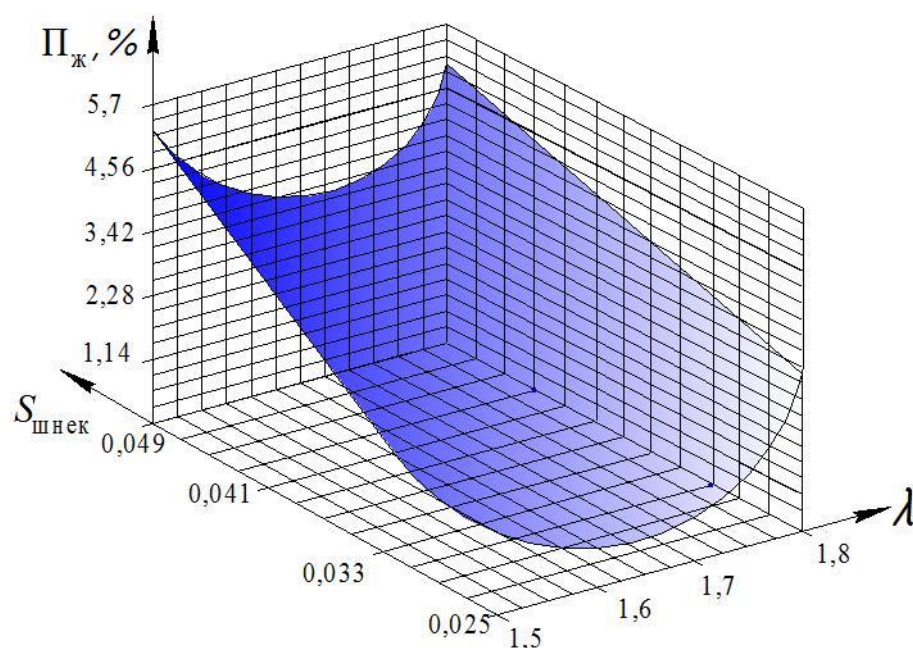


Рисунок 4.14 – Экспериментальная зависимость потерь маслосемян подсолнечника $P_{ж}, \%$, от расстояния между конечной точкой отсекаателя и навивкой шнека жатки $S_{шnek}$ и от показателя кинематического режима λ при фиксированных значениях $L_{отс} = 0,34$ м, $H_{вит} = 0,15$ м и $S_{ра} = 0,25$ м для Г-образного отсекаателя с углом отгиба $\chi = 160^\circ$

Увеличение зазора $S_{\text{шнек}}$ осуществляется за счёт выдвижения шнека-мотовила по поддержке в горизонтальном направлении, что не способствует наклону стеблей таким образом, чтобы осыпание маслосемян происходило на днище жатки. В этом случае корзинки наклоняются над стеблеподъёмниками, что приводит к осыпанию маслосемян в пространство между ними. При проведении эксперимента, при значениях $S_{\text{шнек}}$ более 0,025 м часть стеблей оставались на стеблеподъёмниках.

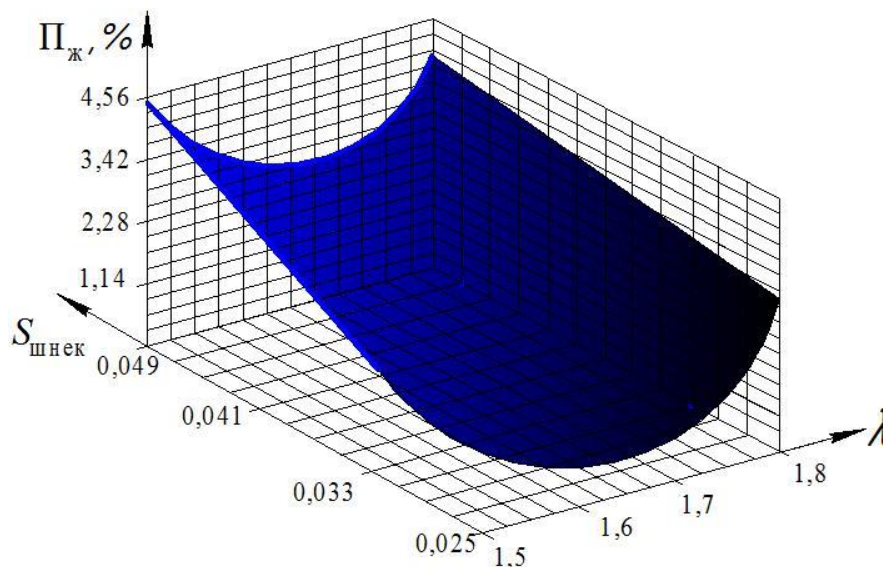


Рисунок 4.15 – Экспериментальная зависимость потерь маслосемян подсолнечника $P_{\text{ж}}$, %, от расстояния между конечной точкой отсекающего и навивкой шнека жатки $S_{\text{шнек}}$ и от показателя кинематического режима λ при фиксированных значениях $L_{\text{отс}} = 0,34$ м, $H_{\text{вит}} = 0,15$ м и $S_{\text{ра}} = 0,25$ м для прямого отсекающего

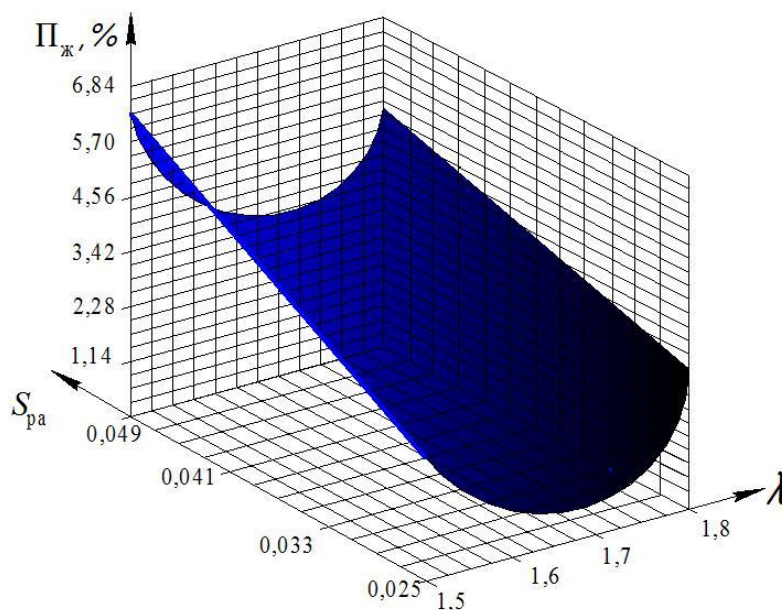


Рисунок 4.16 – Экспериментальная зависимость потерь маслосемян подсолнечника $P_{\text{ж}}$, %, от расстояния между конечной точкой отсекающего и навивкой шнека жатки $S_{\text{ра}}$ и от показателя кинематического режима λ при фиксированных значениях $L_{\text{отс}} = 0,34$ м, $H_{\text{вит}} = 0,15$ м и $S_{\text{шнек}} = 0,25$ м для прямого отсекающего

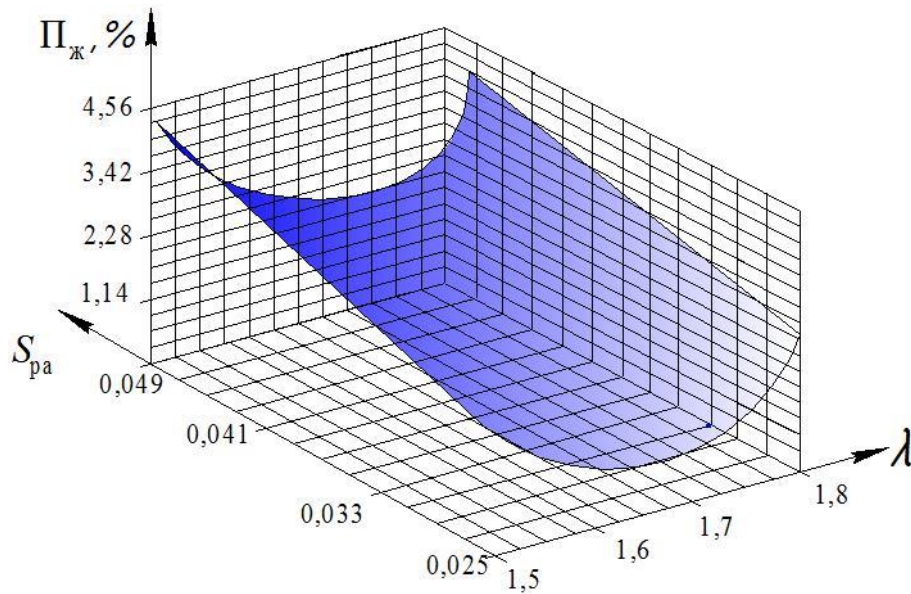


Рисунок 4.17 – Зависимость потерь маслосемян подсолнечника $\Pi_{ж}, \%$, от расстояния между конечной точкой отсекаателя и плоскостью режущего аппарата $S_{ра}$ и от показателя кинематического режима λ при фиксированных значениях $L_{отс} = 0,34$ м, $H_{вит} = 0,15$ м и $S_{шнек} = 0,25$ м для Г-образного отсекаателя с углом наклона рабочей части к основанию $\chi = 140^\circ$

С учётом вышеописанного, оптимальной величиной зазора между крайней точкой отсекаателя и навивкой шнека жатки следует считать 0,025 м. При данной величине потери маслосемян составляют 0,63 %, что ниже агротехнических требований.

Экспериментальные зависимости (см. рисунок 4.14) показывают снижение потерь маслосемян с 4,05 до 0,63 % при уменьшении зазора между крайней точкой отсекаателя и плоскостью режущего аппарата $S_{ра}$.

Увеличение зазора $S_{ра}$ приводит к потерям несрезанными стеблями, которые попадают под днище комбайна, в некоторых случаях стебли остаются на стеблеподъёмниках (см. рисунок 4.18).

Таким образом, при уборке подсолнечника наиболее оптимальным следует считать Г-образный отсекаатель с углом отгиба $\chi = 140^\circ$, длиной $L_{отс} = 0,34$ м с шириной навивки $H_{вит} = 0,15$ м с зазором между крайней точкой отсекаателя и шнеком жатки $S_{шнек} = 0,025$ м и зазором между крайней точкой отсекаателя и плоскостью режущего аппарата $S_{ра} = 0,025$ м.

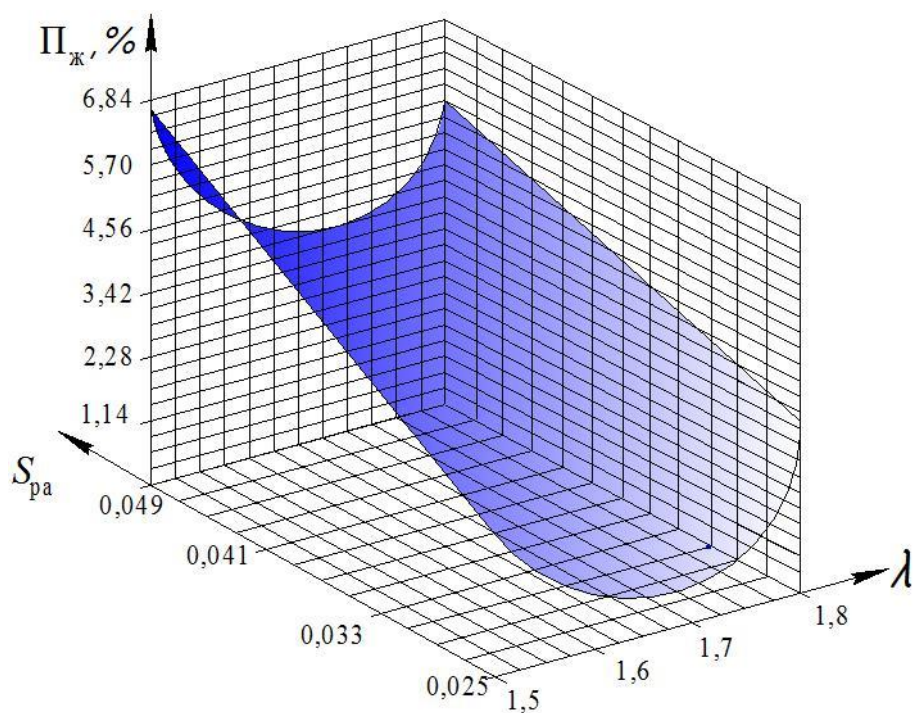


Рисунок 4.18 – Экспериментальная зависимость потерь маслосемян подсолнечника $\Pi_{ж}$, %, от расстояния от конечной точки отсекаателя до плоскости режущего аппарата $S_{ра}$ и от показателя кинематического режима λ при фиксированных значениях $L_{отс} = 0,34$ м, $H_{вит} = 0,15$ м и $S_{шнек} = 0,25$ м для Г-образного отсекаателя с углом отгиба $\chi = 160^\circ$

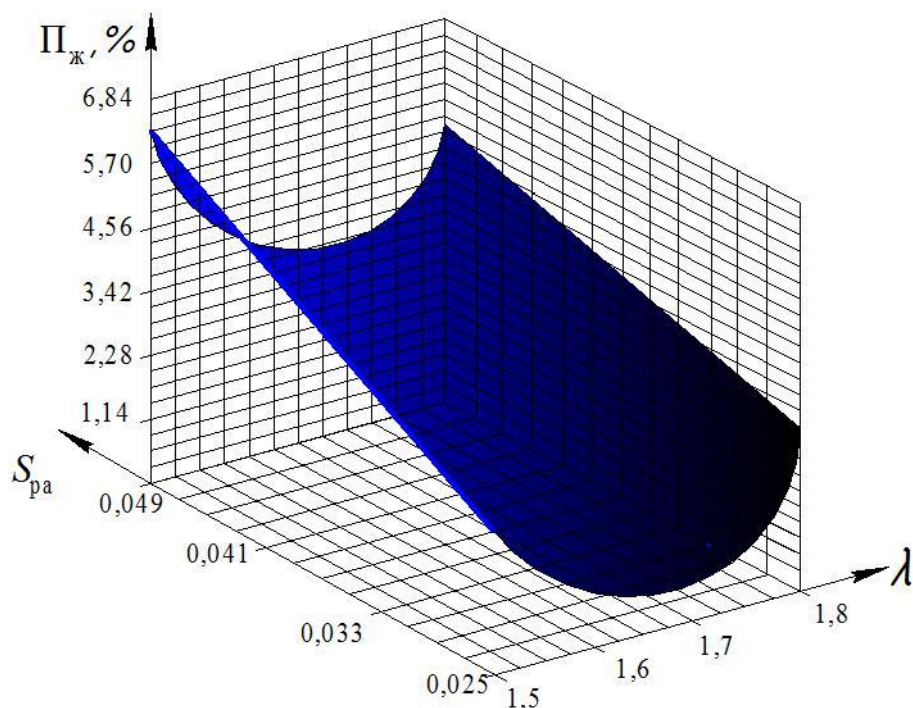


Рисунок 4.19 – Экспериментальная зависимость потерь маслосемян подсолнечника $\Pi_{ж}$, %, от расстояния от конечной точки отсекаателя до плоскости режущего аппарата $S_{ра}$ и от показателя кинематического режима λ при фиксированных значениях $L_{отс} = 0,34$ м, $H_{вит} = 0,15$ м и $S_{шнек} = 0,25$ м для прямого отсекаателя

4.2 Влияние конструкционных и режимных параметров на повреждаемость маслосемян в молотильно-сепарирующем устройстве

В соответствии с поставленными задачами и теоретическими разработками выполняли экспериментальные исследования конструкционных параметров и режимов работы молотильного аппарата, влияющих на повреждаемость маслосемян подсолнечника при уборке. Содержание повреждённых маслосемян в ворохе определяли в процентном отношении к общей массе вороха, прошедшего через решётку подбарабана на транспортную доску. Опытные данные по повреждённым маслосеменам представлены в приложении К.

По результатам факторного эксперимента была получена регрессионная математическая модель, адекватно отражающая зависимость повреждённых маслосемян от выбранных факторов:

$$f(x, y) = A + B_1x + B_2y + C_1x^2 + C_2y^2 + C_3xy, \quad (4.7)$$

где x – ширина канавки бича молотильного барабана, мм; y – подача корзинок подсолнечника в молотильную камеру, кг/с.

Значения коэффициентов уравнения представлены в таблице 4.2. Исходя из этого построены двумерные сечения зависимостей содержания повреждённых маслосемян в ворохе подсолнечника на транспортной доске от ширины канавки бича и подачи корзинок в молотильную камеру (рисунки 4.19–4.26).

Таблица 4.2 – Коэффициенты регрессионного уравнения

n_6 , мин ⁻¹	A	B_1	B_2	C_1	C_2	C_3	x_1	y_1	$f_{\min}$
200	10,4	–0,96	–1,26	0,0484	0,0641	0,00825	9,13	9,28	0,169
300	10,8	–1,03	–1,20	0,0547	0,0641	0,00025	9,42	9,33	0,342
400	10,4	–0,97	–1,11	0,0500	0,0562	0,00350	9,41	9,57	0,524

500	11,7	−1,14	−1,22	0,0578	0,0641	0,00625	9,48	9,08	0,806
-----	------	-------	-------	--------	--------	---------	------	------	-------

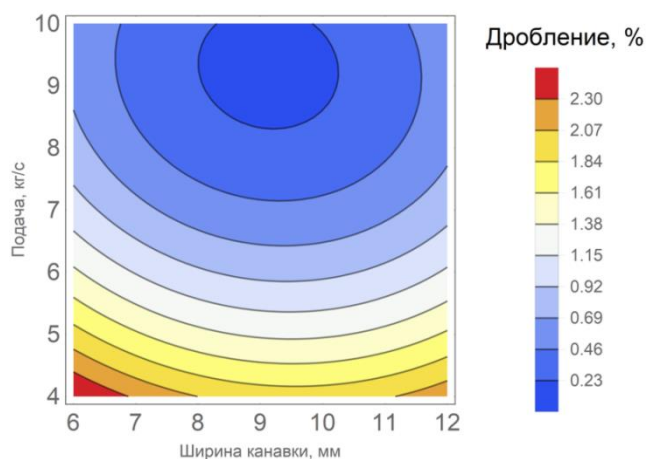


Рисунок 4.20 – Двумерное сечение зависимости содержания повреждённых маслосемян в ворохе подсолнечника от подачи корзинок $q_{\text{корз}}$ и ширины B канавки бича, мм, при частоте вращения молотильного барабана $n_6 = 200 \text{ мин}^{-1}$

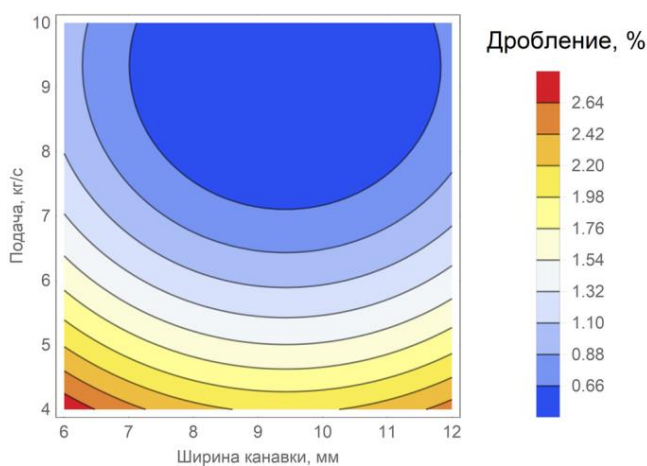


Рисунок 4.21 – Двумерное сечение зависимости содержания повреждённых маслосемян в ворохе подсолнечника от подачи корзинок $q_{\text{корз}}$ и ширины B канавки бича, мм, при $n_6 = 300 \text{ мин}^{-1}$

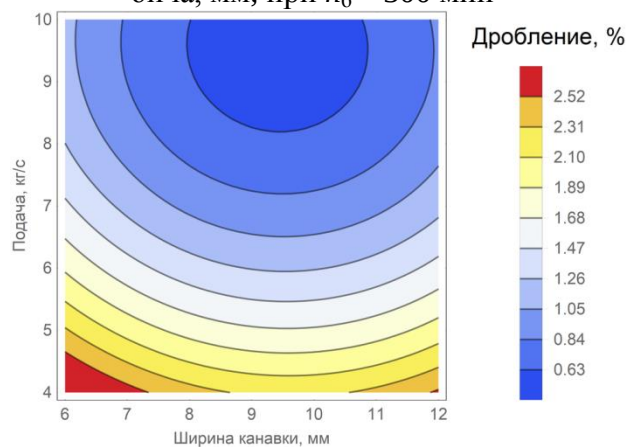


Рисунок 4.22 – Двумерное сечение зависимости содержания повреждённых маслосемян в ворохе подсолнечника

от подачи корзинок $q_{\text{корз}}$ и ширины B канавки
бича, мм, при $n_6 = 400 \text{ мин}^{-1}$

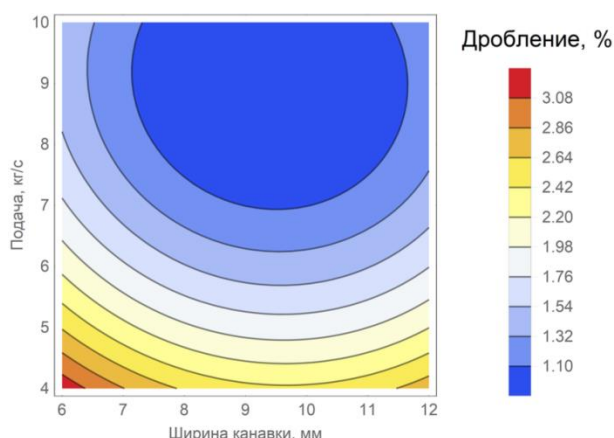


Рисунок 4.23 – Двумерное сечение зависимости содержания повреждённых маслосемян в ворохе подсолнечника от подачи корзинок $q_{\text{корз}}$ и ширины B канавки бича, мм, при $n_6 = 500 \text{ мин}^{-1}$

Графические зависимости (см. рисунок 4.24) содержания поврежденных маслосемян от подачи корзинок в молотильную камеру при частоте вращения молотильного барабана $n_6 = 200 \text{ мин}^{-1}$ построены по уравнениям:

- при ширине канавки $b_k = 6 \text{ мм}$:

$$y = 0,0688x^2 - 1,2975x + 6,745; \quad (4.8)$$

$$R^2 = 0,9768;$$

- при ширине канавки $b_k = 8 \text{ мм}$;

$$y = 0,075x^2 - 1,32x + 6,19; \quad (4.9)$$

$$R^2 = 0,9989;$$

- при ширине канавки $b_k = 10 \text{ мм}$:

$$y = 0,0625x^2 - 1,085x + 4,97; \quad (4.10)$$

$$R^2 = 0,9843;$$

- при ширине канавки $b_k = 12 \text{ мм}$:

$$y = 0,0625x^2 - 1,205x + 6,26; \quad (4.11)$$

$$R^2 = 0,987.$$

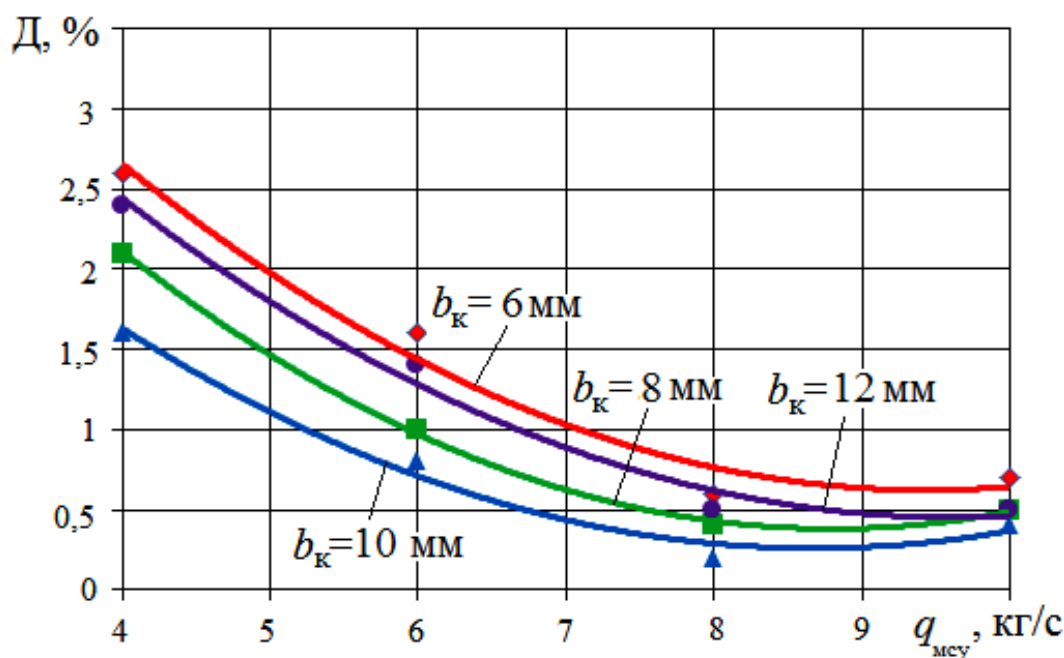


Рисунок 4.24 – Экспериментальные зависимости содержания повреждённых маслосемян D , %, в ворохе подсолнечника сорта Саратовский 20 от подачи корзинок в молотильную камеру $b_{мсу}$, кг/с, ширины канавки b_k , $n_6 = 200 \text{ мин}^{-1}$

Экспериментальные графические зависимости (см. рисунок 4.24) содержания травмируемых маслосемян в ворохе подсолнечника сорта Саратовский 20 от подачи корзинок в молотильную камеру и ширины канавки (частота вращения молотильного барабана $n_6 = 300 \text{ мин}^{-1}$) построены по уравнениям:

- при ширине канавки $b_k = 6 \text{ мм}$:

$$y = 0,0688x^2 - 1,2875x + 6,975; \quad (4.12)$$

$$R^2 = 0,9949;$$

- при ширине канавки $b_k = 8 \text{ мм}$;

$$y = 0,075x^2 - 1,32x + 6,39; \quad (4.13)$$

$$R^2 = 0,9989;$$

- при ширине канавки $b_k = 10 \text{ мм}$:

$$y = 0,0536x^2 - 0,9825x + 4,765; \quad (4.14)$$

$$R^2 = 0,9752;$$

- при ширине канавки $b_k = 12 \text{ мм}$:

$$y = 0,075x^2 - 1,43x + 7,36; \quad (4.15)$$

$$R^2 = 0,9902.$$

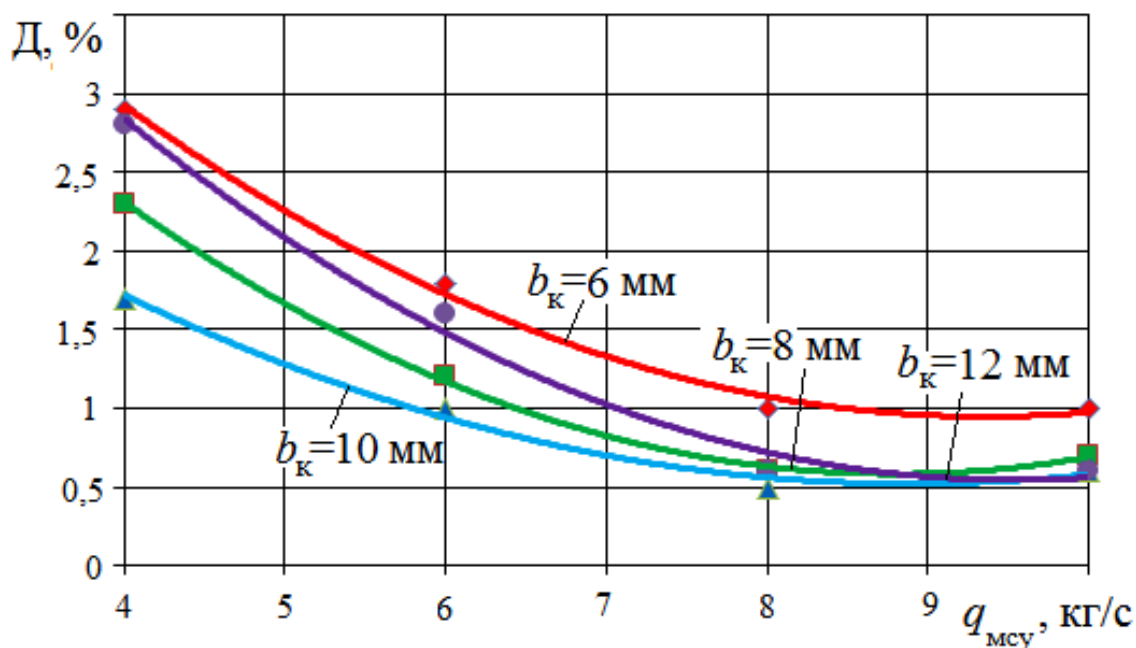


Рисунок 4.25 – Экспериментальные зависимости содержания травмируемых маслосемян D , %, в ворохе подсолнечника сорта Саратовский 20 от подачи корзинок в молотильную камеру $q_{\text{мсу}}$, кг/с, и ширины канавки b_k (частота вращения молотильного барабана $n_6 = 300 \text{ мин}^{-1}$)

Экспериментальные графические зависимости (см. рисунок 4.25) содержания травмируемых маслосемян в ворохе подсолнечника на транспортной доске, прошедших через решётку подбарабannya, построены по уравнениям:

- при ширине канавки $b_k = 6 \text{ мм}$:

$$y = 0,0688x^2 - 1,3075x + 7,215; \quad (4.16)$$

$$R = 0,9983;$$

- при ширине канавки $b_k = 8 \text{ мм}$:

$$y = 0,0563x^2 - 1,0725x + 5,795; \quad (4.17)$$

$$R = 0,9997;$$

- при ширине канавки $b_k = 10 \text{ мм}$:

$$y = 0,0563x^2 - 0,9725x + 4,845; \quad (4.18)$$

$$R = 0,9361;$$

- при ширине канавки $b_k = 12 \text{ мм}$:

$$y = 0,0625x^2 - 1,235x + 6,77; \quad (4.19)$$

$$R = 0,9937.$$

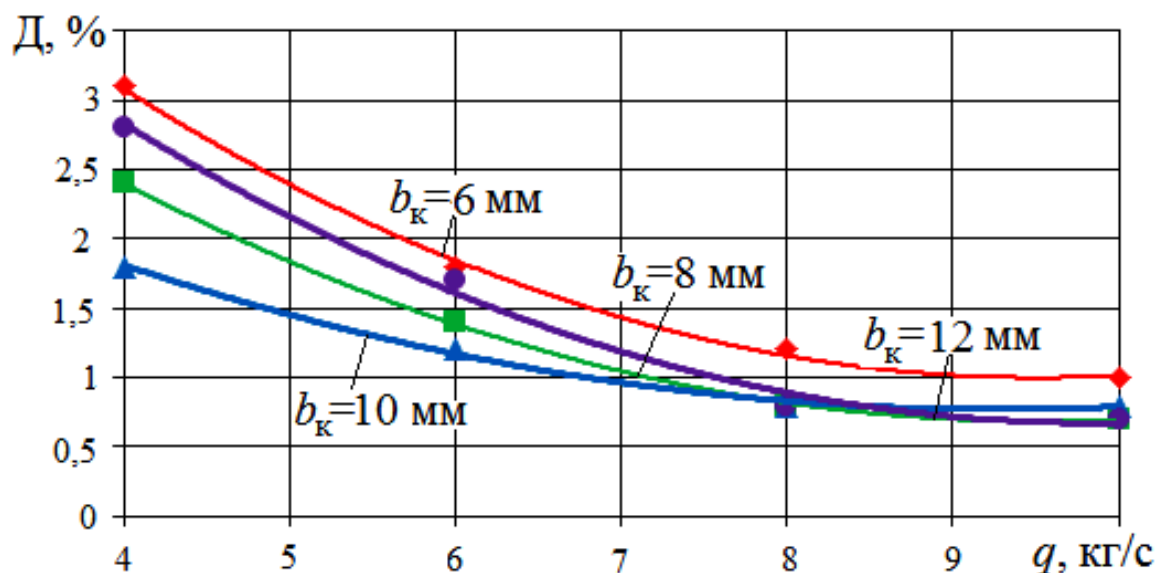


Рисунок 4.26 – Экспериментальные зависимости содержания травмируемых маслосемян D , %, в ворохе подсолнечника сорта Саратовский 20 от подачи корзинок в молотильную камеру b_{MCY} , кг/с, и ширины канавки b_k , при частоте вращения молотильного барабана $n_6 = 300 \text{ мин}^{-1}$

Экспериментальные графические зависимости (см. рисунок 4.26) содержания травмируемых маслосемян в ворохе подсолнечника на транспортной доске, прошедших через решётку подбарабannya, построены по уравнениям:

- при ширине канавки $b_k = 6 \text{ мм}$:

$$y = 0,1188x^2 - 1,9475x + 9,395; \quad (4.20)$$

$$R = 0,9998;$$

- при ширине канавки $b_k = 8 \text{ мм}$:

$$y = 0,0875x^2 - 1,395x + 6,79; \quad (4.21)$$

$$R = 0,9981;$$

- при ширине канавки $b_k = 10 \text{ мм}$:

$$y = 0,0625x^2 - 0,945x + 4,59; \quad (4.22)$$

$$R = 0,9943;$$

- при ширине канавки $b_k = 12 \text{ мм}$:

$$y = 0,125x^2 - 1,91x + 8,62; \quad (4.23)$$

$$R = 0,9947.$$

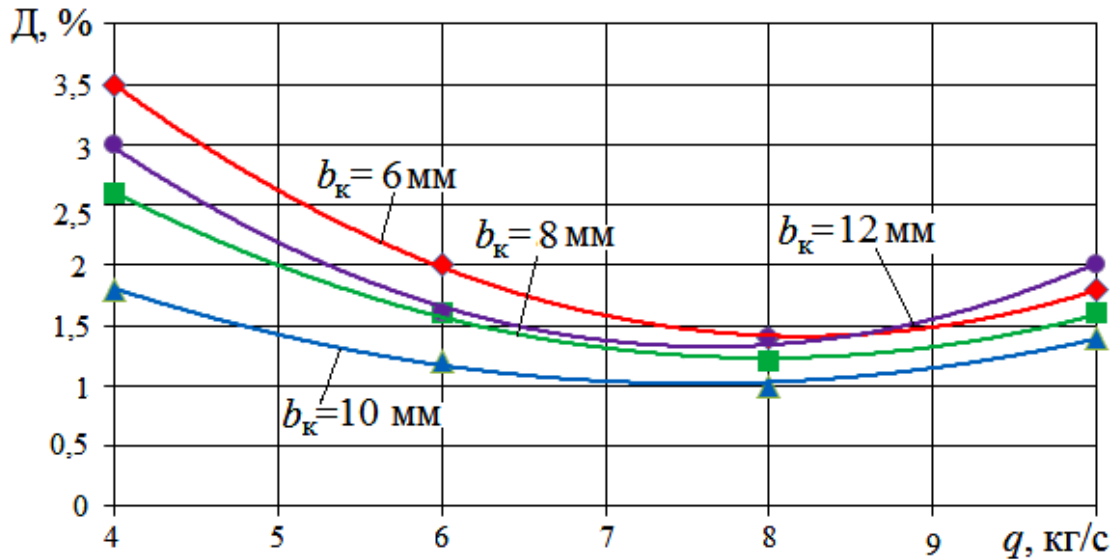


Рисунок 4.27 – Экспериментальные зависимости содержания травмируемых маслосемян D , %, в ворохе подсолнечника сорта Саратовский 20 от подачи корзинок в молотильную камеру b_{MCY} , кг/с, и ширины канавки b_k при частоте вращения молотильного барабана $n_b = 500 \text{ мин}^{-1}$

Из анализа экспериментальных зависимостей (см. рисунки 4.23–4.26) видно, что при увеличении подачи корзинок в молотильную камеру q_{MCY} от 4 до 6 кг/с содержание повреждённых маслосемян снижается с 2,65 до 0,66 % при $b_k = 6$ мм и фиксированной частоте вращения молотильного барабана $n_b = 200 \text{ мин}^{-1}$. Это объясняется тем, что с увеличением q_{MCY} за счет уплотнения обмолачиваемой массы происходит снижение ударного ускорения маслосемян $a_{уд}$. Так, при $b_k = 8$ мм максимальная повреждаемость маслосемян при подаче $q_{MCY} = 4$ кг/с составляет 2,1 %. С увеличением q_{MCY} до 6 кг/с повреждаемость снижается до 0,98 %, при $q_{MCY} = 8$ кг/с она составляет 0,42 %. При возрастании q_{MCY} до 10 кг/с повреждаемость увеличивается до 0,46 %. Это объясняется фактором сдавливания маслосемян частями корзинок и остатков стеблей.

Минимальная повреждаемость маслосемян достигается при значении $b_k = 10$ мм, что объясняется геометрической особенностью бича. Маслосемена попадают в пространство канавки, что позволяет им избежать деформации бичом и остатками стеблей. После перемещения бича маслосемена выпадают из канавки и сепарируются сквозь решётку подбарабана. Таким образом, величина $b_k = 10$ мм является наиболее рациональной.

С увеличением подачи $q_{\text{МСУ}}$ до 6 кг/с повреждаемость снижается до 0,75 %. Минимальное значение этого показателя 0,2 % установлено при $b_k = 10$ мм и $q_{\text{МСУ}} = 8$ кг/с.

Увеличение ширины канавки до 12 мм способствует повышению повреждаемости маслосемян при фиксированном значении частоты вращения барабана 200 мин^{-1} . В этом случае маслосемена выпадают из канавок бичей до момента сепарации и не успевают пройти через решётку подбарабанья. Их повреждение происходит при перемещении по обмолачиваемой массе последующего бича. Так, при $b_k = 12$ мм и подаче $q_{\text{МСУ}} = 4$ кг/с дробление составляет 2,42 %. При повышении подачи до $q_{\text{МСУ}} = 6$ кг/с оно снижается до 1,36 %. При последующем увеличении значения $q_{\text{МСУ}}$ до 8 кг/с повреждаемость уменьшается до 0,57 % и незначительно меняется до 0,52 при подаче 10 кг/с.

При анализе графических зависимостей (см. рисунки 4.24–4.27) установлено, что с увеличением частоты вращения барабана повреждаемость маслосемян повышается, что имеет место и при использовании серийных стальных бичей. Так, при $n_6 = 300 \text{ мин}^{-1}$ при аналогичных величинах подачи корзинок в молотильную камеру и значениях ширины канавки повреждаемость маслосемян увеличивается с 0,65 до 2,94 %, что составляет рост повреждаемости на 0,45 и 0,29 %.

Подобная тенденция наблюдается и при увеличении частоты вращения барабана до 400 мин^{-1} . В этом случае повреждаемость маслосемян возрастает на 0,6 и 0,51 %. Так, при ширине канавки 6 мм она составляет 3,16 %. Минимальное значение повреждаемости 0,2 % установлено при $b_k = 10$ мм и $q_{\text{МСУ}} = 8$ кг/с при частоте вращения молотильного барабана 200 мин^{-1} . При увеличении $q_{\text{МСУ}}$ до 10 кг/с повреждаемость возрастает до 0,8 %.

4.3 Влияние конструкционных и режимных параметров на содержание сорных примесей в бункерном ворохе

В соответствии с поставленными задачами и теоретическими разработками выполнены лабораторно-полевые исследования по изучению влияния конструкционных параметров и режимов работы решета с регулируемыми отверстиями на содержание сорных примесей в проходе вороха (%) и маслосемян в сходе (приложения Л, М).

Для подсолнечника сорта Саратовский 20 экспериментальные зависимости (рисунок 4.27) содержания сорных примесей в проходе вороха подсолнечника через решето с регулируемыми отверстиями от скорости воздушного потока при подачах 3 кг/с; 2,5; 2,0 и 1,5 кг/с и коэффициенте смещения отверстий $\tau = 1$ описываются уравнениями:

$$Q_2 = -0,1v_B^2 - 0,45v_B + 7,425; \quad (4.24)$$

$$Q_2 = -0,4v_B^2 + 5,8; \quad (4.25)$$

$$Q_2 = -0,1v_B^2 - 0,03v_B + 5,005; \quad (4.26)$$

$$Q_2 = -0,03v_B^2 - 0,323v_B + 5,1805. \quad (4.27)$$

Экспериментальные графические зависимости (рисунок 4.28) схода маслосемян подсолнечника q_3 с решёта от скорости воздушного потока v_B при подаче 3, кг/с; 2,5; 2,0 и 1,5 кг/с описываются уравнениями:

$$q_3 = 0,3v_B^2 + 1,91v_B + 2,215; \quad (4.28)$$

$$q_3 = -0,5v_B^2 + 5,55v_B - 3,675; \quad (4.29)$$

$$q_3 = -0,3v_B^2 - 1,11v_B + 0,035; \quad (4.30)$$

$$q_3 = 2,4v_B - 2,15. \quad (4.31)$$

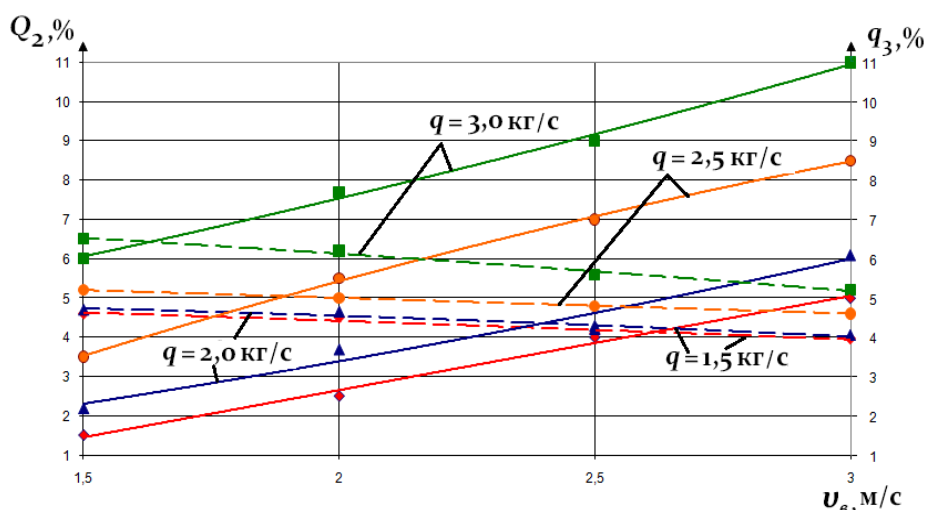


Рисунок 4.28 – Экспериментальные зависимости содержания сорных примесей Q_2 , %, в проходе вороха подсолнечника сорта Саратовский 20 и маслосемян q_3 , %, в сходе с решёта с регулируемыми отверстиями от подачи q , кг/с, и скорости воздушного потока v_B , м/с:

——— — количество маслосемян в сходе с решета;
 - - - - - — содержание маслосемян в проходе с решета

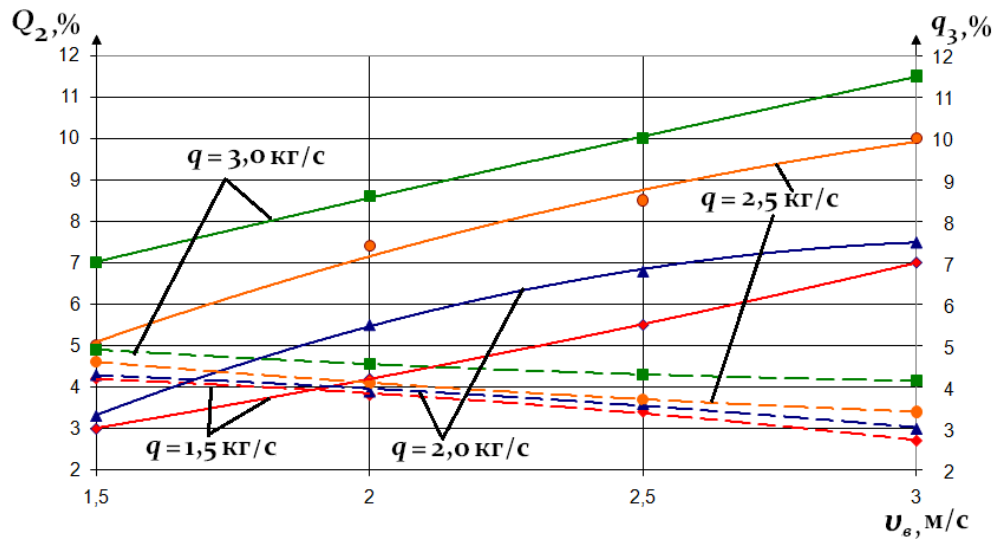


Рисунок 4.29 – Экспериментальные зависимости содержания сорных примесей $Q_2, \%$, в проходе вороха подсолнечника сорта Саратовский 20 и маслосемян $q_3, \%$, в сходе с решёта с регулируемыми отверстиями от подачи $q, \text{кг/с}$, и скорости воздушного потока $v_{\text{в}}, \text{м/с}$:

— — количество маслосемян в сходе с решета;
 - - - - - содержание маслосемян в проходе с решета

Анализ экспериментальных зависимостей (см. рисунок 4.29) для сорта Саратовский 20 показывает, что при постоянном значении $q = 1,5 \text{ кг/с}$ и увеличении скорости воздушного потока $v_{\text{в}}$ от 1,5 до 3 м/с содержание сорных примесей Q_2 в проходе снижается с 4,62 до 3,95 %. Это объясняется тем, что в результате уменьшения числа слоёв маслосемян на решете и увеличении скорости воздушного потока, проходящего через регулируемые отверстия, происходит выдувание сорных примесей. При аналогичных значениях q и $v_{\text{в}}$ сход маслосемян с решёта увеличивается от 1,5 до 5 % к общей массе вороха.

Для подсолнечника сорта Саратовский 20 зависимости содержания сорных примесей в проходе вороха $Q_2 (\%)$ через решето с регулируемыми отверстиями от скорости воздушного потока $v_{\text{в}}$ при подачах 3,0 кг/с; 2,5; 2,0 и 1,5 кг/с и коэффициенте смещения отверстий $\tau = 0,85$ описываются уравнениями:

$$Q_2 = 0,2v_{\text{в}}^2 - 1,4v_{\text{в}} + 6,55; \quad (4.32)$$

$$Q_2 = 0,2v_{\text{в}}^2 - 1,7v_{\text{в}} + 6,7; \quad (4.33)$$

$$Q_2 = -0,2v_{\text{в}}^2 + 0,06v_{\text{в}} + 4,64; \quad (4.34)$$

$$Q_2 = -0,3v_{\text{в}}^2 + 0,37v_{\text{в}} + 4,305. \quad (4.35)$$

Экспериментальные графические зависимости схода маслосемян подсолнечника q_3 с решёта от скорости воздушного потока v_b при подачах 3,0 кг/с; 2,5; 2,0 и 1,5 кг/с описываются уравнениями:

$$q_3 = -0,1v_b^2 + 3,43v_b + 2,095; \quad (4.36)$$

$$q_3 = -0,9v_b^2 + 7,27v_b + 3,795; \quad (4.37)$$

$$q_3 = -1,5v_b^2 + 9,53v_b - 7,605; \quad (4.38)$$

$$q_3 = 0,3v_b^2 + 1,31v_b + 0,365. \quad (4.39)$$

Уменьшение τ до значения 0,85 для сорта Саратовский 20 характеризуется снижением сорных примесей в проходе решета за счёт уменьшения площади регулируемых отверстий (рисунок 4.29). При скорости воздушного потока 3 м/с и уменьшении подачи с 3,0 до 1,5 кг/с содержание сорных примесей в проходе вороха подсолнечника снижается с 3,95 до 3,18 %.

Для подсолнечника сорта Саратовский 20 зависимости содержания сорных примесей в проходе вороха Q_2 через решето с регулируемыми отверстиями от скорости воздушного потока v_b при подачах 3,0 кг/с; 2,5; 2,0, 1,5 кг/с и коэффициенте смещения отверстий $\tau = 0,7$ описываются уравнениями:

$$Q_2 = -0,2v_b^2 + 0,18v_b + 4,77; \quad (4.40)$$

$$Q_2 = 0,05v_b^2 - 1,095v_b + 5,9575; \quad (4.41)$$

$$Q_2 = 0,34v_b^2 - 2,638v_b + 7,448; \quad (4.42)$$

$$Q_2 = 0,2v_b^2 - 2,1v_b + 6,8. \quad (4.43)$$

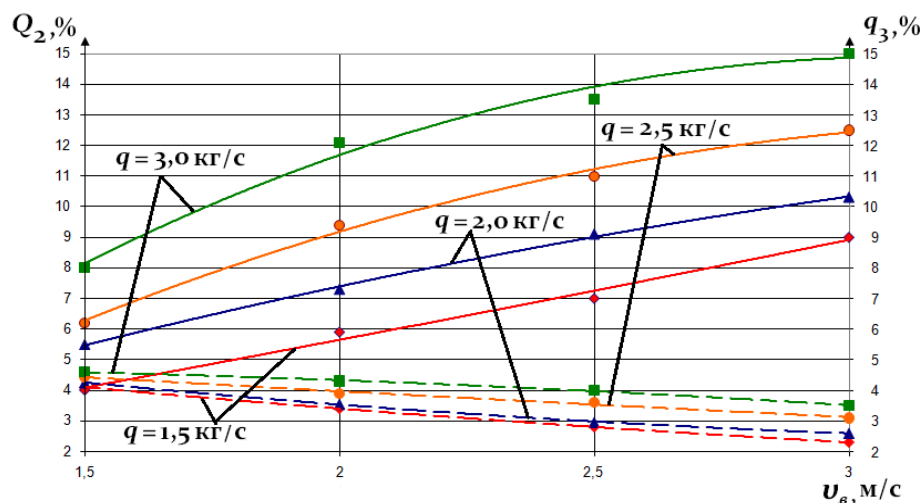


Рисунок 4.30 – Экспериментальные зависимости содержания сорных примесей Q_2 , %, в проходе вороха подсолнечника сорта Саратовский 20 и маслосемян q_3 , %, в сходе с решёта с регулируемыми отверстиями от подачи q , кг/с, и скорости воздушного потока v_b , м/с:
 ————— — количество маслосемян в сходе с решета;
 - - - - - — содержание маслосемян в проходе с решета

Экспериментальные графические зависимости (см. рисунок 4.30) схода маслосемян подсолнечника q_3 с решёта от скорости воздушного потока v_b при различных подачах (3,0; 2,5; 2,0 и 1,5 кг/с) описываются уравнениями:

$$q_3 = -2,6v_b^2 + 16,18v_b - 10,28; \quad (4.44)$$

$$q_3 = -1,7v_b^2 + 11,75v_b - 7,525; \quad (4.45)$$

$$q_3 = -0,6v_b^2 + 5,94v_b - 2,09; \quad (4.46)$$

$$q_3 = 0,1v_b^2 + 2,77v_b - 0,295. \quad (4.47)$$

Для подсолнечника сорта Саратовский 20 содержание сорных примесей в проходе вороха Q_2 через решето с регулируемыми отверстиями от скорости воздушного потока v_b при подачах 3,0 кг/с; 2,5; 2,0 и 1,5 кг/с и коэффициенте смещения отверстий $\tau = 0,58$ описываются уравнениями:

$$Q_2 = 0,15v_b^2 - 1,385v_b + 5,2475; \quad (4.48)$$

$$Q_2 = 0,05v_b^2 - 0,855v_b + 4,3175; \quad (4.49)$$

$$Q_2 = -0,05v_b^2 + 0,385v_b + 3,6475; \quad (4.50)$$

$$Q_2 = -0,1v_b^2 - 0,09v_b + 3,065. \quad (4.51)$$

Экспериментальные графические зависимости (рисунок 4.30) схода маслосемян подсолнечника q_3 с решёта от скорости воздушного потока v_b при различных подачах (3,0 кг/с; 2,5; 2,0 и 1,5 кг/с) описываются уравнениями:

$$q_3 = 0,5v_b^2 + 5,55v_b + 6,825; \quad (4.52)$$

$$q_3 = 0,1v_b^2 + 3,43v_b - 3,095; \quad (4.53)$$

$$q_3 = -1^2v_b + 7,5v_b - 2,0; \quad (4.54)$$

$$q_3 = 0,4v_b^2 + 1,44v_b + 2,46. \quad (4.55)$$

С уменьшением коэффициента τ до 0,58 и при минимальной подаче вороха подсолнечника, равной 1,5 кг/с, сорта Саратовский 20 содержание сорных примесей в проходе через решето снижается до минимума 1,89 % (рисунок 4.30). При этих значениях τ и q количество маслосемян в сходе с решёта с регулируемыми отверстиями достигает максимума и составляет 10,4 %. Таким образом, оптимальным значением коэффициента смещения отверстий τ решета с регулируемыми от-

верстиями с учётом величин схода маслосемян для сорта подсолнечника Саратовский 20 следует считать 0,85.

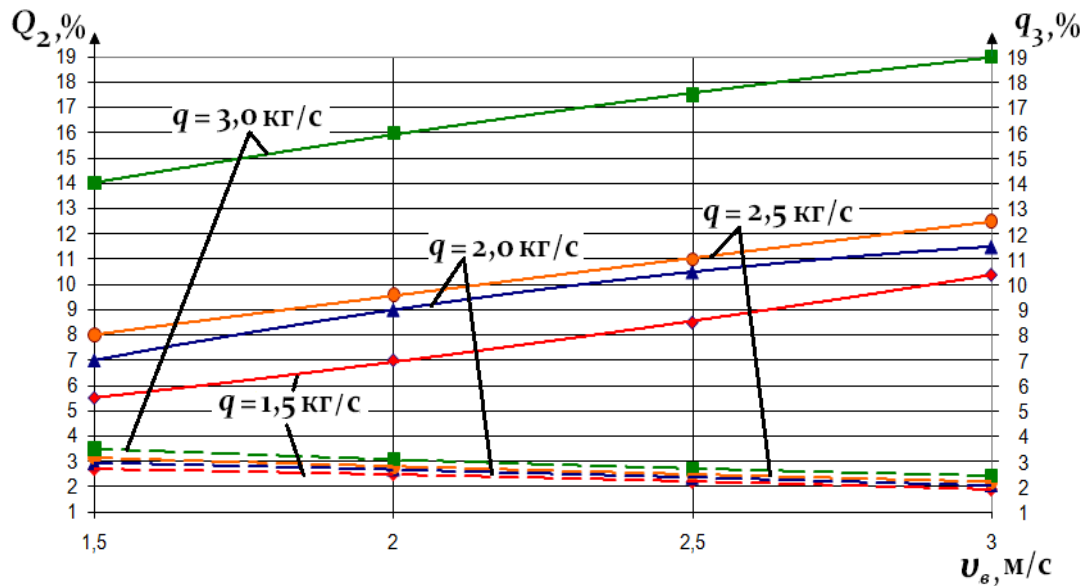


Рисунок 4.31 – Экспериментальные зависимости содержания сорных примесей $Q_2, \%$, в проходе вороха подсолнечника и маслосемян $q_3, \%$, в сходе с решёта с регулируемыми отверстиями от подачи $q, \text{кг/с}$, и скорости воздушного потока $v_{\text{в}}, \text{м/с}$
 ————— — количество маслосемян в сходе с решета;
 - - - - - — содержание маслосемян в проходе с решета

В результате экспериментальных исследований и с учётом теоретических предпосылок построены экспериментальные и теоретические зависимости (рисунки 4.32–4.35) содержания сорных примесей в проходе вороха подсолнечника сорта Саратовский 20 от его подачи (1,5 кг/с; 2,0; 2,5; и 3 кг/с) и скорости воздушного потока $v_{\text{в}}$ при коэффициенте смещения отверстий $\tau = 1$.

Анализ зависимостей (см. рисунок 4.32) подтверждает теоретические выводы о том, что на снижение содержания сорных примесей в проходе вороха через решето с регулируемыми отверстиями оказывают влияние подача вороха на решето q и скорость воздушного потока $v_{\text{в}}$. С уменьшением подачи вороха на решето уменьшается количество слоёв маслосемян и происходит равномерное распределение вороха по поверхности решета. При этом большее число примесей выдувается под воздействием воздушного потока.

Для изучения влияния коэффициента смещения отверстий τ исследуемого решета на содержание сорных примесей в проходе были выполнены экспериментальные исследования для сорта Саратовский 20 при различных значениях

подачи q и скорости воздушного потока v_b . В итоге были получены экспериментальные зависимости при τ , равном 0,85, 07 и 0,58, которые графически представлены на рисунках 4.32– 4.36.

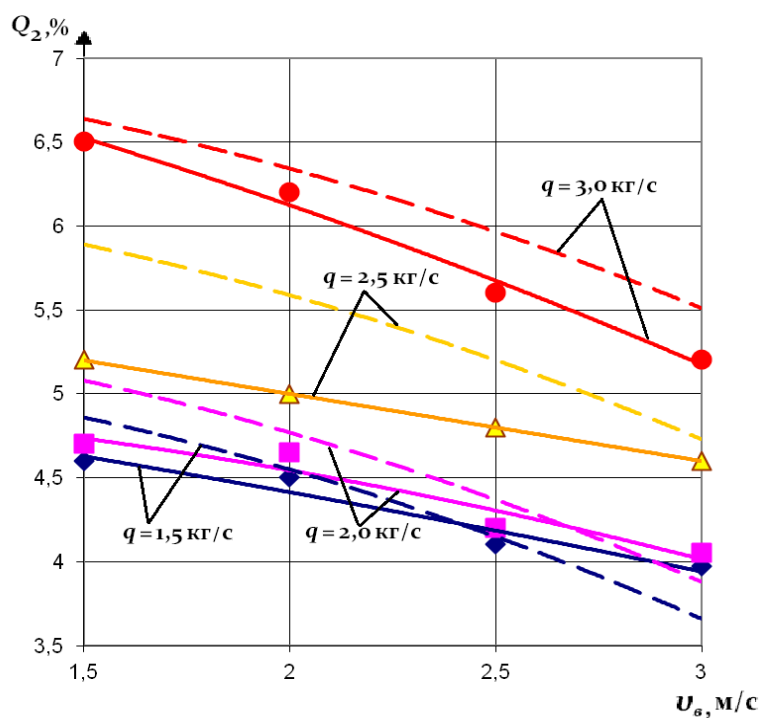


Рисунок 4.32 – Зависимости содержания сорных примесей $Q_2, \%$, в ворохе подсолнечника сорта Саратовский 20 от его подачи $q, \text{кг/с}$, и скорости воздушного потока $v_b, \text{м/с}$ ($\tau = 1$):
 ———— — экспериментальные; ———— — теоретические

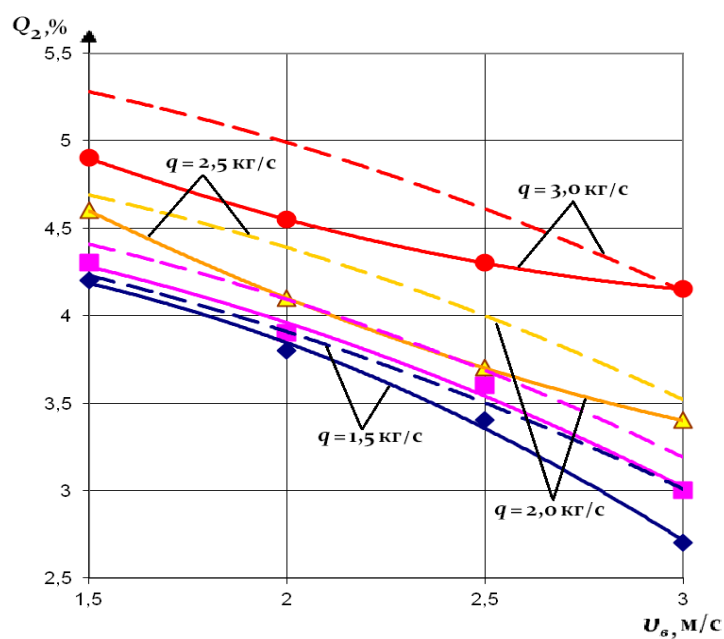


Рисунок 4.33 – Зависимости содержания сорных примесей $Q_2, \%$, в ворохе подсолнечника сорта Саратовский 20 от его подачи $q, \text{кг/с}$, и скорости воздушного потока $v_b, \text{м/с}$ ($\tau = 0,85$):
 ———— — экспериментальные; ———— — теоретические

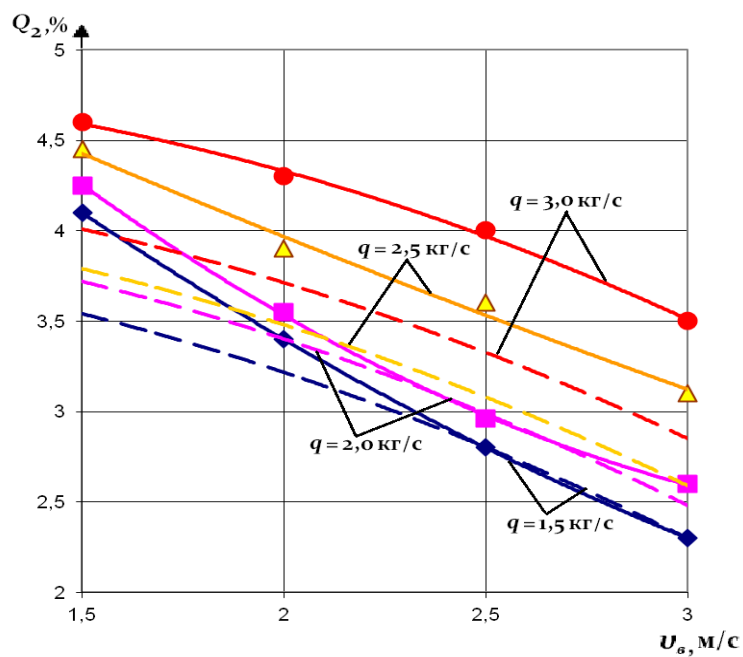


Рисунок 4.34 – Зависимости содержания сорных примесей $Q_2, \%$, в ворохе подсолнечника сорта Саратовский 20 от его подачи $q, \text{кг/с}$, и скорости воздушного потока $v_a, \text{м/с}$ ($\tau = 0,7$):
 ———— — экспериментальные; — — — — — теоретические

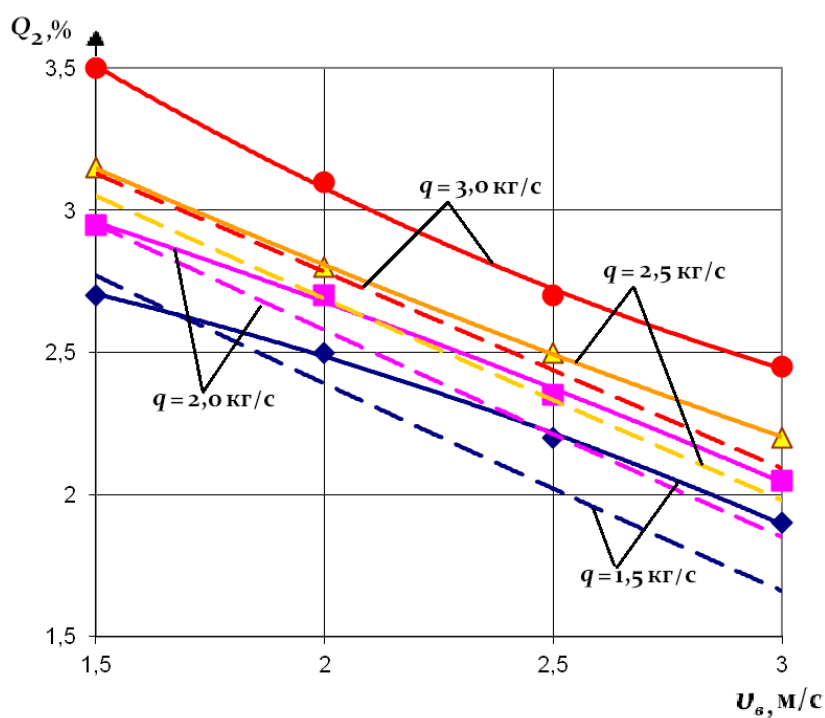


Рисунок 4.35 – Зависимости содержания сорных примесей $Q_2, \%$, в ворохе подсолнечника сорта Саратовский 20 от его подачи $q, \text{кг/с}$, и скорости воздушного потока $v_a, \text{м/с}$ ($\tau = 0,58$):
 ———— — экспериментальные; — — — — — теоретические

Анализ полученных зависимостей показывает, что на содержание сорных примесей в проходе решета с регулируемыми отверстиями влияет коэффициент смещения τ . Так, при $\tau = 1$ сорных примесей в проходе Q_2 содержится 3,97 %. С уменьшением τ до 0,85 происходит снижение Q_2 до 2,7 %. При $\tau = 0,7$ Q_2 достигает 2,3 %, а при $\tau = 0,58$ – 1,9 %. Выполненное сравнение теоретических и экспериментальных зависимостей содержания сорных примесей в проходе вороха подсолнечника от подачи на решето с регулируемыми отверстиями, скорости воздушного потока и различных значений коэффициента смещения отверстий позволяет утверждать, что расхождение теоретических и экспериментальных данных не превышает 5 %.

Аналогичные экспериментальные исследования были выполнены для подсолнечника сорта Лакомка. Получены графические зависимости (рисунки 4.36–4.39) содержания сорных примесей в проходе вороха подсолнечника через решето с регулируемыми отверстиями и схода маслосемян с решёта от скорости воздушного потока при подачах q 3,0 кг/с; 2,5; 2,0 и 1,5 кг/с и коэффициенте смещения отверстий регулируемого решета τ 1,0; 0,85; 0,7 и 0,58.

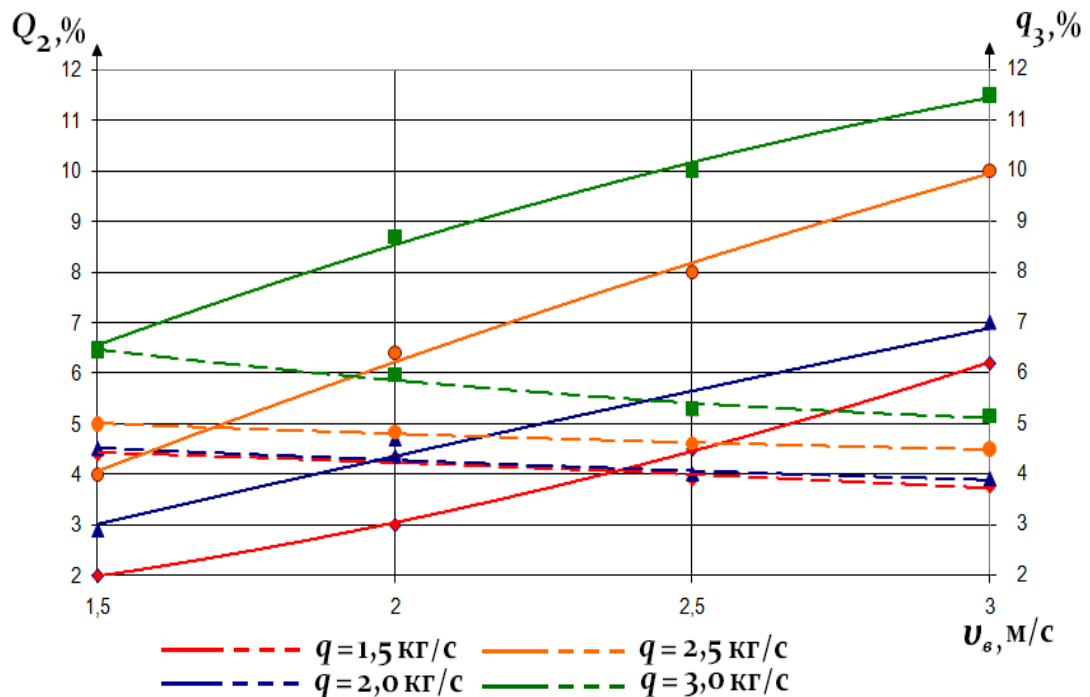


Рисунок 4.36 – Экспериментальные зависимости содержания сорных примесей Q_2 в проходе вороха подсолнечника сорта Лакомка от скорости воздушного потока $v_{\text{в}}$ при $\tau = 1$

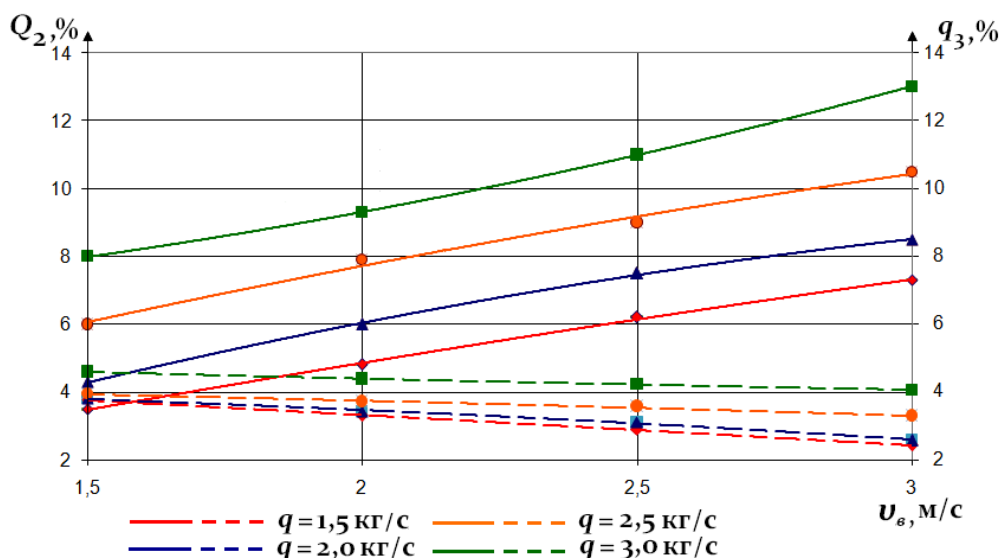


Рисунок 4.37 – Экспериментальные зависимости содержания сорных примесей Q_2 в проходе вороха подсолнечника сорта Лакомка от скорости воздушного потока v_b при $\tau = 0,85$

Анализ полученных зависимостей (см. рисунок 4.37) показывает, что при $\tau = 0,85$, минимальном значении $q = 1,5$ кг/с и увеличении скорости воздушного потока v_b от 1,5 до 3,0 м/с содержание сорных примесей в проходе решета Q_2 уменьшается с 4,19 до 2,97 %, а сход маслосемян q_3 с решета увеличивается с 3,5 до 7,3 %. Это можно объяснить сокращением площади регулируемых отверстий.

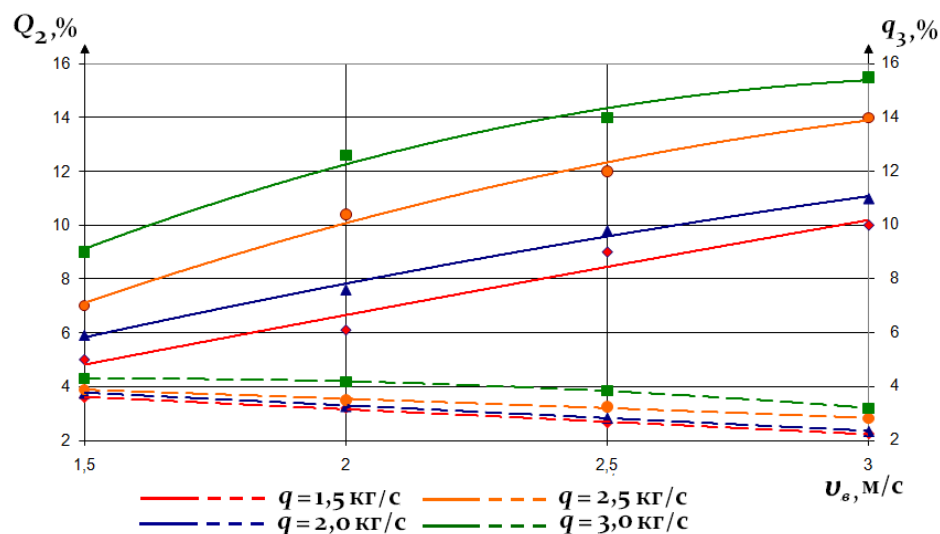


Рисунок 4.38 – Экспериментальные зависимости содержания сорных примесей Q_2 в проходе вороха подсолнечника сорта Лакомка от скорости воздушного потока v_b при $\tau = 0,7$
 ———— — количество маслосемян в сходе с решета;
 - - - - - содержание маслосемян в проходе с решета

Анализ полученных зависимостей показывает, что при минимальном значении подачи $q = 1,5$ кг/с и увеличении скорости воздушного потока с 1,5 до 3,0 м/с наблюдается снижение содержания сорных примесей в проходе решета с 3,5 до 2,26 % (см. рисунок 4.38). Сход маслосемян с решета q_3 при $q = 1,5$ кг/с и изменении v_v с 1,5 до 3 м/с возрастает с 2,0 до 6,2 %, что объясняется воздействием воздушного потока на маслосемена.

При этой же подаче и аналогичных пределах изменения скорости воздушного потока увеличивается сход маслосемян с решета от 5 до 10 %.

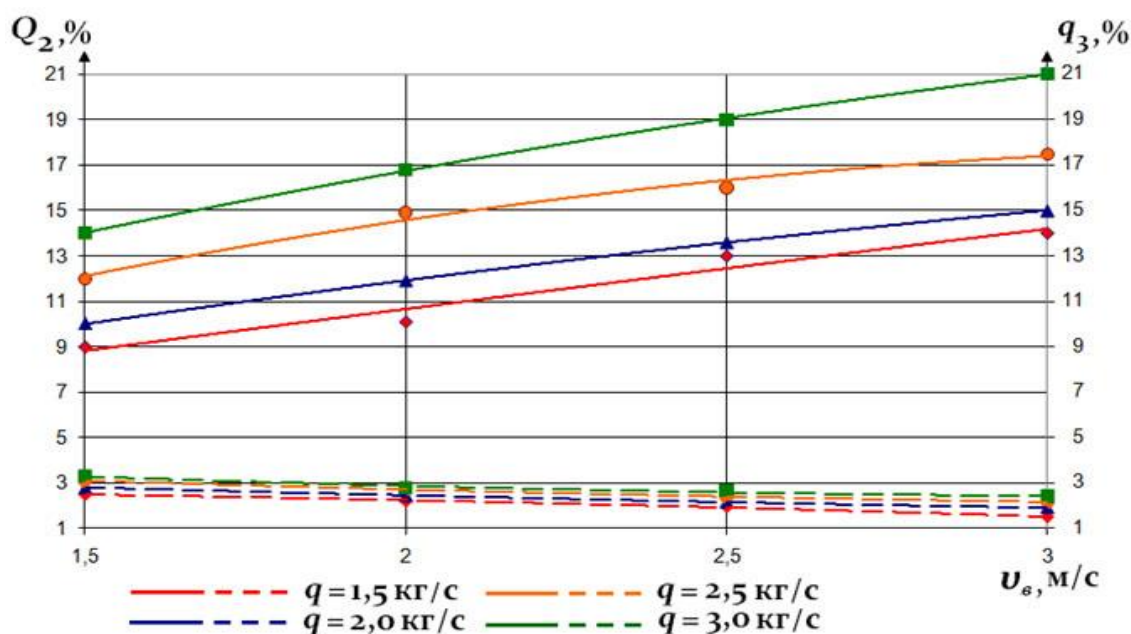


Рисунок 4.39 – Экспериментальные зависимости содержания сорных примесей Q_2 в проходе вороха подсолнечника сорта Лакомка от скорости воздушного потока v_v при $\tau = 0,58$
 ———— — количество маслосемян в сходе с решета;
 - - - - - содержание маслосемян в проходе с решета

Графические зависимости содержания сорных примесей в проходе вороха подсолнечника через решето с регулируемыми отверстиями и схода маслосемян с решета от скорости воздушного потока при подачах 1,5 кг/с; 2,0; 2,5 и 3,0 кг/с и коэффициенте смещения отверстий регулируемого решета $\tau = 0,58$ представлены на рисунке 4.39. Их анализ показывает, что при $q = 1,5$ кг/с и увеличении скорости воздушного потока с 1,5 до 3,0 м/с содержание сорных примесей в проходе вороха подсолнечника через решето с регулируемыми отверстиями снижается с 2,73 до 1,64 %, а сход маслосемян с решета увеличивается с 9 до 14 %.

Подобные экспериментальные исследования были проведены для сорта подсолнечника Донской. В результате были получены графические зависимости содержания сорных примесей в проходе вороха подсолнечника через решето с регулируемыми отверстиями от скорости воздушного потока при подаче 1,5 кг/с; 2,0; 2,5 и 3,0 кг/с и коэффициенте τ смещения отверстий регулируемого решёта 1,0; 0,85; 0,7 и 0,58, которые представлены на рисунках 4.40–4.43.

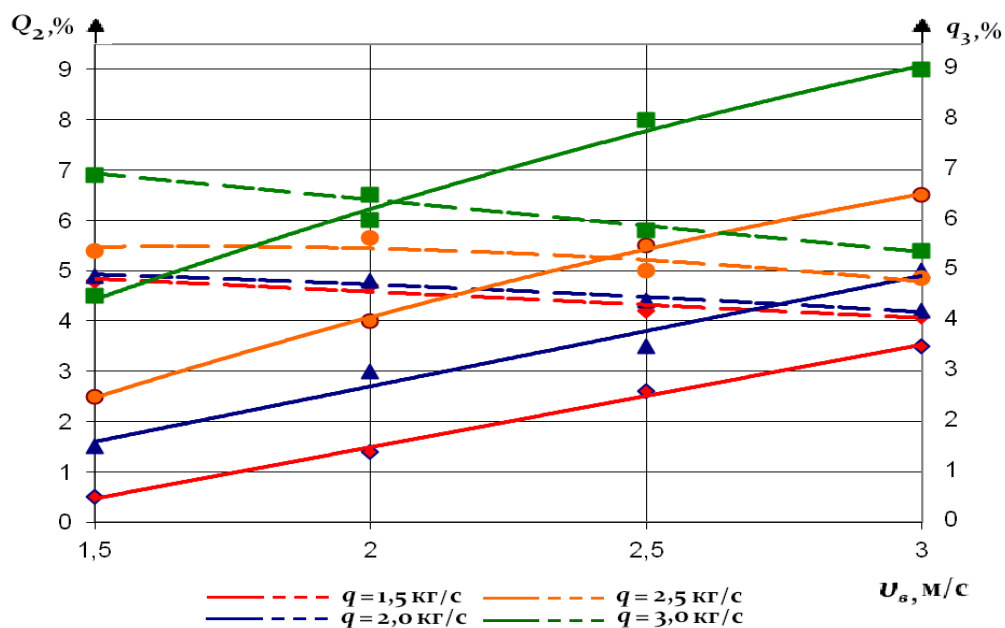


Рисунок 4.39 – Экспериментальные зависимости содержания сорных примесей Q_2 в проходе вороха подсолнечника сорта Донской от скорости воздушного потока v_b и $\tau = 1,0$

— — количество маслосемян в сходе с решета;
 - - - - - содержание маслосемян в проходе с решета

Результаты экспериментальных исследований на подсолнечнике сорта Донской свидетельствуют о том, что коэффициент смещения отверстий τ оказывает значительное влияние на содержание сорных примесей в проходе решёта с регулируемыми отверстиями. При $\tau = 1$, подаче вороха $q = 1,5$ кг/с и скорости воздушного потока $v_b = 3,5$ м/с содержание сорных примесей в проходе Q_2 составляет 6,97 %. Это объясняется выдувом маслосемян воздушным потоком с поверхности решета.

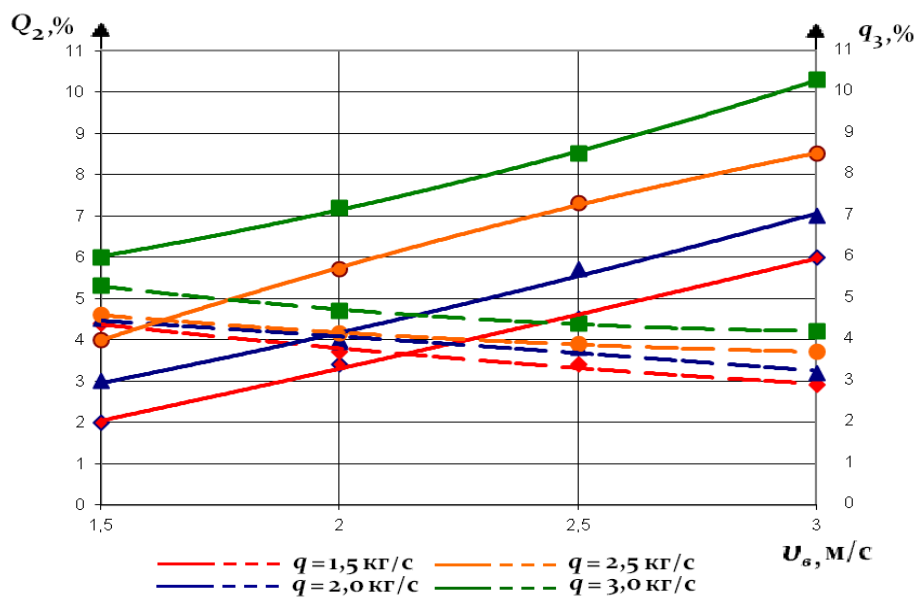


Рисунок 4.40 – Экспериментальные зависимости содержания сорных примесей Q_2 в проходе вороха подсолнечника сорта Донской от скорости воздушного потока U_a при $\tau = 0,85$
 — — — — — количество маслосемян в сходе с решета;
 — — — — — содержание маслосемян в проходе с решета

С уменьшением τ до 0,85, происходит снижение показателя сорности до 5,57 % при фиксированных значениях $q = 1,5$ кг/с и скорости воздушного потока $U_a = 3,5$ м/с. При $\tau = 0,7$ Q_2 достигает 2,3 %, а при $\tau = 0,58$ – 1,9 %. Снижение сорности обусловлено уменьшением регулируемых отверстий.

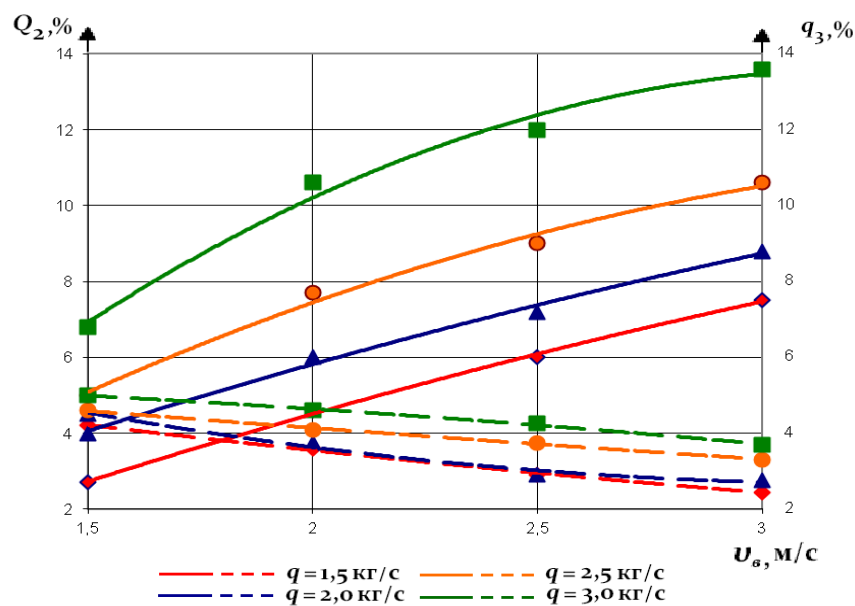


Рисунок 4.41 – Экспериментальные зависимости содержания сорных примесей Q_2 в проходе вороха подсолнечника сорта Донской от скорости воздушного потока U_a при $\tau = 0,7$
 — — — — — количество маслосемян в сходе с решета;
 — — — — — содержание маслосемян в проходе с решета

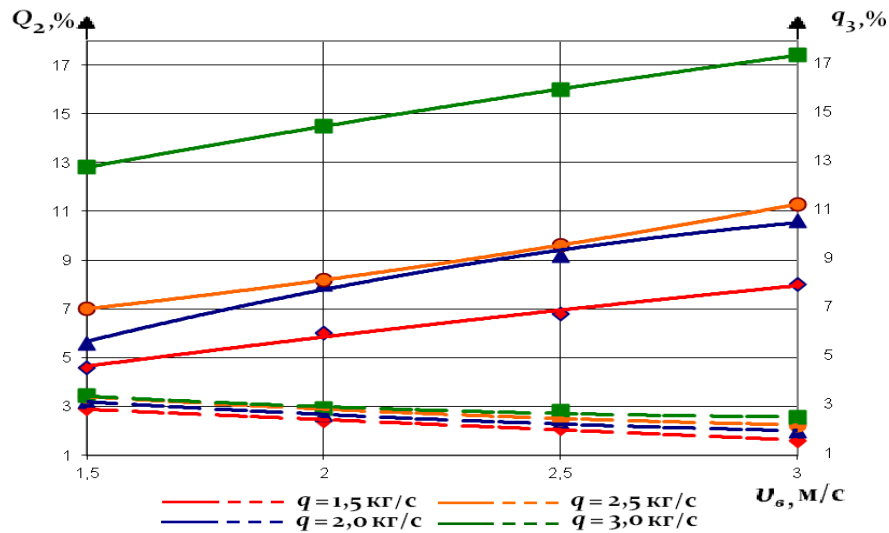


Рисунок 4.42 – Экспериментальные зависимости содержания сорных примесей Q_2 в проходе вороха подсолнечника сорта Донской от скорости воздушного потока v_b при $\tau = 0,58$
 ———— — количество маслосемян в сходе с решета;
 - - - - - — содержание маслосемян в проходе с решета

Выполненное сравнение теоретических и экспериментальных зависимостей содержания сорных примесей в проходе вороха подсолнечника от подачи на решето с регулируемыми отверстиями, скорости воздушного потока и различных значениях коэффициента смещения отверстий позволяет утверждать, что расхождение теоретических и экспериментальных данных не превышает 5 %.

При $\tau = 0,58$, подаче $q = 1,5$ кг/с и скорости воздушного потока $v_b = 3$ м/с сорных примесей содержится 1,86 %. При $\tau = 0,58$ содержание сорных примесей $Q_2 = 2,24$ %. При $\tau = 0,85$ и $\tau = 1,0$ –соответственно 2,43 и 2,76 %.

При коэффициенте смещения $\tau = 0,7$, величине подачи $q = 1,5$ кг/с и увеличении скорости воздушного потока с 1,5 до 3,0 м/с количество сорных примесей уменьшается с 4,2 до 2,45 % (см. рисунок 4.41). При этом же значении подачи и аналогичных пределах изменения скорости воздушного потока сход маслосемян с решета увеличивается с 2,7 до 7,5 %.

Графические зависимости содержания сорных примесей в проходе вороха подсолнечника через решето с регулируемыми отверстиями и схода маслосемян с решета от скорости воздушного потока при подачах 1,5 кг/с; 2,0; 2,5 и 3,0

кг/с и коэффициенте смещения отверстий регулируемого решета $\tau = 0,58$ представлены на рисунке 4.42. Их анализ показывает, что при $q = 1,5$ кг/с и увеличении скорости воздушного потока с 1,5 до 3,0 м/с содержание сорных примесей в проходе вороха подсолнечника через решето с регулируемыми отверстиями снижается с 2,9 до 1,6 %, а сход маслосемян с решета увеличивается с 4,6 до 8 %. В итоге оптимальным значением коэффициента смещения отверстий решета с регулируемыми отверстиями для подсолнечника сорта Донской с учётом величин схода маслосемян следует считать 0,58.

4.4 Выводы

1. Выполненные экспериментальные исследования охватывают комплекс основных конструкционных и режимных параметров технологического процесса зерноуборочного комбайна при уборке подсолнечника. Реализация разработанной программы исследования позволила получить экспериментальные зависимости и математические модели для потерь маслосемян за жаткой, повреждения маслосемян в молотильно-сепарирующем устройстве и содержания сорных примесей в проходе вороха подсолнечника через решето с регулируемыми отверстиями.

2. Для зерноуборочного комбайна для уборки подсолнечника основным режимным параметром является показатель кинематического режима. На величину потерь маслосемян за жаткой значительное влияние оказывают также параметры шнека-мотовила: ширина навивки, длина отсекателя и угол наклона его рабочей части к основанию, зазоры между крайней точкой кромки отсекателя и навивкой шнека жатки, крайней точкой кромки отсекателя и плоскостью режущего аппарата. На повреждаемость маслосемян в молотильно-сепарирующем устройстве существенно влияют ширина канавки бича из материалов с упругими свойствами и частота вращения барабана. Количество сорных примесей в ворохе подсолнечника зависит от величины смещения отверстий решета с регулируемыми отверстиями и скорости воздушного потока.

3. Установлены рекомендуемые параметры шнека-мотовила, обеспечивающие плавный захват стеблестоя подсолнечника с минимальными потерями маслосемян. Длина отсекаателя составляет 0,34 м; ширина навивки 0,15 м; угол наклона рабочей части отсекаателя к его основанию 140° ; зазор между крайней точкой отсекаателя и навивкой шнека 0,025 м; зазор между крайней точкой кромки отсекаателя и плоскостью режущего аппарата 0,025 м; коэффициент кинематического режима 1,7.

4. Определены оптимальные параметры молотильного аппарата для обмола корзинок подсолнечника, позволяющие снизить повреждаемость маслосемян до 0,4 % с недомолотом 0,2–1,6 %, с бичами из полиуретана марки СКУ-ПФЛ-100 с твёрдостью по шкале Шора 910 ед. с шириной канавки 10 мм и частоте вращения барабана 200 мин^{-1} .

5. Получены оптимальные параметры решета с регулируемыми отверстиями, устанавливаемого в систему очистки зерноуборочного комбайна и обеспечивающего снижение сорности вороха в бункере при уборке подсолнечника. Коэффициент смещения отверстий составляет 0,85 для сорта Лакомка, 0,7 для сорта Саратовский 20 и 0,58 для сорта Донской при скорости воздушного потока 3,0 м/с, длине решета 0,99 м и количестве гофр 30.

5 РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ И ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ РАЗРАБОТАННЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

5.1 Основные технологические показатели производственных испытаний

По результатам теоретических и экспериментальных исследований был изготовлен производственный образец шнека-мотовила (рисунок 5.1). Он представляет собой трубный вал диаметром 0,32 м с двусторонней навивкой шириной 0,15 м. Перпендикулярно поверхности трубного вала жестко установлены отсекатели Г-образной формы с углом наклона рабочей части к основанию 140° . Длина отсекателей 0,34 м.



Рисунок 5.1 – Производственный образец
шнека-мотовила

При монтаже шнека-мотовила на жатку ЖВС-5 вместо лопастного мотовила выдерживали зазоры 0,025 м между крайней точкой отсекателя и навивкой шнека жатки и между крайней точкой отсекателя и плоскостью режущего аппарата. Общий вид комбайна с жаткой, оснащенной шнеком-мотовилом, представлен на рисунке 5.2.

Жатка была также оборудована стеблеподъемниками для разделения стеблестоя (рисунок 5.3).



Рисунок 5.2 – Комбайн «Нива-Эффект» с жаткой, оснащенной шнеком-мотовилом



Рисунок 5.3 – Работа жатки со шнеком-мотовилом и стеблеподъемниками в полевых условиях

Бичи молотильного аппарата были изготовлены из полиуретана твердостью по шкале Шора 90 ед. Ширина канавки и рифа 10 мм.

Решето с круглыми регулируемыми отверстиями было изготовлено из стали 40. Диаметр отверстий 12 мм. Регулировка решета показана на рисунке 5.4, а его установка в систему очистки комбайна – на рисунке 5.5.

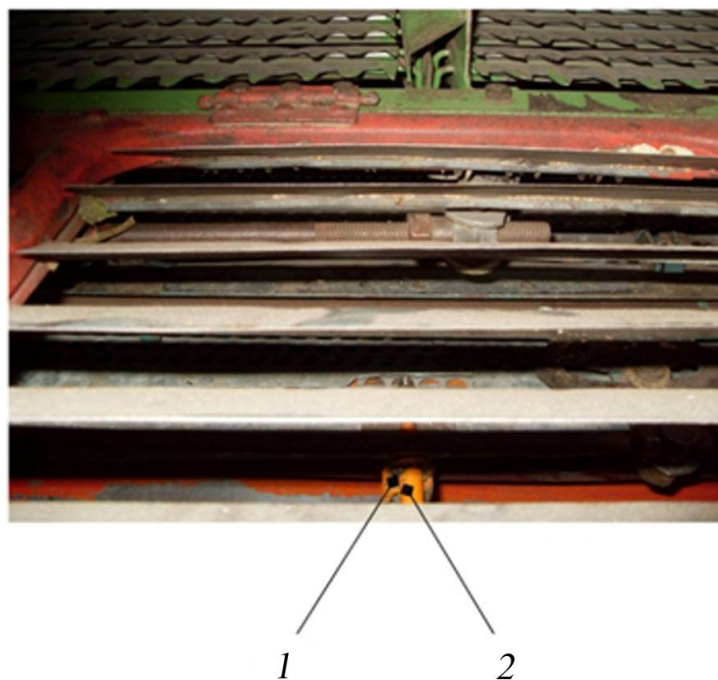


Рисунок 5.4 – Регулировка решета : 1– упор с резьбой;
2 – регулировочный винт



Рисунок 5.5 – Установка решета с регулируемыми отверстиями
в систему очистки комбайна: 1 – верхнее решето; 2 – нижнее решето;
3 – кронштейн для крепления решета с регулируемыми отверстиями;
4 – решето с регулируемыми отверстиями; 5 – днище корпуса нижнего стана;
6 – направляющая воздушного фартука вентилятора

Производственные испытания шнека-мотовила и решета с регулируемы-
ми отверстиями проходили в хозяйствах ИП «Глава К(Ф)Х Заикин Е.Б.» Бала-
шовского р-на Саратовской обл. и К(Ф)Х «Антипцев Р.С.» Руднянского р-на

Волгоградской обл. на площади 180 и 140 га, а испытания молотильного аппарата с бичами из полиуретана – в К(Ф)Х «Прокофьев Н.В.» Ртищевского р-на Саратовской обл. на площади 400 га.

Условия испытаний были типичными для Саратовской и Волгоградской областей, но отличались от нормативных сравнительно низкой урожайностью – 10,7 ц/га (по ТУ – не ниже 20 ц/га). Высота растений – 135 см (по ТУ – не более 230 см), расположения корзинок – 110 см (по ТУ – не менее 60 см). Влажность почвы в слое 0–10 см – 24,5 %, семян – 7,9 % (по ТУ – 12–14 %), незерновой части – 9,7 %.

Техническая характеристика и показатели качества работы предлагаемых технических средств представлены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Техническая характеристика и показатели качества работы предлагаемых технических средств

Показатель	Значение
Назначение шнека-мотовила	уборка подсолнечника во всех регионах возделывания
Агрегатирование	фронтально на жатку комбайнов СК-5-М-1 «Нива-Эффект», ACROS 530
Перевод в рабочее и транспортное положение	гидравлический
Длина шнека-мотовила в рабочем и транспортном положениях, мм	5600*; 6000**
Масса шнека-мотовила, кг	87
Рабочая скорость комбайна, км/ч	11,2
Ширина, м	
захвата	5,6*; 6,0**
междурядий	0,7
Высота среза, см	65
Время подготовки машины к работе, ч	2,74
Трудоемкость ежесменного ТО, чел.-ч	4,34*; 0,46**

*для комбайна «Нива-Эффект»; **для комбайна ACROS

В ходе производственных испытаний установлено, что предлагаемые технические средства позволяют снизить потери маслосемян подсолнечника при уборке, обеспечивают безопасность выполнения работ, эксплуатационную надежность. Нагрузка на мост управляемых колес жатки с разработанным шнеком-мотовилом, молотильным аппаратом с бичами из полиуретана и решетом с регулируемыми отверстиями ниже допустимого предела.

5.2 Техничко-экономическая оценка использования технических решений

Разработанные технические средства зерноуборочного комбайна на уборке подсолнечника способны производить скашивание стеблестоя, обмолот корзинок и очистку маслосемян с более высоким качеством по сравнению с базовыми конструкциями.

Для расчёта экономической эффективности применения разработанных технических средств выполнен сравнительный анализ технологии уборки подсолнечника с использованием базовых технических средств и предлагаемых:

1) комбайнами «Нива-Эффект» и ACROS 530 с приспособлениями для уборки подсолнечника серийного образца, с молотильным аппаратом со стальными бичами, с ВРО, оснащённой двумя решётными станами с жалюзийными решётами, с последующим транспортированием собранного урожая на операцию доочистки на стационарном пункте посредством зерноочистительной машины ЗАВ-40;

2) комбайнами «Нива-Эффект» и ACROS 530 со шнеком-мотовилом, с молотильным аппаратом с бичами из полиуретана твёрдостью по шкале Шора 90 ед., с ВРО, оснащённой двумя решётными станами с жалюзийными решётами и решетом с регулируемыми отверстиями, без транспортирования на операцию доочистки на стационарном пункте.

Оценивать эффективность применения предлагаемой технологии следует за счёт снижения потерь маслосемян за жаткой, их повреждаемости молотильным аппаратом и уменьшения содержания сорных примесей в бункерном ворохе.

В результате применения решёта с регулируемыми отверстиями исключается операция доочистки вороха подсолнечника на стационарном пункте.

Валовой сбор маслосемян подсолнечника:

$$Q_{\text{под}} = q_{\text{под}} F_{\text{под}} \quad (5.1)$$

где $q_{\text{под}}$ – фактическая урожайность маслосемян подсолнечника, ц/га; $F_{\text{под}}$ – убираемая площадь, га.

Годовая экономическая эффективность использования предлагаемых технических средств [133]:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (Q_{\text{под}}^2 - Q_{\text{под}}^1) \Pi_{\text{под}} - \mathcal{Z}_{\text{тр}} - C_{\text{эл}} + C_{\text{ш-м}} + C_{\text{б}} + C_{\text{реш}}, \quad (5.2)$$

где $Q_{\text{под}}^2, Q_{\text{под}}^1$ – валовые сборы по предлагаемой и проектируемой технологиям уборки подсолнечника, т; $\Pi_{\text{под}}$ – цена реализации маслосемян, руб.; $\mathcal{Z}_{\text{тр}}$ – затраты на транспортирование валового сбора и на доочистку на стационарных пунктах, руб.; $C_{\text{эл}}$ – стоимость электроэнергии при доочистке вороха на стационарных пунктах, руб.; $C_{\text{ш-м}}, C_{\text{б}}, C_{\text{р}}$ – стоимость изготовления шнека-мотовила, бичей молотильного аппарата и решета с регулируемыми отверстиями, руб.

При исключении из базовой технологии операции доочистки вороха подсолнечника на стационарном пункте экономическая эффективность повышается за счёт дополнительной прибыли от снижения себестоимости 1 ц продукции, полученной по предлагаемой технологии [137, 233].

Затраты на транспортирование вороха подсолнечника на стационарный пункт доочистки:

$$\mathcal{Z}_{\text{тр}} = (\mathcal{Z}_{\text{гсм}} + \mathcal{Z}_{\text{з/п}} + C_{\text{а}} + C_{\text{ТРиТО}}) K_{\text{авт}}, \quad (5.3)$$

где $\mathcal{Z}_{\text{гсм}}, \mathcal{Z}_{\text{з/п}}, \mathcal{Z}_{\text{а}}, \mathcal{Z}_{\text{то}}$ – затраты на горюче-смазочные материалы, заработную плату водителей, амортизацию транспортных средств, техническое обслуживание, руб.; $K_{\text{авт}}$ – количество автомобилей.

Затраты на амортизацию, ТР и ТО транспортных средств рассчитывали по формуле:

$$C_{\text{а}} = B_{\text{ст}} a_1 (a_2) / 100, \quad (5.4)$$

где $B_{\text{ст}}$ – балансовая стоимость транспортного средства, руб.; a_1 – норма амортизационных отчислений, %; a_2 – норма отчислений на ТР и ТО, %.

Затраты на горюче-смазочные материалы пропорциональны плечу перевозки и расходу топлива транспортным средством на 100 км:

$$З_{гр} = \frac{q_{ГСМ} L_{гр}}{100} \cdot C_{ГСМ}, \quad (5.5)$$

где $q_{ГСМ}$ – расход горюче-смазочных материалов на 100 км пути, руб.; $L_{гр}$ – расстояние грузоперевозки, км; $C_{ГСМ}$ – стоимость ГСМ, руб.

Заработная плата водителей:

$$З_{з/п} = C_{\text{ч}} \Phi \left(1 + \frac{\Pi_{\text{пр}}}{100} \right), \quad (5.6)$$

где $C_{\text{ч}}$ – тарифная ставка за единицу отработанного времени, руб./ч; Φ – фактически отработанное время, ч; $\Pi_{\text{пр}}$ – премия, % [138].

Стоимость изготовления конструкций предлагаемых технических средств рассчитывали по формуле:

$$C_{(\text{ш-м, б, реш})} = C_{\text{зп}} + C_{\text{м}} + C_{\text{пр}}, \quad (5.7)$$

где $C_{\text{зп}}$ – фонд заработной платы, руб.; $C_{\text{м}}$ – стоимость материалов, руб.; $C_{\text{пр}}$ – приведённые затраты, руб.

Фонд заработной платы с учетом дополнительной заработной платы (10 %) и отчислений на социальные нужды (20 %):

$$C_{\text{зп}} = C_{\text{з}} \cdot 1,32, \quad (5.8)$$

где $C_{\text{з}}$ – зарплата рабочих, изготовивших решето с регулируемыми отверстиями.

Приведённые затраты $C_{\text{пр}}$ принимают 200 % к фонду заработной платы $C_{\text{зп}}$:

$$C_{\text{пр}} = 2 \cdot C_{\text{зп}}. \quad (5.9)$$

Часовую эксплуатационную производительность комбайна на уборке подсолнечника рассчитывали по выражению:

$$W_{\text{ч}} = 0,1 B_{\text{р}} v_{\text{р}} \tau, \quad (5.10)$$

где B_p – рабочая ширина захвата жатки комбайна, м; v_p – рабочая скорость движения комбайна, км/ч; τ – коэффициент использования времени смены.

Расход электроэнергии на привод зерноочистительных агрегатов:

$$P_{эл} = N_{эл} n \cdot 7, \quad (5.11)$$

где $N_{эл}$ – мощность электродвигателей зерноочистительного комплекса ЗАВ-40, используемого при доочистке вороха подсолнечника, кВт·ч; n – количество электродвигателей в зерноочистительном комплексе ЗАВ-40.

Затраты на электроэнергию $C_{эл}$, руб./т:

$$C_{эл} = P_{эл} \Pi_{эл} D_p / Q, \quad (5.12)$$

где $\Pi_{эл}$ – цена 1 кВт·ч., руб.; D_p – количество рабочих дней в месяце.

Срок окупаемости дополнительных капиталовложений определяли следующим образом [233]:

$$L_o = \frac{C_{ш-м} + C_b + C_p}{\Theta_r}. \quad (5.13)$$

Годовая экономия на 1 га площади уборки подсолнечника:

$$\Theta_{га} = \frac{\Theta_r}{F_{под}}, \quad (5.14)$$

где $F_{под}$ – площадь уборки подсолнечника, га.

Годовая экономия в расчёте на 1 комбайн:

$$\Theta_k = \Theta_{га} W_k, \quad (5.15)$$

где W_k – нормативная годовая загрузка на 1 комбайн, га.

Производственные испытания разработанных шнека-мотовила и решета с регулируемыми отверстиями на базе комбайна «Нива-Эффект» проводили на двух сельскохозяйственных предприятиях: ИП «Глава К(Ф)Х Заикин Е.Б» Балашовского р-на Саратовской обл. на площади 180 га и К(Ф)Х «Антипцев Р.С.» Руднянского района Волгоградской области на площади 140 га.

Производственные испытания молотильного аппарата с бичами из полиуретана и реешета с регулируемыми отверстиями на базе комбайна ACROS 530 проводили в К(Ф)Х «Прокофьев Н.В.» Ртищевского р-на Саратовской обл. на поле площадью 400 га.

Условия и результаты производственных испытаний представлены в таблицах 5.2–5.4.

Таблица 5.2 – Условия производственных испытаний

Показатель	К(Ф)Х «Заикин Е.Б.»	ИП «Глава К(Ф)Х Антипцев»	К(Ф)Х «Прокофьев Н.В.»	Технические условия
Урожайность, т/га	1,1	2,04	1,85	не ниже 2,0
Площадь испытаний, га	180	140	400	—
Высота растений, м	135	157	165	не более 230
Высота расположения корзинок, см	110	126	130	не менее 60
Влажность маслосемян, %	7,9	8,2	8,8	12–14
Влажность незерновой части, %	14,3	15,6	14,8	не более 50
Влажность почвы в слое 0–10 см, %	24,5	16	22,4	не более 20

Таблица 5.3 – Техничко-экономические показатели при использовании зерноуборочного комбайна «Нива-Эффект»

Показатель	«Нива-Эффект» серийного производства с приспособлением ПС-5 (базовая технология)		«Нива-Эффект», оснащённый шнеком- мотовилом и решетом с регулируемыми отверстиями (предлагаемая технология)	
	ИП «Гла- ва К(Ф)Х Заикин Е.Б.»	К(Ф)Х «Антипцев Р.С.»	ИП «Глава К(Ф)Х Заикин Е.Б.»	К(Ф)Х «Ан- типцев Р.С.»
Урожайность, ц/га	11	20,4	11	20,4
Площадь испытаний, га	180	140	180	140
Ширина захвата жатки, м	5	5	5	5
Рабочая скорость, км/ч	8	8	8	8
Производительность, га/ч	3,52	3,52	3,52	3,52
Расход топлива, кг/га	3,1	3,2	5,61	5,2
Затраты на доочистку вороха, руб.	20480,1	46540	—	—

Показатель	«Нива-Эффект» серийного производства с приспособлением ПС-5 (базовая технология)		«Нива-Эффект», оснащённый шнеком- мотовилом и решетом с регулируемыми отверстиями (предлагаемая технология)	
	1	2	1	2
Уровень рентабельности, %	19,3		20,7	22,3
Годовая экономия эксплуатационных затрат, руб.	–	–	122104	191380
Годовая экономия на 1 га, руб.	–	–	772,8	1367
Годовая экономия на 1 комбайн, руб.	–	–	270480	478450
Срок окупаемости, сезон	–	–	1	1
Потери маслосемян за жаткой, %	4,3	4,9	0,63	0,67
Сорность, %	6,3	5,8	2,3	2,3
Потери маслосемян распылом, %	6,2	5,4	4,1	3,9
Влажность бункерного вороха, %	13,2	12,4	10,1	9,5

Таблица 5.3 – Техничко-экономические показатели при использовании зерноуборочного комбайна ACROS 530

Показатель	ACROS 530 серийного производства с жаткой ПСП-810-05 (базовая технология)	ACROS 530, оснащённый шнеком-мотовилом, бичами из полиуретана и решетом с регулируемыми отверстиями (предлагаемая технология)
Урожайность, ц/га	18,5	18,5
Площадь испытаний, га	400	400
Ширина захвата жатки, м	5,6	5,6
Рабочая скорость, км/ч	9	9
Часовая производительность, га	4,05	4,05
Расход топлива, кг/га	4,2	4,2
Затраты на доочистку вороха, руб.	224120	–
Уровень рентабельности, %	19,3	24,3
Годовая экономия эксплуатационных затрат, руб.	–	610750
Годовая экономия на 1 га, руб.	–	1526,87
Годовая экономия на 1 комбайн, руб.	–	763437
Срок окупаемости, сезон	–	1
Дробление и облушивание маслосемян при обмолоте, %	6,0	0,4
Сорность, %	5,4	2,2
Потери маслосемян распылом, %	5,0	3,7
Влажность бункерного вороха, %	12,2	9,5

С учётом производственных условий, среднего расстояния от полей до пунктов послеуборочной доработки зерна и хранения 6,4 км, средней урожайности подсолнечника по Саратовской области 1,65 т/га и нормативной годовой загрузки комбайна 350–400 га годовая экономия на 1 комбайн составит 857 932 руб.

Акты на внедрение шнека-мотовила, молотильного аппарата с бичами из полиуретана, решёта с регулируемыми отверстиями и на производственные испытания комбайна, оснащённого решетом с регулируемыми отверстиями, приведены в приложении П.

5.3 Выводы

1. Проведённые производственные испытания позволили определить основные технико-экономические показатели комбайнов «Нива-Эффект» и ACROS 530 с жаткой, оснащённой шнеком-мотовилом, молотильным аппаратом с бичами из полиуретана, с воздушно-решётной очисткой с решето с регулируемыми отверстиями. Годовая экономия эксплуатационных затрат составила для комбайнов «Нива-Эффект» (площадь посевов 180 га и 140) и ACROS 530 (площадь посевов 400 га) 122104 руб., 191380 и 610750 руб. соответственно; срок окупаемости дополнительных капитальных вложений – 1 сезон.

2. Производительность комбайнов «Нива-Эффект» и ACROS 530 с разработанными техническими средствами, как и базовых образцов, составила 3,52 и 4,05 га/ч. Потери маслосемян за жаткой снизились с 4,9 и 3,2 % до 0,67 и 0,63 %, повреждаемость при обмолоте – с 3,6 и 2,8 до 0,4 %, сорность бункерного вороха – с 5,8 и 5,2 до 2,3 %.

3. Предложенная технологическая схема уборки подсолнечника позволила исключить затраты на электроэнергию, необходимые для послеуборочной доочистки вороха, – 20480,1 руб для площади 180 га, 46540 руб. для площади 140 га и 224120 руб. для площади 400 га.

5. Годовая экономия для комбайна «Нива-Эффект» составила 478450 руб., для ACROS 530 – 763437 руб.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Решая поставленную научную проблему повышения качества работы зерноуборочного комбайна за счет снижения потерь маслосемян путём совершенствования технологических процессов и технических средств уборки подсолнечника, в диссертационной работе разработаны и исследованы технические решения шнека-мотовила, молотильного аппарата и решёт системы очистки комбайна, обеспечивающие снижение потерь в 6,8 раза, дробления и облучивания в 3,9, уменьшение сорности в бункерном ворохе маслосемян подсолнечника в 2,7 раза по сравнению с существующими.

2. Анализ и систематизация технических средств уборки подсолнечника позволили установить, что потери маслосемян, дробление и облучивание достигают 20 %. Существенно содержание сорных примесей в ворохе подсолнечника – до 12 %. Аналитические исследования технико-экономических показателей существующих зерноуборочных комбайнов позволили определить теоретические законы рядов их распределений, оценить состояние развития комбайнов в технических параметрах и удельных показателях. Получены частные зависимости основных технических показателей зерноуборочных комбайнов. Наиболее перспективными являются разработка и создание новых технических средств систем комбайна на основе снижения потерь маслосемян подсолнечника при уборке.

3. На основе положений системного анализа разработана структурно-концептуальная модель потерь маслосемян подсолнечника при уборке. Предложена система уравнений, позволяющая дать оценку работы зерноуборочного комбайна с учётом параметров его технических систем. Получены выражения для определения суммарных относительных потерь при работе комбайна. Определены зависимости: потерь маслосемян подсолнечника от конструктивных и режимных параметров шнека-мотовила; дробления маслосемян от конструктивных и режимных параметров МСУ; потерь маслосемян в системе очистки распылом от воздушного потока; содержания сорных примесей в про-

ходе вороха подсолнечника через решето с регулируемыми отверстиями от его конструкционных и режимных параметров.

4. Уточнены физико-механические свойства и геометрические параметры маслосемян, корзинок и стеблестоя подсолнечника при уборке. Исследования были проведены на сортах Лакомка, Саратовский 20 и Донской. Результаты получены при доверительной вероятности 0,95. Для сорта Саратовский 20 высота растений – 102,8...168,8 см, влажность маслосемян – 7,9...8,3 %. Длина, ширина и толщина маслосемян – соответственно 10,1...15,9 мм, 5,3 ... 8,1 и 3,0...4,8 мм. Масса маслосемян в одной корзинке – 29...79 г. Длина, ширина и толщина маслосемян сорта Донской – соответственно 8,6...12,0 мм, 3,5...5,7 и 1,9...3,7 мм; сорта Лакомка – 11,5... 5,5 мм, 5,6...7,6 и 3,1...4,5 мм.

5. Разработаны и исследованы технические решения, позволяющие снизить потери, дробление, облущивание маслосемян и сорность вороха в бункере при уборке подсолнечника:

- шнек-мотовило (патент РФ № 73805), обеспечивающий плавный захват стеблестоя с минимальными потерями маслосемян при ширине навивки 0,15 м, длине отсекаателя 0,34 м, угле наклона рабочей части отсекаателя к его основанию 140° , показателе кинематического режима 1,7, зазоре между крайней точкой кромки отсекаателя и навивкой шнека жатки 0,025 м, зазоре между крайней точкой кромки отсекаателя и плоскостью режущего аппарата 0,025 м;

- молотильный аппарат для обмолота корзинок подсолнечника (патент РФ № 190890, 190894), позволяющий снизить дробление до 0,4 %, недомолот – до 0,2–1,6 %, с бичами из полиуретана марки СКУ-ПФЛ-100 (твердость по шкале Шора 90 ед., ширина канавки 10 мм, частота вращения барабана 200 мин^{-1});

- решето с регулируемыми отверстиями (патент РФ № 2008101295/22), устанавливаемое в систему очистки комбайна; его длина 0,99 м, количество гофр – 30, коэффициент смещения отверстий: 0,85 – для сорта Лакомка, 0,7 – для сорта Саратовский 20, 0,58 – для сорта Донской при скорости воздушного потока 3 м/с.

6. В ходе производственных испытаний зерноуборочного комбайна при уборке подсолнечника с предложенными техническими средствами установлено снижение потерь маслосемян на 9,57 %, дробления на 7,6 %, сорности вороха подсолнечника на 6,3 %. Годовой экономический эффект применения зерноуборочного комбайна с разработанными техническими средствами – шнекомотором, молотильным аппаратом и решетом с регулируемыми отверстиями системы очистки – на уборке подсолнечника с урожайностью 1,65 т/га в условиях Саратовской области составил 857 932 руб. на 1 комбайн.

Рекомендации производству

При разработке новых технических средств систем зерноуборочных комбайнов, предназначенных для уборки подсолнечника, использовать полученные в ходе исследования качественные и количественные оценки комбайнов отечественного и зарубежного производства в технических параметрах и удельных показателях.

Для снижения потерь маслосемян подсолнечника при уборке на базовую жатку зерноуборочного комбайна устанавливать шнек-моторило (патент № 145819/22), обеспечивающий плавный захват стеблестоя с минимальными потерями.

Базовые модели зерноуборочных комбайнов, используемые для уборки подсолнечника, оборудовать молотильным аппаратом (патент РФ 190890, 190894), позволяющим снизить дробление и облущивание маслосемян.

Для уменьшения содержания сорных примесей в ворохе маслосемян подсолнечника при уборке в серийных зерноуборочных комбайнах предусмотреть возможность установки решета с регулируемыми отверстиями (патент РФ № 73805) в систему очистки.

Перспективы дальнейшей разработки темы

Для дальнейшего уменьшения потерь маслосемян за жаткой, дробления, облущивания и снижения содержания сорных примесей в ворохе с применением инновационных технических средств в системах зерноуборочного комбайна

их следует максимально адаптировать к различным природно- климатическим зонам России. Особый интерес представляют исследования в области создания технических решений для снижения потерь других легкотравмируемых сельскохозяйственных культур при уборке.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абидуев, А. А. Очистка семян пшеницы от трудноотделимой примеси с учётом формы в условиях Забайкалья : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Абидуев Алексей Андреевич ; ФГБОУ ВПО «Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления. – Иркутск, 2013. – 138 с.
2. АБ центр. Экспертно-аналитический центр агробизнеса. Производство семян подсолнечника в России по регионам. Итоги 2019 года [Электронный ресурс] : Посевные площади подсолнечника. – Режим доступа : <https://ab-centre.ru/news/posevnye-ploschadi-podsolnechnika-v-rossii-itogi-2019-goda> (11.02.2020).
3. Avero 240/160. Уникальная система обмолота APS [Электронный ресурс] : Молотилка CLAAS. Высокая универсальность и абсолютная надежность. – Режим доступа : https://www.claas.ru/produktsiya/zyernouborochnyye-kombajny/avero240-160-2017/dreschsystem?subject=webmanager_ru_RU (10.02.2019).
4. Агробаза. Сельхозтехника и оборудование [Электронный ресурс] : Комбайн зерноуборочный Mega. – Режим доступа : <https://www.agrobase.ru/catalog/machinery/machinery> (12.03.2018).
5. Агроинвестор. Аналитика. Сбор подсолнечника в мире будет ниже прошлогоднего [Электронный ресурс] : Зарубежные аналитики снижают прогнозы по России (11.04.2018). – Режим доступа : <https://www.agroinvestor.ru/analytics/news/28708-sbor-podsolnechnika-v-mire-budet-nizhe-proshlogodnego/>.
6. Агроновости от 03.07.2017 года. Аналитические обзоры рынков [Электронный ресурс] : Мониторинг цен на подсолнечник. – Режим доступа : <https://agro-bursa.ru/prices/sunflower/03-07-2017/> (10.07.2017).
7. Агропромышленная корпорация «Простор». Massey Ferguson [Электронный ресурс] : Клавишные комбайны MF 34/38. – Режим доступа : http://www.apkprostor.ru/index.php?p=08_02_06 (15.04.2019).

8. Агропромышленная корпорация «Простор». New Holland [Электронный ресурс] : Комбайн ТС 56. – Режим доступа: http://www.apkprostor.ru/index.php?p=08_01_01.jpg (10.03.2019)].

9. *Алехин, Н. И.* Методы и технические средства агротехнической оценки зерноуборочных комбайнов и приспособлений к ним / Н. И. Алехин, Н. В. Ногин // Материалы Междунар. науч.-практ. конф. «Проблемы качества продукции в XXI веке. Методы и технические средства испытаний и сертификации технологий и техники». – М. : Росинформагротех, 2003. – С. 173–178.

10. *Алфёров, С. А.* Воздушно-решётные очистки зерноуборочных комбайнов / С. А. Алфёров. – М. : Агропромиздат, 1987. – 158 с.

11. *Алфёров, С. А.* Интенсификация технологических процессов зерноуборочных машин / С. А. Алфёров // Доклады ТСХА. – М., 1975. – Вып. 209. – С. 157–163.

12. Анализ сил взаимодействия бичей молотильного барабана с корзинами подсолнечника при обмолоте / А. С. Старцев [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2019. – № 1. – С. 86–89.

13. *Артоболевский, И. И.* Теория механизмов и машин / И. И. Артоболевский. – М. : Наука, 1988. – 238 с.

14. А. с. 1063320 СССР, А 1 А 01 F 12/18. Подбарабанье молотильного устройства зерноуборочного комбайна / В. С. Кравченко, Г. М. Архипов, В. В. Куцеев, П. П. Барановский, Г. Ф. Урсал (СССР) ; Краснодарский ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. П. П. Лукьяненко. – № 3500581/30-15 ; заявл. 10.12.1982 ; опубл. 30.12.1983, Бюл. № 48. – 3 с.

15. А. с. 1132842 СССР, А 1 А 01 F 12/18. Молотильное устройство / Г. М. Архипов, П. П. Барановский, Г. Ф. Урсал, В. С. Кравченко и В. В. Куцеев (СССР) ; Краснодарский ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. П. П. Лукьяненко. – № 3536650/30-15 ; заявл. 07.01.1983 ; опубл. 07.01.1985, Бюл. № 1. – 3 с.

16. А. с. 1090287 СССР, А 1 А 01 F 12/18. Молотильное устройство / Ю. Н. Ярмашев, М. Н. Бугров, В. Н. Марков (СССР) ; Головное специализированное конструкторское бюро по машинам для уборки зерновых культур и самоходным шасси. – № 3410385/30-15 ; заявл. 23.03.1982 ; опубл. 07.05.1984, Бюл. № 17. – 2 с.

17. А. с. 1114371 СССР, А 1 А 01 F 12/18. Молотильный аппарат / Г. А. Кузин, Р. П. Псакьян, А. Г. Кузин (СССР) ; Ростовский-на-Дону ордена Трудового Красного Знамени институт сельскохозяйственного машиностроения. – № 3572651/30-15 ; заявл. 04.04.1983 ; опубл. 23.04.1984, Бюл. № 35. – 2 с.

18. А. с. 1090286 СССР, А 1 А 01 F 12/18. Молотильный аппарат / В. В. Фортуна, В. С. Кравченко (СССР) ; Краснодарский ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. П. П. Лукьяненко. – № 2618827/30-15 ; заявл. 16.05.1978 ; опубл. 07.05.1984, Бюл. № 17. – 3 с.

19. А. с. 1061747 СССР, А 1 А 01 F 12/18. Молотильное устройство / М. И. Липовский, С. А. Задворкин, В. П. Гаврилов, В. И. Машанов, П. М. Арбузов (СССР) ; НИиПТИМЭСХ Нечерноземной зоны РСФСР. – № 3413273/30-15 ; заявл. 26.03.1982 ; опубл. 23.12.1983, Бюл. № 47. – 3 с.

20. А. с. 301129 СССР, А 1 А 01 F 11/00. Устройство для обмола подсолнечника / А. Н. Соломин, В. А. Нефедьев, А. Р. Распопов, Н. С. Рассохин (СССР) ; Ростовский-на-Дону институт сельскохозяйственного машиностроения ; Государственное специальное конструкторское бюро по комплексу зерноуборочных машин. – № 1421380/30-15 ; заявл. 06.04.1970 ; опубл. 21.04.1971, Бюл. № 14. – 2 с.

21. А. с. 1831283 СССР, А 1 А 01 F 12/20. Барабан молотильного устройства / Г. Т. Иванченко, Н. Г. Ремидовский, Л. Г. Козлова, В. С. Матусевич (СССР) ; заявитель и патентообладатель Г. Т. Иванченко. – № 5003659/15 ; заявл. 16.07.1991 ; опубл. 30.07.1993, Бюл. № 28. – 3 с.

22. А. с. 1824085 СССР, А 1 А 01 F 12/20. Молотильный барабан / В. Н. Павленко, В. М. Кононов (СССР) ; НПО «Волгоградское». – № 4865118/15 ; заявл. 12.09.1990 ; опубл. 30.06.1993, Бюл. № 24. – 3 с.

23. А. с. 1777703 СССР, А 1 F 12/20. Бич молотильного барабана / Э. А. Цебоев (СССР) ; ВНИИПТИИТиНСХ. – № 4881378/15 ; заявл. 11.11.1990 ; опубл. 30.11.1992, Бюл. № 44. – 2 с.

24. А. с. 1618330 СССР, А 1 F 12/18, 12/20, 12/26. Молотильно-сепарирующее устройство / С. А. Шкикас (СССР) ; ЛНИИМЭСХ. – № 4658525/15 ; заявл. 27.01.1989 ; опубл. 07.01.1991, Бюл. № 1. – 3 с.

25. *Байгузин, И. И.* Изыскание и исследование рабочих органов для уменьшения потерь при уборке подсолнечника : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / Байгузин И. И. – Саратов, 1969. – 126 с.

26. *Байзакова, Ж. С.* Факторы, влияющие на потери зерна при уборке / Ж. С. Байзакова, Ж. С. Чингенжинова, А. С. Ушкемпирова // Интернаука. – 2016. – № 1–2 (1). – С. 19–21.

27. *Байзакова, Ж. С.* Снижение потерь зерна при уборке зерновых культур / Ж. С. Байзакова, Ж. С. Чингенжинова, А. С. Ушкемпирова // Интернаука. – 2016. – № 1–2 (1). – С. 22–24.

28. *Бердышев, В. Е.* Методология оценки качества функционирования зерноуборочных комбайнов / В. Е. Бердышев // Вестник Алтайского ГАУ. – 2011. – № 2 (76). – С. 85–89.

29. *Бердышев, В. Е.* Комплексный показатель работы зерноуборочного комбайна / В. Е. Бердышев // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса : Наука и высшее профессиональное образование. – 2010. – № 2 (18). – С. 143–150.

30. *Бердышев, В. Е.* Обоснование параметров рабочих органов молотилки зерноуборочного комбайна с аксиально-роторной молотильно-сепарирующей системой : дис. ... д-ра тех. наук : 05.20.01 ; защищена 27.10.2014 / Бердышев В. Е. – М., 2014. – 354 с.

31. *Бронштейн, И. Н.* Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов / И. Н. Бронштейн, К. А. Семендяев. – М. : Наука, 1981. – 723 с.

32. *Бурьянов, А. И.* Навесная очесывающая жатка / А. И. Бурьянов, М. А. Бурьянов // Сельский механизатор. – 2011. – № 1. – С. 8–9.

33. *Бурьянов, А. И.* Метод обоснования рациональных составов уборочно-транспортных комплексов для уборки зерновых культур / А. И. Бурьянов, М. А. Бурьянов, Ю. О. Горячев // *Техника и оборудование для села.* – 2013. – № 8. – С. 36–39.

34. *Бурьянов, А. И.* Направления совершенствования уборочных процессов / А. И. Бурьянов, А. И. Дмитриенко // *Техника и оборудование для села.* – 2010. – № 10. – С. 13–16.

35. *Воробьев, В. И.* Зерноуборочные комбайны «Енисей» : история развития и общее устройство : учеб. пособие / В. И. Воробьев, А. Н. Капустин, В. П. Демидов. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 110 с.

36. *Выгодский, М. Я.* Справочник по элементарной математике / М. Я. Выгодский. – М. : Астрель, 2006. – 509 с.

37. Выпуск подсолнечного масла вырос на 37,2 % [Электронный ресурс] : новости, 27 сентября 2011, 10:35. – Режим доступа : <https://news.sarbc.ru/main/2011/09/27/114848.html> (05.12.2018).

38. *Глушков, И. Н.* К вопросу определения оптимальной ширины транспортирующего устройства порционной жатки с устройством образования кулис / И. Н. Глушков, И. В. Герасименко // *Известия оренбургского государственного аграрного университета.* – 2017. – № 4 (66). – С. 135–138.

39. *Глушков, И. Н.* Обоснование параметров и режимов работы порционной жатки с устройством образования кулис : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 : защищена 25.12.2013 : утверждена 11.08.2014 / Глушков И. Н. – Оренбург, 2013. – 141 с.

40. *Горбачёв, И. В.* Снижение потерь при комбайновой уборке семян трав / И. В. Горбачев // *Кормопроизводство.* РГАУ Московская с.-х. академия им. К. А. Тимирязева. – 2003. – № 5. – С. 24–25.

41. *Горбачёв, И. В.* Технологические процессы и технические средства уборки семян клевера и люцерны : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук / Горбачев Иван Васильевич. – М., 1997. – 60 с.

42. *Горячкин, А. М.* Сепарация зернового вороха в двухпоточной очистке комбайна : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Горячкин Антон Михайлович. – М., 2002. – 17 с.

43. *Горячкин В. П.* Теория барабана // Теория, конструкция и производство сельскохозяйственных машин. – М.–Л., 1936. – Т. 4. – С. 531–546.

44. ГОСТ 12492-67. Сталь специальных профилей сельскохозяйственных машин. Сортамент [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4294746/4294746108.htm> (14.09.2019).

45. ГОСТ 12492.6-90. Профиль бичевой полосовой для сельскохозяйственных машин. Сортамент. Норма Софт [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://nrmsoft.ru/Doclist/doc/GK3.html> (14.09.2019).

46. ГОСТ 22391-2015. Подсолнечник. Технические условия : Межгосударственный стандарт. Sunflower. Specifications [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://docs.cntd.ru/document/1200122907> (07.10.2017).

47. ГОСТ 28301-2007. Комбайны зерноуборочные. Методы испытаний : Межгосударственный стандарт. Комбайны зерноуборочные. Методы испытаний. Grain harvesters. Test methods [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://docs.cntd.ru/document/1200075126> (22.09.2019).

48. ГОСТ 28301-2015. Комбайны зерноуборочные. Методы испытаний : Межгосударственный стандарт. Комбайны зерноуборочные. Методы испытаний. Grain harvesters. Test methods [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://docs.cntd.ru/document/1200137157> (22.09.2019).

49. ГОСТ Р 51371-99. Методы испытаний на стойкость к механическим внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий [Электронный ресурс] : Госстандарт России. Принят и введен в действие Постановлением Госстандарта России от 29 ноября 1999 г. № 441-ст. – Режим доступа : <http://seismo-garant.com/images/NTD/51371.pdf> (14.12.2018).

50. *Дёмин, Е. Е.* Зависимости мощности двигателя, площади решет и соломотряса зерноуборочных комбайнов / Е. Е. Дёмин, А. А. Серебряков, С. Л. Ананьева // Научная мысль. – 2015. – № 3. – С. 110–113.

51. *Дёмин, Е. Е.* Зависимости площади решет, соломотряса и длины молотильного барабана зерноуборочных комбайнов / Е. Е. Демин, А. С. Старцев, С. Л. Ананьева // Междунар. науч.-практ. конф. «Инновационные направления развития технологий и технических средств механизации сельского хозяйства» : сб. науч. тр. / ФГБОУ ВО «Воронежский ГАУ им. императора Петра I». – Воронеж, 2015. – С. 310–313.

52. *Дёмин, Е. Е.* Результаты анализа мощности двигателя и массы зерноуборочных комбайнов / Е. Е. Демин, А. С. Старцев, А. А. Серебряков // Материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящённой 105-летию со дня рождения профессора В. В. Красникова / ФГОУ ВО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2013. – С. 40–43.

53. *Дёмин, Е. Е.* Энергонасыщенность и материалоемкость зерноуборочных комбайнов / Е. Е. Дёмин, А. С. Старцев // Техника будущего : перспективы развития сельскохозяйственной техники : сб. науч. тр. / ФГБОУ ВО «Кубанский ГАУ им. Трубилина». – Краснодар, 2013. – С. 24–27.

54. *Демко, А. А.* Техничко-экономическая оценка технического уровня современных зерноуборочных комбайнов / А. А. Демко, А. В. Надточий, А. А. Демко // Техника будущего : перспективы развития сельскохозяйственной техники : сб. науч. тр. / ФГБОУ ВО «Кубанский ГАУ им. Трубилина». – Краснодар, 2013. – С. 19–23.

55. *Дринча, В. М.* Исследование сепарации семян и разработка машинных технологий их подготовки / В. М. Дринча. – М. : Московский госагроуниверситет имени В. П. Горячкина, 2006. – 382 с.

56. *Дубинин, В. Ф.* Повышение технического уровня фронтальных ковшовых погрузчиков / В. Ф. Дубинин, Е. Е. Дёмин // Транспортное обслуживание агропромышленного комплекса : сб. науч. тр. – М., 1989. – Т. 121. – С. 138–144.

57. Евротранс ПМИ. Комбайны Claas : Комбайн Клаас (Claas) LEXION 450/Medion 340 – технические характеристики [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://combine.com.ua/lexion-450>.

58. Ежемесячный обзор рынков АПК. Масличные. ФГБУ «Центр Агроаналитики» [Электронный ресурс]. – Режим доступа :

[59. *Ерохин, Г. Н.* Сравнительная оценка зерноуборочных комбайнов «Дон-1500Б» и «Вектор» / Г. Н. Ерохин, Д. С. Орешкин // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2008. – № 3. – С. 15–16.](https://docviewer.yandex.ru/view/0/?page=1&*=zxpO43Ahemb%2F%2BwULev26MI8hHgt7InVybCI6Imh0dHBzOi8vc3BlY2Fncm8ucnUvc2l0ZXMvZGVmYXVsdC9maWxlcY8yMDIwLTAYL2U5MjNmZTkzM2RkNTQ2MjhhMGQxMTcyYjgyNzg4MTNmLnBkZiIsInRpdGxlljoiZTkzM2ZlOTMzMzZGQ1NDYyOGEwZDEwNzJiODI3ODgxM2YucGRmliwibm9pZnJhbWUiOnRydWUsInVpZCI6IjAiLCJ0cyI6MTU5NzY5NDI4MjQ0NSwieXUiOiI5MTg2ODE0NjE1OTc2ODIyODgiLCJzZXJwUGFyYW1zIjoibGFuZz1ydSZ0bT0xNTk3Njk0Mjc1JnRsZD1ydSZuYW1lPWU5MjNmZTkzM2RkNTQ2MjhhMGQxMTcyYjgyNzg4MTNmLnBkZiZ0ZXh0PSVEMCVCMiVEMCVCMCVEMCVVCQiVEMCVCRSVEMCVCMiVEMCVCRSVEMCVCOSslRDElODElRDAIQjElRDAIQkUlRDElODArJUQwJUJGJUQwJUJFKyVEMCVCRiVEMCVCRSVEMCVCMNCVEMSU4MSVEMCVCRSVEMCVVCQiVEMCVCRCEVEMCVCMNSVEMSU4NyVEMCVCRCEVEMCVCOCEVEMCVVCQSVEMSU4MyslRDAIQjIrJUQxJTgwJUQwJUJFJUQxJTgxJUQxJTgxJUQwJUI4JUQwJUI4KyVEMCVCMNyVEMCVCMCslRDAIQkYlRDAIQjUlRDElODAlRDAIQjglRDAIQkUlRDAIQjQrMjAwOS0xOSslRDAIQjMlRDAIQjMuJnVybD1odHRwcyUzQS8vc3BlY2Fncm8ucnUvc2l0ZXMvZGVmYXVsdC9maWxlcY8yMDIwLTAYL2U5MjNmZTkzM2RkNTQ2MjhhMGQxMTcyYjgyNzg4MTNmLnBkZiZscj0xOTQmbWltZT1wZGYmbDEwbj1ydSZzaWduPWMyZDc1MzA0MTU2ODNIY2I2NDgyMzUzMTNjYjYyYjY4JmtleW5vPTAifQ%3D%3D&lang=ru.</p>
</div>
<div data-bbox=)

60. *Ефимкин, Н. В.* Исследование процесса обмолота корзинок подсолнечника вальцовым молотильным аппаратом / Н. В. Ефимкин // Механизация производства масличных культур : сб. науч. тр. / НИИ масличных культур им. В. С. Пустовойта. – Краснодар, 1990. – С. 23.

61. *Жалнин, Э. В.* К расчету типоразмерного ряда зерноуборочных комбайнов / Э. В. Жалнин, М. Ш. Жилкибаев, В. С. Пьянов // Тракторы и сельхозмашины. – 2009. – № 7. – С. 7–11.

62. Жалнин, Э. В. Обмолот зерновых культур. От теории к практике / Э. В. Жалнин // Сельский механизатор. – 2012. – № 3. – С. 18–19.

63. Жалнин, Э. В. О классификации зерноуборочных комбайнов / Э. В. Жалнин // Техника будущего : перспективы развития сельскохозяйственной техники : сб. науч. тр. / ФГБОУ ВО «Кубанский ГАУ им. Трубилина». – Краснодар, 2013. – С. 215–225.

64. Жалнин, Э. В. Перспективные принципы совершенствования зерноуборочных комбайнов / Э. В. Жалнин // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1986. – № 9. – С. 24–30.

65. Жатка для подсолнечника «Geringhoff Sun Star» [Электронный ресурс] : Описание. Agsolco. Ukraine. – Режим доступа : https://agsolco.com/zhatka_dlya_podsolnechnika_geringhoff_sun_star/ (10.05.2019).

66. Жатка для подсолнечника «OROS UN 870» [Электронный ресурс] : Веста Агро Сервис. – Режим доступа : <http://pfvas.com/zhatka-dlya-podsolnechnika-oros-un-870/> (14.10.2018).

67. Жатка для уборки подсолнечника «Dominoni» [Электронный ресурс] : АгроРост. Поставщик сельхозтехники. – Режим доступа : <https://agrorost61.ru/catalog/2501/> (05.01.2020).

68. Жатка для уборки подсолнечника «Capello Helianthus 7500, 9400» [Электронный ресурс] : АгроСервер.ru. Российский агропромышленный сервер. – Режим доступа : <https://agroserver.ru/b/zhatka-dlya-uborki-podsolnechnika-capello-helianthus-7500-9400-781317.htm> (14.02.2019).

69. Жатка для уборки подсолнечника «FANTINI G 02–G H2» [Электронный ресурс] : Жатка для уборки подсолнечника «FANTINI G 02–G H2». – Режим доступа : <http://kbo-agro.com.ua/read/product/show/199037847/Zhatki/id/200096887/Zhatki-Fantini> (22.02.2020).

70. Жатка для уборки подсолнечника ПЗС [Электронный ресурс] : АгроСервер.ru. Российский агропромышленный сервер. – Режим доступа : <https://agroserver.ru/b/zhatka-dlya-uborki-podsolnechnika-pzs-892872.htm> (14.03.2020).

71. Жатка для уборки подсолнечника «John greaves» [Электронный ресурс] : ПАО «Бердянские жатки». ЛБР. – Режим доступа : <https://www.lbr.ru/selskohozyaystvennaya-tehnika/type/zhatki-i-podborshchiki/905-zhatka-dlja-uborki-podsolnechnika-JOHN-GREAVES/> (10.02.2020).

72. Жатка кукурузная 8-рядковая со стеблеизмельчителем «Capello Quasar F8» Жатки и техника для уборки урожая [Электронный ресурс] : Агроцентр-Юг. – Режим доступа : <https://agrocentr-ug.ru/zhatka-kukuruznaya-8-ryadkovaya-stebleizmelchitelem-capello-quasar-f8/> (12.08.2019).

73. Жатка «ПСП-10» [Электронный ресурс] : Сельхозтехник : Каталог техники : Жатки : Жатка ПСП-10. – Режим доступа : <https://selhoztehnik.com/zhatka-psp-10> (15.10.18).

74. Жатка «Sunmaster 870» [Электронный ресурс] : Новатор плюс. – Режим доступа : <http://nplus.org/catalog/zhatka-sunmaster870> (02.08.2020).

75. Жатки для уборки подсолнечника [Электронный ресурс] : АГРОСЕРВЕР.ru : Российский агропромышленный сервер : Жатки. – Режим доступа : <https://agroserver.ru/b/img/579624/593622/> (12.04.2019).

76. Жатки для уборки подсолнечника [Электронный ресурс] : AGRO-RU.COM : Торговая система : Жатка для уборки подсолнечника. – Режим доступа : <https://agroru.com/doska/zhatka-dlya-uborki-podsolnechnika-1733.htm> (15.02.2020).

77. Жатки для уборки подсолнечника «Geringhoff» [Электронный ресурс] : Серии : «Geringhoff Sun Star». Жатки. – Режим доступа : <https://www.newtechagro.ru/catalog/jatki.html> (10.06.2019).

78. Жатки для уборки подсолнечника «OROS SUN» : каталог продукции [Электронный ресурс] : Жатки. Жатки – ASTRA-00030. – Режим доступа : <https://astra-group.ua/ru/catalogue/tehnika/zhatki/oros-30.html> (08.12.2018).

79. Жатки для уборки подсолнечника «Zaffrani 940N» [Электронный ресурс] : Агросервер.ru. Российский агропромышленный сервер. – Режим доступа : <https://agroserver.ru/b/zhatka-dlya-uborki-podsolnechnika-zaffrani-940n-italiya-315213.htm> (11.02.2020).

80. Жатки «НАШ» для уборки подсолнечника [Электронный ресурс] : Мы завод ООО СП «Унисибмаш» в г. Новосибирск и мы производим. – Режим доступа : <https://ynisibmash.ru/ryadnye2> (14.02.2018).

81. Жатки подсолнечные «FANTINI» [Электронный ресурс] : Стандартная продукция. – Режим доступа : <http://www.fantinisrl.it/html/rus/standardgirasole.html> (23.02.2020).

82. ЖЕЛЕЗНЫЙ КОНЬ. РФ. Переоборудование зерноуборочных комбайнов для уборки различных культур [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://железный-конь.рф/pereoborudovanie-zernouborochnykh-kombajnov-dlya-uborki-razlichnykh-kultur> (14.10.2018).

83. *Зангиев, А. А.* Оптимизация параметров и режимов работы агрегатов для уборки зерновых культур по индустриально-поточной технологии / А. А. Зангиев, А. П. Андреев. – М. : Изд-во РНИИТЭИИТО АПК, 1996. – 124 с.

84. *Зангиев, А. А.* Эффективность использования зерноуборочных комбайнов / А. А. Зангиев // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2002. – № 6. – С. 6.

85. Зерноуборочные комбайны двухфазного обмолота : учебное пособие / Л. Н. Логинов [и др.]. – М. : Информационно-аналитический и консалтинговый центр, 1999. – 136 с.

86. Зерноуборочный комбайн «Дон-1500» и его модификации : учеб. пособие / А. Г. Рыбалко [и др.]. – Саратов, 2002. – 188 с.

87. Зерноуборочный комбайн «Енисей-950» и его модификации : учеб. пособие / А. Г. Рыбалко [и др.]. – Саратов, 2005. – 230 с.

88. Зерноуборочный комбайн Claas Lexion 780 [Электронный ресурс] : Kombainer.com. – Режим доступа : <http://kombajner.com/zernouborochnyj-kombajn-claas-lexion-780.html> (23.04.2019).

89. Зерноуборочные комбайны CLAAS Tucano 450-320 CLAAS [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.claas.ru/produktsiya/zyernouborochnyye-kombajny/tucano450-320-lrc> (10.04.2019).

90. Зерноуборочный комбайн CLAAS серии Tucano: 450, 440, 430, 340, 330, 320 [Электронный ресурс] : ТД БелАгроСельхозСнаб. Комбайны. – Режим доступа : <http://belagrosnab.ru/combines/tucano>.

91. Зюлин, А. Н. Зависимость чистоты зерна от состава исходного вороха при пневмоинерционной сепарации / А. Н. Зюлин // Механизация уборки зерновых культур : тр. ВАСХНИЛ. – М., 1985. – С. 35–39.

92. Исоев, У. Б. Совершенствование технологии воздушно-решётной очистки зерноуборочного комбайна СК-5 «Нива» путём улучшения приводного механизма : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 : защищена 24.05.2006 / Исоев У. Б. – Саратов, 2006. – С. 143.

93. Исследование коэффициентов решёт по площади соломотряса и по длине молотильного барабана зерноуборочных комбайнов / Е. Е. Дёмин [и др.] // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2016. – № 10. – С. 22–25.

94. Исследования коэффициентов площади решёт по площади соломотряса и по длине молотильного барабана зерноуборочных комбайнов / Е. Е. Дёмин [и др.] // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – № 10. – С. 17–20.

95. Капустин, В. П. Анализ потерь при уборке подсолнечника / В. П. Капустин, С. А. Кунаков // Вестник ТГТУ. – 2004. – Т. 10. – № 3. – С. 773–778.

96. CASE IH-431 [Электронный ресурс] : Сельхозтехника : Уборочная техника использованная : Сельхозтехника б/у. – Режим доступа : http://www.agriaffaires.ru/бу/Зерноуборочный_комбайн/1/3901/Case-IH-/531.html (15.08.2011).

97. CLAAS. Приставки для зерноуборочных комбайнов [Электронный ресурс] : SUNSPEED. – Режим доступа : <https://www.claas.ru/produktsiya/zyernouborochnyye-kombajny/pristavki-2019/pristavki-2019/sunspeed> (12.10.2019).

98. CLAAS SUNSPEED – уникальная жатка для подсолнечника [Электронный ресурс] : Корпорация МАЛКОМ. – Режим доступа : http://malkom.org/news/zhatki_dlya_podsolnechnika_sunspeed/ (12.02.2020).

99. Классификация подсолнечника [Электронный ресурс] : ХитАгро.RU. Всё о сельском хозяйстве. – Режим доступа : <http://hitagro.ru/klassifikaciya-podsolnechnika/> (12.03.2018).

100. Ковалёв, М. М. Снижение потерь при работе льнотеребильных аппаратов с поперечными ручьями / М. М. Ковалёв, А. В. Галкин, С. В. Просолов // Внедрение инновационных разработок в целях повышения экономической эффективности в льняном комплексе России : материалы Междунар. науч.-практ. конф. / Департамент сельского хозяйства, продовольственных ресурсов и торговли Вологодской области. – Вологда, 2011. – С. 99–103.

101. Ковалёв, М. М. Технологии и машины для комбинированной уборки льна-долгунца : дис. ... д-ра техн. наук : 05.20.01 : защищена 11.03.2010 / Ковалев М. М. – М., 2010. – 499 с.

102. Козлов, А. Ю. Статистический анализ данных в MS Excel : учебное пособие / А. Ю. Козлов, В. С. Мхитарян, В. Ф. Шишов. – М. : НИЦ ИНФРА-М, 2016. – 320 с.

103. Комбайн «Енисей-1200» : технические характеристики [Электронный ресурс] : Трактор-РЕВЮ. Интернет-журнал о сельскохозяйственной спецтехнике. – Режим доступа : <https://tractorreview.ru/kombaynyi/zernouborochnyie-kombaynyi/kombayn-enisey-1200-tehnicheskie-harakteristiki.html> (15.04.2019).

104. Комбайн зерноуборочный «Fendt 5220E, 52580E, 6250E» : руководство для оператора 2007 год. Руководство оператора. Ч. 12. Учебники. [Электронный ресурс] : Сельское хозяйство. – Режим доступа : https://www.zinref.ru/000_uchebniki/04800selskoe_kombaini/360_Fendt%205220E-5250E-6250E%20instruction/012.htm.

105. Комбайн зерноуборочный самоходный КЗС-1218 «Палессе GS12» : инструкция по эксплуатации / ПО «Гомсельмаш». – Гомель, 2009. – 181 с.

106. Комбайн зерноуборочный самоходный КЗС-812 «Палессе GS812» : инструкция по эксплуатации / ПО «Гомсельмаш». – Гомель, 2008. – 184 с.

107. Комбайны 9540, 9560, 9580, 9640, 9660 и 9680 WTS : руководство по эксплуатации. OMZ93362 [Электронный ресурс] : Издание А3 / John Deere

Werke Zweibrucken. – 565 с. – Режим доступа : http://sudoremont.com.ua/katalog/ag_john_deere/jd-3.htm.

108. Комбайны Sampo [Электронный ресурс] : Sampo-Rosenlew – Селекционные. Comia : О серии Comia. Серия Comia в деталях. – Режим доступа : http://www.sampo.com.ua/podrobno_o_sampo_comia.php.

109. *Константинов, М. М.* Методика расчета и обоснования параметров ленточного транспортера порционной жатки / М. М. Константинов, А. Н. Кондрашов, И. Н. Глушков // Известия ОГАУ. – 2012. – № 2 (34). – С. 65–69.

110. *Константинов, М. М.* Обоснование параметров транспортера порционной жатки / М. М. Константинов, Б. Н. Нуралин, И. Н. Глушков // Вестник КрасГАУ. – 2011. – № 12. – С. 209–215.

111. *Константинов, М. М.* Оценка уровня потери зерна за порционной жаткой, оснащённой устройством для образования стерневых кулис / М. М. Константинов, И. Н. Глушков // Известия ОГАУ. – 2016. – № 3 (59). – С. 86–89.

112. Концепция развития аграрной науки и научного обеспечения агропромышленного комплекса Российской Федерации на период до 2025 года : одобрено Общим годичным собранием Россельхозакадемии 13 февраля 2007 года и утверждено приказом Минсельхоза России 25 июня 2007 г. № 342 / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации ; Российская академия сельскохозяйственных наук. – М. : Россинформагротех, 2007. – 45 с.

113. *Кравченко, В. С.* Параметры и режимы обмолота початков кукурузы : дис. ... д-ра техн. наук / Кравченко В. С. – зерноград, 1997. – 483 с.

114. Курс высшей математики / В. Г. Зубков [и др.]. – М., 2007. – Т. 1. – 440 с.

115. *Кухмазов, К. З.* Снижение потерь семян подсолнечника при комбайновой уборке / К. З. Кухмазов, В. В. Фёдоров // Нива Поволжья. – 2013. – № 2 (27). – С. 83–88.

116. *Куцеев, В. В.* Обоснование параметров молотильного устройства для обмолота кукурузы в селекционном процессе : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Куцеев Владимир Васильевич. – Краснодар, 2000. – 20 с.

120. *Лесняк, О. Н.* Анализ причин возникновения потерь урожая зерновых культур / О. Н. Лесняк // Состояние и перспективы развития сельскохозяйственного машиностроения : материалы 4-й Междунар. науч.-практ. конф. в рамках 14-й Междунар. агропром. выставки «Интерагромаш – 2011», 2–3 марта 2011 г. / ДГТУ. – Ростов н/Д, 2011. – С. 115–118.

121. *Липкович, Э. И.* Процессы обмолота и сепарации в молотильных аппаратах зерноуборочных комбайнов : пособие для конструкторов зерноуборочных машин / ВНИПТИМЭСХ. – зерноград, 1973. – 168 с.

122. *Липкович, Э. И.* Техничко-экономическое обоснование сопровождения машинных технологий производства зерна / Э. И. Липкович // Машинно-технологическое обеспечение повышения производительности труда в растениеводстве и животноводстве : сб. науч. докл. XIII Междунар. науч.-практ. конф. – М., 2005. – С. 68–90.

123. *Липкович, Э. И.* Технология уборки зерновых с совмещением послеуборочных операций / Э. И. Липкович, Е. И. Трубилин, Г. Г. Маслов // Тракторы и сельхозмашины. – 2010. – № 12. – С. 48–49.

124. *Литтл, Т. М.* Сельскохозяйственное опытное дело. Планирование и анализ / Т. М. Литтл, Ф. Д. Хиллз ; пер. с англ. Б. Ф. Кирюшина ; под ред. и с предисл. Д. В. Васильевой. – М. : Колос, 1981. – 320 с.

125. «Лифтёр» – приспособление для уборки подсолнечника (жатка) [Электронный ресурс] : АгроСервер.ru. Российский агропромышленный сервер. – Режим доступа : <https://agroservers.ru/b/lifter-prisposoblenie-dlya-uborki-podsolnechnika-zhatka-518819.htm> (14.10.2019).

126. *Ловчиков, А. П.* К разработке математической модели функционирования подборщика зерноуборочного комбайна / А. П. Ловчиков, В. П. Ловчиков, О. С. Шагин // Актуальные проблемы науки XXI века : сб. тр. XX Междунар. науч.-практ. конф. – М., 2017. – С. 74–78.

127. *Ловчиков, А. П.* Техничко-технологические основы совершенствования зерноуборочных комбайнов с бильным молотильным аппаратом / А. П. Ловчиков. – Ульяновск : Зебра, 2016. – 111 с.

128. *Львовский, Е. Н.* Статистические методы построения эмпирических формул : учебное пособие / Е. Н. Львовский. – М. : Высшая школа, 1982. – 224 с.
129. *Люкшин, В. С.* Теория винтовых поверхностей в проектировании режущих инструментов / В. С. Люкшин. – М. : Машиностроение, 1967. – 372 с.
130. *Маркова, Е. В.* Планирование эксперимента в условиях неоднородностей / Е. В. Маркова, А. Н. Лисенков. – М. : Наука, 1973. – 230 с.
131. *Маслов, Г. Г.* Анализ качественных показателей работы зерноуборочных комбайнов с различными конструкциями молотильно-сепарирующих устройств / Г. Г. Маслов, Б. Ю. Мартынов, А. В. Беляев // Тракторы и сельхозмашины. – 2018. – № 1. – С. 17–20.
132. *Маслов, Г. Г.* Стратегия механизации процессов производства высококачественной пшеницы / Г. Г. Маслов, В. Т. Ткаченко, Н. А. Ринас // Политематический сетевой электронный журнал Кубанского ГАУ. – 2018. – № 135. – С. 80–91.
133. Масложировой союз России. Жирный вопрос : как поделят мировой рынок подсолнечного масла Украина и Россия [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://mzhshr.ru/news/novosti-otrasli/zhirnyij-vopros-kak-podelyat-mirovoj-ryinok-podsolnechnogo-masla-ukraina-i-rossiya> (11.04.2018).
134. Мастерская своего дела. Сушка и хранение семян подсолнечника [Электронный ресурс] : Особенности хранения семян подсолнечника. – Режим доступа : <https://msd.com.ua/sushka-i-xranenie-semyan-podsolnechnika/osobennosti-xraneniya-semyan-podsolnechnika/> (11.10.2018).
135. Машины для уборки сельскохозяйственных культур : учеб. пособие / Е. И. Трубилин [и др.]. – Краснодар, 2009 г. – 199 с.
136. *Мельников, С. В.* Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов / С. В. Мельников, В. Р. Алёшин, П. М. Рощин. – Л. : Колос, 1980. – 263 с.
137. Методика определения экономической эффективности технологий и сельскохозяйственной техники : нормативно-справочный материал. – М., 2001. – Ч. 2. – 251 с.

138. Методика экономической оценки сельскохозяйственной техники / Н. С. Власов [и др.]. – М. : Колос, 1986. – 223 с.

139. Механизмы и технологии [Электронный ресурс] : Очистительная система зерноуборочных комбайнов. – Режим доступа : <https://mehanik-ua.ru/uzly-i-detali/835-ochistitelnaya-sistema-zernouborochnykh-kombajnov.html> (10.02.2019).

140. Милюткин, В. А. Анализ использования комбайнового парка Самарской области и повышение эффективности его эксплуатации / В. А. Милюткин, А. Г. Жданов, А. В. Милюткин // Энергосберегающие технологии механизации сельского хозяйства : сб. науч. тр. / Самарская ГСХА. – Самара, 1998. – С. 81–84.

141. Министерство сельского хозяйства Саратовской области [Электронный ресурс] : Программа «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия в Саратовской области на 2014–2020 гг. – Режим доступа : <http://minagro.saratov.gov.ru> (15.05.2015).

142. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. Департамент научно-технологической политики и образования. Федеральное государственное бюджетное учреждение Северо-Кавказская Государственная Зональная Машиноиспытательная станция [Электронный ресурс] : Отчет о выполнении информационной услуги по результатам испытаний приспособления для уборки подсолнечника ПСП-610 (на основании протокола № 11-21-15 шифр 5060132 от 16 ноября 2015 года). – Режим доступа : http://skmis.ru/test/test_result/2015/periodicheskie/mashiny_zagotovki_kormov/prisposoblenie_psp-610.html (05.10.2018).

143. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. Департамент растениеводства, механизации, химизации и защиты растений. ФГБУ Поволжская государственная зональная машиноиспытательная станция. Протокол испытаний № 08-92-2018 (5060227) от 14 декабря 2018 года [Электронный ресурс] : Приспособление для уборки подсолнечника Sunmaster 870. – Режим доступа : https://docviewer.yandex.ru/view/0/?*=kYFw0uBoV0G0PX0dpk6EvzPaFIJ7InVybcI6Imh0dHA6Ly9zaXN0ZW1hbWlzLnJ1L3Byb3RvY29scy8yMDE4L3B2OTIxOC5wZGYiL

144. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. Департамент растениеводства, механизации, химизации и защиты растений. ФГБУ Северо-Кавказская Государственная Зональная Машиноиспытательная станция [Электронный ресурс] : Приспособление для уборки подсолнечника ПСП-810-05. – Режим доступа : http://www.skmis.ru/test/test_result/2011/test_period/zernouborochnaya_tekhnika/pri_sposoblenie_uborki_podsolnechnika_psp_810_05.html (11.06.2018).

145. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. Департамент научно-технологической политики и образования. ФГБУ Северо-Кавказская государственная зональная машиноиспытательная станция [Электронный ресурс] : Протокол приемочных испытаний № 11-47-13 (1060042) от 19 декабря 2013 года. Приспособление 8-рядное для уборки подсолнечника ПРП-8. – Режим доступа : https://docviewer.yandex.ru/view/0/?*=421rGa%2BAoQAwdyjScdFSyPW7zX17InVybCI6Imh0dHA6Ly9zaXN0ZW1hbWlzLnJ1L3Byb3RvY29scy8yMDEzL3NrNDcxMy5kb2MiLCJ0aXRzZSI6InNrNDcxMy5kb2MiLCJub2lmcmFtZSI6dHJ1ZSwidWlkIjoiMCIsInRzIjoxNTU4NTI4MDk0ODUzLCJ5dSI6IjY0NzUyMzQyMTE0NDk1NjQxMTUiLCJzZXJ

wUGFyYW1zIjoibGFuZz1ydSZ0bT0xNTU4NTI4MDg3JnRsZD1ydSZuYW1lPXNrND
 cxMy5kb2MmdGV4dD0lRDAIOUYlRDElODAlRDAIQjglRDElODElRDAIQkYlRDAI
 QkUlRDElODElRDAIQkUlRDAIQjElRDAIQkIlRDAIQjUlRDAIQkQlRDAIQjglRDAIQ
 jUrOC0lRDAIQkMlRDAIQjgrJUQxJTgwJUQxJThGJUQwJUI0JUQwJUJEJUQwJUJFJ
 UQwJUI1KyVEMCVCNCVEMCVCQiVEMSU4RisIRDElODMlRDAIQjElRDAIQkUl
 RDElODAlRDAIQkElRDAIQjgrJUQwJUJGJUQwJUJFJUQwJUI0JUQxJTgxJUQwJUJ
 FJUQwJUJCJUQwJUJEJUQwJUI1JUQxJTg3JUQwJUJEJUQwJUI4JUQwJUJBJUQwJ
 UIwKyVEMCU5RiVEMCVBMCVEMCU5Ri04KyVEMCVCRiVEMSU4MCVEMCV
 CRSVEMSU4MiVEMCVCRSVEMCVCQSVEMCVCRSVEMCVCQiZ1cmw9aHR0cC
 UzQS8vc2lzdGVtYW1pcy5ydS9wcm90b2NvbHMvMjAxMy9zazQ3MTMuZG9jJmxyP
 TE5NCZtaW1lPWVYyZsMTBuPXJlJnNpZ249Mzg4YmEzYTI1ZjlyMWMxMTc3NjZ
 jOWU0NmM5ODc1NWYma2V5bm89MCI9&lang=ru (14.06.2018).

146. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. Департа-
 мент растениеводства механизации, химизации и защиты растений. ФГБУ Северо-
 Кавказская Государственная Машиноиспытательная Станция [Электронный ре-
 сурс] : Отчет № 11-32-14 (5060212) от 05 декабря 2014 года выполнения информа-
 ционной услуги по результатам испытаний сельскохозяйственной машины приспособ-
 ления для уборки подсолнечника ПСП-810-13. – Режим доступа :
https://docviewer.yandex.ru/view/0/?*=YGQkXDd3vk0TrH7lkU8YQRhWrfp7InVybcI6Imh0dHA6Ly9zaXN0ZW1hbWlzLnJlL3Byb3RvY29scy8yMDE0L3NrMDMyMTQuZG9jIiwidGl0bGUlOiJzazAzMjE0LmRvYyIsIm5vaWZyYW1lIjp0cnVlLCJ1aWQiOiIwIiwidHMlOiJlNTg1Mjg0ODU1NTUsInl1IjoilNjQ3NTIzNDIxMTQ0OTU2NDEuNSIsInNlcuBQYXJhbXMiOiJsYW5nPXJlJnRtPTE1NTg1Mjg0NzYmdGxkPXJlJm5hbWU9c2swMzIxNC5kb2MmdGV4dD0lRDAIOUYlRDElODAlRDAIQjglRDElODElRDAIQkYlRDAIQkUlRDElODElRDAIQkUlRDAIQjElRDAIQkIlRDAIQjUlRDAIQkQlRDAIQjglRDAIQjUrJUQwJUI0JUQwJUJCJUQxJThGKyVEMSU4MyVEMCVCMSVEMCVCRSVEMSU4MCVEMCVCQSVEMCVCOCslRDAIQkYlRDAIQkUlRDAIQjQlRDElODElRDAIQkUlRDAIQkIlRDAIQkQlRDAIQjUlRDElODclRDAIQkQlRDAIQjglRDAIQkElRDAIQjArJUQwJTlGJUQwJUExJUQwJTlGLTgxMCI0xMyslRDAIQkYlRDElODAlRDAIQkUlRDElODIlRDAIQkUlRDAIQkElRDAIQkUlRDAIQkImdXJsPWWh0dHAIM

0EvL3Npc3RlbWFtaXMucnUvcHJvdG9jb2xzLzlwMTQvc2swMzIxNC5kb2MmbHI9MTk0Jm1pbWU9ZG9jJmwxMG49cnUmc2lnbj1kMWRkOTZmOGMzMjI4YjQ0MTA5MWI4YWRkY2I5MDAzNiZrZXlubz0wIn0%3D&lang=ru (14.06.2018).

147. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. Департамент растениеводства, механизации, химизации и защиты растений. ФГБУ Северо-Кавказская ГЗМИС [Электронный ресурс] : Протокол испытаний № 11-32-17 (5060462) от 11 декабря 2017 года. Приспособление для уборки подсолнечника ПСП-810-13. – Режим доступа : http://skmis.ru/test/test_result/2017/periodicheskie/zernouborochnaya/prisposoblenie_psp-810-13.html (15.06.2018 г.).

148. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. Департамент технической политики. Российский научно-исследовательский институт по испытанию сельскохозяйственных машин [Электронный ресурс] : Протокол испытаний № 07-82-83-84-85-02 (4060232, 4060252, 4060272, 4060282) от 09 декабря 2002 года. Комбайн зерноуборочный «Дон-091». – Режим доступа : https://docviewer.yandex.ru/view/0/?page=1&*=WxVP4dBNnlERpvvxX2wpCv0UvAJ7InVybcI6Imh0dHA6Ly9zaXN0ZW1hbWlzLnJlL3Byb3RvY29scy9iZC90bTgyLTg1MDluZG9jIiwidGl0bGU0bTgyLTg1MDluZG9jIiwibm9pZnJhbWUiOnRydWUsInVpZCI6IjAiLCJ0cyI6MTU1ODU1NTQ2NzA3OCwieXUiOiIxNTIxMTQwNjcXNTU4NTQ4MTQ5Iiwic2VycFBhcmFtcyI6Imxhbmc9cnUmdG09MTU1ODU1NTQ1NCZ0bGQ9cnUmbmFtZT10bTgyLTg1MDluZG9jJnRleHQ9JUQwJTlIGKyVEMSU4MCslRDAIQkUrJUQxJTgyKyVEMCVCRSslRDAIQkErJUQwJUJFKyVEMCVCCQislRDAIQjgrJUQxJTgxKyVEMCVCRislRDElOEIrlJUQxJTgyKyVEMCVCMCslRDAIQkQrJUQwJUJ4KyVEMCVCCOSslRTElODQlOTYrMDctODItODMtODQtODUtMDlrJTI4NDA2MDIzMiUyQys0MDYwMjUyJTJDKzQwNjAyNzllMkMrNDA2MDI4MiUyOSZ1cmw9aHR0cCUzQS8vc2lzdGVtYW1pcy5ydS9wcm90b2NvbHMvYmQvdG04Mi04NTAyLmRvYyZscj0xOTQmbWltZT1kb2MmbDEwbj1ydSZzaWduPWlwYjY5Yjc5NjRhNzUzN2ZlNzIxMxZGZlZjkyYzY4YjcyJmtleW5vPTAifQ%3D%3D&lang=ru (16.06.2018).

149. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. Департамент научно-технологической политики и образования. Алтайская государ-

ственная зональная машиноиспытательная станция : Протокол испытаний № 01-59-13 (5060092) от 20 ноября 2013 года. Приспособление для уборки подсолнечника НАШ-873-04. – Режим доступа : [150. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. Департамент научно-технологической политики и образования. Кубанская государственная зональная машиноиспытательная станция \[Электронный ресурс\] : Протокол испытаний № 07-72-2008 \(4060212\) от 19 декабря 2008 года. Приспособление для уборки подсолнечника ПСП-810. – Режим доступа : \[https://docviewer.yandex.ru/view/0/?*=dOtmA6G9pLn3EHewKZQgB%2F79mX57InVyCI6Imh0dHA6Ly9zaXN0ZW1hbWlzLnJ1L3Byb3RvY29scy9iZC9rdTcyMDguZG9jliwidGl0bGUiOiJrdTcyMDguZG9jliwibm9pZnJhbWUiOnRydWU5LnVpZCI6\]\(https://docviewer.yandex.ru/view/0/?*=dOtmA6G9pLn3EHewKZQgB%2F79mX57InVyCI6Imh0dHA6Ly9zaXN0ZW1hbWlzLnJ1L3Byb3RvY29scy9iZC9rdTcyMDguZG9jliwidGl0bGUiOiJrdTcyMDguZG9jliwibm9pZnJhbWUiOnRydWU5LnVpZCI6\)](https://docviewer.yandex.ru/view/0/?*=cW%2FGcKhqSgYfB0cjFYumf0wryqp7InVybCI6Imh0dHA6Ly9zaXN0ZW1hbWlzLnJ1L3Byb3RvY29scy8yMDEzL2FsNTkxMy5kb2MiLCJ0aXRsZSI6ImFsNTkxMy5kb2MiLCJub2lmcmFtZSI6dHJ1ZSwidWlkjoiMCI6ImRzIjoxNTU4NTU1ODY2MzA5LCJ5dSI6IjE1MjExNDA2NzE1NTg1NDgxNDkiLCJzZXJwUGFyYW1zIjoibGFuZz1ydSZ0bT0xNTU4NTU1ODUwJnRsZD1ydSZuYW1lPWFsNTkxMy5kb2MmdGV4dD0lRDAIQjglRDElODElRDAIQkYlRDElOEIlRDElODIlRDAIQjAlRDAIQkQlRDAIQjglRDAIQjkrJUUYJTg0JTk2KzAxLTU5LTEzKyUyODUwNjAwOTIlMjkrJUQwJUJFJUQxJTgyKzIwKyVEMCVCR CVEMCVCRSVEMSU4RiVEMCVCM SVEMSU4MCVEMSU4RisYMDZKyVEMCVCMYVEMCVCRSVEMCVCM CVEMCVCMC4rJUQwJTIgJUQxJTgwJUQwJUI4JUQxJTgxJUQwJUJGJUQwJUJFJUQxJTgxJUQwJUJFJUQwJUIxJUQwJUJCJUQwJUI1JUQwJUJEJUQwJUI4JUQwJUI1KyVEMCVCM CVEMCVCMCQiVEMSU4RisIRDElODMlRDAIQjElRDAIQkUlRDElODAlRDAIQkElRDAIQjgrJUQwJUJGJUQwJUJFJUQwJUI0JUQxJTgxJUQwJUJFJUQwJUJCJUQwJUJEJUQwJUI1JUQxJTg3JUQwJUJEJUQwJUI4JUQwJUJBJUQwJUIwKyVEMCU5RCVEMCU5MCVEMCVBOC04NzMtMDQuJnVybd1odHRwJTNBLY9zaXN0ZW1hbWlzLnJ1L3Byb3RvY29scy8yMDEzL2FsNTkxMy5kb2MmbHI9MTk0Jm1pbWU9ZG9jJmwxMG49cnUmc2lnbj03ZTllNjZkMjA3MGY2OTZhOTc1MTVlZmFkMjg2ZWl4OSZrZXlubz0wIn0%3D&lang=ru (16.06.2018).</p>
</div>
<div data-bbox=)

IjAiLCJ0cyI6MTU1ODU1NjU4MzM3MSwieXUiOiIxNTIxMTQwNjcxNTU4NTQ
4MTQ5Iiwic2VycFBhcmFtcyI6Imxhbmc9cnUmdG09MTU1ODU1NjU3MSZ0bGQ
9cnUmbmFtZT1rdTcyMDguZG9jJnRleHQ9JUQwJTlGJUQxJTgwJUQwJUI4JUQx
JTgxJUQwJUJGUQwJUJFUQxJTgxJUQwJUJFUQwJUIxJUQwJUJCJUQwJUI1
JUQwJUJEJUQwJUI4JUQwJUI1KyVEMCV CNCVEMCV CQi VEMS U4RisIRDEI
ODMI RDAIQjEI RDAIQkUI RDEI ODAIRDAIQkEI RDAIQjgrJUQwJUJGUQwJUJF
JUQwJUI0JUQxJTgxJUQwJUJFUQwJUJCJUQwJUJEJUQwJUI1JUQxJTg3JUQw
JUJEJUQwJUI4JUQwJUJB JUQwJUIwKyVEMCU5RiVEMCVBMSVEMCU5Ri04
MTArJUQwJUJGUQxJTgwJUQwJUJFUQxJTgyJUQwJUJFUQwJUJB JUQwJUJ
FJUQwJUJCKyVEMCVCOCVEMS U4MSVEMCVCRCiVEMS U4QiVEMS U4MiVE
MCVCM CVEMCVCRCVEMCVCOCVEMCVCOSsxMS0zMi0xNyZ1cmw9aHR0c
CUzQS8vc2lzdGVtYW1pcy5ydS9wcm90b2NvbHMvYmQva3U3MjA4LmRvYyZs
cj0xOTQmbWltZT1kb2MmbDEwbj1ydSZzaWduPTVhYWExYmRjMzc2NDFiMjE
xMjRmYTgwZjkxZml2YjkzJmtleW5vPTAifQ%3D%3D&lang=ru (17.06.2018).

151. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. Управление мелиорации и технического обеспечения. Федеральное агентство по сельскому хозяйству. ФГУ Северо-Кавказская ГЗМИС [Электронный ресурс] Протокол испытаний № 11-39-04 (1060082) от 26 ноября 2004 года приспособления для уборки подсолнечника РСМ-081.52 к комбайну РСМ-081. – Режим доступа : https://docviewer.yandex.ru/view/0/?page=5&*=Av2QnL%2FPu5OquXwII7YmPLI3bYl7InVybCI6Imh0dHA6Ly9zaXN0ZW1hbWlzLnJlL3Byb3RvY29scy9iZC9zazM5MDQuZG9jIiwidGl0bGUiOiJzazM5MDQuZG9jIiwibm9pZnJhbWUiOnRydWUsInVpZCI6IjAiLCJ0cyI6MTU1ODU1NzE4MTkzMywieXUiOiIxNTIxMTQwNjc4NTU4NTQ4MTQ5Iiwic2VycFBhcmFtcyI6Imxhbmc9cnUmdG09MTU1ODU1NzE2OSZ0bGQ9cnUmbmFtZT1zazM5MDQuZG9jJnRleHQ9JUQwJUJGJUQxJTgwJUQwJUI4JUQxJTgxJUQwJUJGJUQwJUJFJUQxJTgxJUQwJUJFJUQwJUIxJUQwJUJCJUQwJUI1JUQwJUJEJUQwJUI4JUQxJTgKkyVEMCVCMCVEMCVCCiVEMSU4RisIRDElODMIRDAIQjElRDAIQkUlRDElODAlRDAIQkElRDAIQjgrJUQwJUJGJUQwJUJFJUQwJUI0JUQxJTgxJUQwJUJFJUQwJUJCJUQwJUJEJUQwJUI1JUQxJTg3JUQwJUJEJUQwJUI4JUQwJUJBJUQwJUIwKyVEMCVBMCVEMCVBMSVEMCU5Qy0wODEuNTlrJUQwJUJB

KyVEMCVVCQSVEMCVCRSVEMCVVCQyVEMCVCMMSVEMCVCMCVEMCVVCOS
 VEMCVCRCVEMSU4MyslRDAIQTAIRDAIQTEIRDAIOUMtMDgxLiZ1cmw9aHR0
 cCUzQS8vc2lzdGVtYW1pcy5ydS9wcm90b2NvbHMvYmQvc2szOTA0LmRvYyZscj0
 xOTQmbWltZT1kb2MmbDEwbj1ydSZzaWduPTM3MDQ2NjFhZWJlMTI1ZTAyODE
 5MGE2NTc1Y2Y2MzdmJmtleW5vPTAifQ%3D%3D&lang=ru (18.06.2018).

152. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. Департа-
 мент технической политики ФГУ Северо-Кавказская МИС [Электронный ресурс] :
 Протокол испытаний № 11-51-02 (40602772) приспособления для уборки подсол-
 нечника РСМ-091.52 от 11 декабря 2002 года. – Режим доступа :
[153. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. Департа-
 мент научно-технологической политики и образования. ФГБУ Северо-Кавказская
 ГЗМИС \[Электронный ресурс\] : Отчет о выполнении информационной услуги по
 результатам испытаний приспособления 12-рядного для уборки подсолнечника
 ППП-12 к зерноуборочному комбайну \(на основании протокола № 11-26-15 шифр](https://docviewer.yandex.ru/view/0/?page=4&*=5Q6xosAawu32p5SQxKOEvtjpMal7InVybCI6Imh0dHA6Ly9zaXN0ZW1hbWlzLnJ1L3Byb3RvY29scy9iZC9zazUxMDluZG9jIiwidGl0bGUiOiJzazUxMDluZG9jIiwibm9pZnJhbWUiOnRydWUsInVpZCI6IjAiLCJ0cyI6MTU1ODU1Nzg1MjcXNSwieXUiOiIxNTIxMTQwNjcXNTU4NTQ4MTQ5Iiwic2VycFBhcmFtcyI6Imxhbmc9cnUmdG09MTU1ODU1Nzg0NCZ0bGQ9cnUmbmFtZT1zazUxMDluZG9jJnRleHQ9JUQwJUJGJUQxJTgwJUQwJUI4JUQxJTgxJUQwJUJGJUQwJUJFJUQxJTgxJUQwJUJFJUQwJUIxJUQwJUJCJUQwJUI1JUQwJUJEJUQwJUI4JUQxJThGKyVEMCVVCNCVEMCVVCQiVEMSU4RisIRDElODMIRDAIQjElRDAIQkUIRDElODAlRDAIQkElRDAIQjgrJUQwJUJGJUQwJUJFJUQwJUI0JUQxJTgxJUQwJUJFJUQwJUJCJUQwJUJEJUQwJUI1JUQxJTg3JUQwJUJEJUQwJUI4JUQwJUJBJUQwJUJwKyVEMCVBMCVEMCVBMSVEMCU5Qy0wOTEuNTIrJUQwJUJGJUQxJTgwJUQwJUJFJUQxJTgyJUQwJUJFJUQwJUJBJUQwJUJFJUQwJUJCKyVEMCVCRSVEMSU4MisxMSslRDAIQjQIRDAIQjUIRDAIQkElRDAIQjAlRDAIQjElRDElODAlRDElOEYmdXJsPWWh0dHA1M0EvL3Npc3RlbWFtaXMucnUvcHJvdG9jb2xzL2JkL3NrNTEwMi5kb2MmbHI9MTk0Jm1pbWU9ZG9jJmwxMG49cnUmc2lnbj1mMjgxNTE4YjRkN2JkM2ExYzc1ODc2ZWYzMDhkYjc3YSZrZXlubz0wIn0%3D&lang=ru (18.06.2018).</p>
</div>
<div data-bbox=)

1060042 от 20 ноября 2015 года). – Режим доступа : http://skmis.ru/test/test_result/2015/prijomochnye/zernouborochnaya_tekhnika/prsposome_nie_prp-12.html (18.06.2018).

154. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. Департамент технической политики. Алтайская ГЗМИС [Электронный ресурс] : Протокол испытаний № 01-46-02 (4060272) от 4 декабря 2002 г. Приспособление для уборки подсолнечника РСМ-091.52 Режим доступа : https://docviewer.yandex.ru/view/0/?*=1vbf0DUhDPRsfcdLD%2BJ089ob%2BNl7InVybCI6Imh0dHA6Ly9zaXN0ZW1hbWlzLnJlL3Byb3RvY29scy9iZC9hbDQ2MDIuZG9jIiwidG10bGUiOiJhbDQ2MDIuZG9jIiwibm9pZnJhbWUiOnRydWUsInVpZCI6IjAiLCJ0cyI6MTU1ODU1ODg2MDkxMiwieXUiOiIxNTIxMTQwNjcXNTU4NTQ4MTQ5Iiwic2VycFBhcmFtcyI6Imxhbmc9cnUmdG09MTU1ODU1ODg1NCZ0bGQ9cnUmbmFtZT1hbDQ2MDIuZG9jJnRleHQ9JUQwJUJGJUQxJTgwJUQwJUI4JUQxJTgxJUQwJUJGJUQwJUJFJUQxJTgxJUQwJUJFJUQwJUIxJUQwJUJCJUQwJUI1JUQwJUJEJUQwJUI4JUQxJThGKyVEMCVCNVCVEMCVVCQiVEMSU4RisIRDElODMIRDAIQjElRDAIQkUIRDElODAIRDAIQkElRDAIQjgrJUQwJUJGJUQwJUJFJUQwJUI0JUQxJTgxJUQwJUJFJUQwJUJCJUQwJUJEJUQwJUI1JUQxJTg3JUQwJUJEJUQwJUI4JUQwJUJBJUQwJUIwKyVEMCVBMCVEMCVBMSVEMCU5Qy0wOTEuNTIrJUQwJUJGJUQxJTgwJUQwJUJFJUQxJTgyJUQwJUJFJUQwJUJBJUQwJUJFJUQwJUJCKyVEMCVCRSVEMSU4Mis0KyVEMCVCNVCVEMCVCNSEMCVCQSVEMCVCMCVEMCVCMSEVEMSU4MCVEMSU4RiZ1cmw9aHR0cCUzQS8vc2lzdGVtYW1pcy5ydS9wcm90b2NvbHMvYmQvYWw0NjAyLmRvYyZscj0xOTQmbWltZT1kb2MmbDEwbj1ydSZzaWduPWlwNmE3YTY1N2Y4YzljMjRkMmFmZmQ4YTFhZjc0NTZiJmtleW5vPTAifQ%3D%3D&lang=ru (18.06.2018).

155. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. Департамент научно-технологической политики и образования. Кубанская ГЗМИС [Электронный ресурс] : Протокол испытаний № 07-69-2008 (4060222). Приспособление для уборки подсолнечника ПСП-1210. – Режим доступа : https://docviewer.yandex.ru/view/0/?page=1&*=0dDkuIQ7gi0TFa4Q%2Fv6ifg%2FXnMZ7InVybCI6Imh0dHA6Ly9zaXN0ZW1hbWlzLnJlL3Byb3RvY29scy9iZC9rdTY5M

DguZG9jliwidGl0bGUiOiJrdTY5MDguZG9jliwibm9pZnJhbWUiOnRydWUsInVpZCI6IjAiLCJ0cyI6MTU1ODU1OTA5NTgxMCwieXUiOiIxNTIxMTQwNjcxNTU4NTQ4MTQ5Iiwic2VycFBhcmFtcyI6Imxhbmc9cnUmdG09MTU1ODU1OTA3MCZ0bGQ9cnUmbmFtZT1rdTY5MDguZG9jJnRleHQ9JUQwJUJGJUQxJTgwJUQwJUI4JUQxJTgxJUQwJUJGJUQwJUJFJUQxJTgxJUQwJUJFJUQwJUIxJUQwJUJCJUQwJUI1JUQwJUJEJUQwJUI4JUQwJUI1KyVEMCVCCNCVEMCVCCQiVEMSU4RisIRDElODMIRDAIQjElRDAIQkUIRDElODAlRDAIQkElRDAIQjgrJUQwJUJGJUQwJUJFJUQwJUI0JUQxJTgxJUQwJUJFJUQwJUJCJUQwJUJEJUQwJUI1JUQxJTg3JUQwJUJEJUQwJUI4JUQwJUJBJUQwJUIwKyVEMCVCCriVEMSU4MS02JUQwJUIwLTAXKyVEMCVCCVEMSU4MSVEMCVCCriVEMSU4QiVEMSU4MiVEMCVCCMCVEMCVCCRCVEMCVCCVEMSU4RiZ1cmw9aHR0cCUzQS8vc2lzdGVtYW1pcy5ydS9wcm90b2NvbHMvYmQva3U2OTA4LmRvYyZscj0xOTQmbWltZT1kb2MmbDEwbj1ydSZzaWduPTdjOGM0ZGJjZmM5YzQ1NzE4ZmVlMDE2MzgzZml4ZmViJmtleW5vPTAifQ%3D%3D&lang=ru (18.06.2018).

156. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. Департамент научно-технологической политики и образования. ФГБУ Поволжская ГЗМИС [Электронный ресурс] : Протокол испытаний № 08-119-2013 (5060152) от 24 декабря 2013 года. Приспособление для уборки подсолнечника УПЗ-6,25. – Режим доступа : https://docviewer.yandex.ru/view/0/?page=1&*=6L706AhZKhkbt9Jlzt4yH6hZL97InVybcI6Imh0dHA6Ly9zaXN0ZW1hbWlzlNj1L3Byb3RvY29scy8yMDEzL3B2MTE5MTMuZG9jliwidGl0bGUiOiJwdjExOTEzLmRvYyIsIm5vaWZyYW1lIjp0cnVlLCJ1aWQiOiIwIiwiaWwidHMwIjE1NTg1NTk3NDQ3MTUsInl1Ijo1MTUyMTE0MDY3MTU1ODU0ODE0OSIsInNlcuBQYXJhbXMiOiJsYW5nPXJ1JnRtPTE1NTg1NTk3MzcmdGxkPXJ1Jm5hbWU9cHYxMTkxMy5kb2MmdGV4dD0lRDAIQkYlRDElODAlRDAIQjglRDElODElRDAIQkYlRDAIQkUIRDElODElRDAIQkUIRDAIQjElRDAIQkIlRDAIQjUIRDAIQkQlRDAIQjglRDAIQjUrJUQwJUI0JUQwJUJCJUQxJTgKkyVEMSU4MyVEMCVCCMSVEMCVCCRSVEMSU4MCVEMCVCCQSVEMCVCCOCslRDAIQkYlRDAIQkUIRDAIQjQlRDElODElRDAIQkUIRDAIQkIlRDAIQkQlRDAIQjUIRDElODclRDAIQkQlRDAIQjglRDAIQkElRDAIQjArJUQwJUEzJUQwJTlGJUQwJTtk3KyVEMCVCCOCVEMSU4MSVEMCVCCriVEMSU4QiVEMSU4MiVEMCVCCMCVEMCVCCRCVEMCVCCOCVEMSU4RiZ1cmw9aHR0cCUzQS8vc2lzdGVtYW1pcy5ydS9wcm90b2NvbHMvYmQva3U2OTA4LmRvYyZscj0xOTQmbWltZT1kb2MmbDEwbj1ydSZzaWduPTdjOGM0ZGJjZmM5YzQ1NzE4ZmVlMDE2MzgzZml4ZmViJmtleW5vPTAifQ%3D%3D&lang=ru

VtYW1pcy5ydS9wcm90b2NvbHMvMjAxMy9wdjExOTZlMmRvYyZscj0xOTQmbWltZT1kb2MmbDEwbj1ydSZzaWduPTAwMDZjNDZhNzJkMWFmZTRiM2RmOWI3NDViOTVkYzkwJmtleW5vPTAifQ%3D%3D&lang=ru (18.06.2018).

157. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. Департамент технической политики. Алтайская ГЗМИС [Электронный ресурс] : Протокол испытаний № 01-44-00 (1060012) от 23 ноября 2000 года. Приспособление для уборки подсолнечника ПКД-873. – Режим доступа : [158. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. Департамент растениеводства, механизации, химизации и защиты растений. Алтайская ГЗМИС \[Электронный ресурс\] : Протокол испытаний № 01-89-18 \(5060382\) от 18.12.2018. Жатка сплошного среза для уборки подсолнечника RSM SS-920.13 «Sun Stream». – Режим доступа : \[https://docviewer.yandex.ru/view/0/?*=%2BzrJQo%2FJa5%2BLQZnOiBHbozlsdF97InVybCI6Imh0dHA6Ly9zaXN0ZW1hbWlzLnJ1L3Byb3RvY29scy8yMDE4L2FsO\]\(https://docviewer.yandex.ru/view/0/?*=%2BzrJQo%2FJa5%2BLQZnOiBHbozlsdF97InVybCI6Imh0dHA6Ly9zaXN0ZW1hbWlzLnJ1L3Byb3RvY29scy8yMDE4L2FsO\)](https://docviewer.yandex.ru/view/0/?page=1&*=daxS5u9GvtkOKKZJjpU%2BjqEuN3V7InVybCI6Imh0dHA6Ly9zaXN0ZW1hbWlzLnJ1L3Byb3RvY29scy9iZC9hbDQ0MDAuZG9jliwidGl0bGUiOiJhbDQ0MDAuZG9jliwibm9pZnJhbWUiOnRydWUsInVpZCI6IjAiLCJ0cyI6MTU1ODU2MDI0NzQxOCwieXUiOiIxNTIxMTQwNjcXNTU4NTQ4MTQ5Iiwic2VycFBhcmFtcyI6Imxhbmc9cnUmdG09MTU1ODU2MDI0MCZ0bGQ9cnUmbmFtZT1hbDQ0MDAuZG9jJnRleHQ9JUQwJUJGJUQxJTgwJUQwJUI4JUQxJTgxJUQwJUJGJUQwJUJFJUQxJTgxJUQwJUJFJUQwJUIxJUQwJUJCJUQwJUI1JUQwJUJEJUQwJUI4JUQwJUI1KyVEMCVCNCVEMCVCQiVEMSUSU4RisIRDElODMlRDAIQjElRDAIQkUlRDElODAlRDAIQkElRDAIQjgrJUQwJUJGJUQwJUJFJUQwJUI0JUQxJTgxJUQwJUJFJUQwJUJCJUQwJUJEJUQwJUI1JUQxJTg3JUQwJUJEJUQwJUI4JUQwJUJBJUQwJUIwKyVEMCVCNCQiVEMCVCOCVEMSUSU4NCVEMSUSU4MiVEMCVCNSVEMSUSU4MCslRDAIQjglRDElODElRDAIQkYlRDElOEIlRDElODIlRDAIQjAlRDAIQkQlRDAIQjglRDElOEYmdXJsPWWh0dHAlM0EvL3Npc3RlbWFtaXMucnUvcHJvdG9jb2xzL2JkL2FsNDQwMC5kb2MmbHl9MTk0Jm1pbWU9ZG9jJmwxMG49cnUmc2lnbj0yMjcXZTEzOTFiNGRiMzcXMTJlY2QxZDNkY2M4ZGM0MyZrZXlubz0wIn0%3D&lang=ru (18.06.2018).</p>
</div>
<div data-bbox=)

DkxOC5wZGYiLCJ0aXR5ZSI6ImFsODkxOC5wZGYiLCJub2lmcmFtZSI6dHJ1ZS
widWlkIjoiMCIsInRzIjoxNTU4NTYwNzAyOTkzLCJ5dSI6IjE1MjExNDA2NzE1N
Tg1NDgxNDkiLCJzZXJwUGFyYW1zIjoiOGFuZz1ydSZ0bT0xNTU4NTYwNjg4Jn
RsZD1ydSZuYW1lPWFsODkxOC5wZGYmdGV4dD0lRDAIQjYlRDAIQjAlRDEl
ODIlRDAIQkElRDAIQjArJUQwJUI0JUQwJUJCJUQxJThGKyVEMSU4MyVEMC
VCMSVEMCVCRSVEMSU4MCVEMCVCCSVEMCVCOCSlRDAIQkYlRDAIQk
UIRDAIQjQlRDElODElRDAIQkUIRDAIQkIlRDAIQkQlRDAIQjUIRDElODElRDA
IQkQlRDAIQjglRDAIQkElRDAIQjArJUQwJUI4JUQxJTgxJUQwJUJGJUQxJThCJ
UQxJTgyJUQwJUIwJUQwJUJEJUQwJUI4JUQxJThGJnVybD1odHRwJTNBLY9za
XN0ZW1hbWlzLnJ1L3Byb3RvY29scy8yMDE4L2FsODkxOC5wZGYmbHI9MTk0
Jm1pbWU9cGRmJmwxMG49cnUmc2lnbj1jNDE0MTY4NTA1ZW0YTAwMTJj
YzZjNmY0NjRiMDYzMCZrZXlubz0wIn0%3D&lang=ru (18.06.2018).

159. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. Департа-
мент растениеводства, механизации, химизации и защиты растений. ФГБУ Цен-
трально-Черноземная ГЗМИС. [Электронный ресурс] : Жатка для уборки подсол-
нечника ПС-12-1. – Режим доступа : <http://chmis.ru/isyptaniya/94-2018/235-kultivator-navesnoj-dlya-vysokostebelnykh-kultur-krnv-5-6-24> (18.06.2018).

160. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. Департа-
тамент научно-технологической политики и образования. ФГБУ Поволжская
ГЗМИС [Электронный ресурс] : № 08-93-2013 (6241202). Жатка для уборки
подсолнечника «НЕ 7500» (в агрегате с зерноуборочным комбайном «Challeng-
er СН 647 С»). – Режим доступа :
https://docviewer.yandex.ru/view/0/?*=ehuvLIRnm87Ar2bs2y1F2yFihb17InVybCI6Imh0dHA6Ly93d3cucG92bWlzLnJ1L2luZm8vMjAxMy8lRDAIQjOTclRDAIQjAlRDAIQjAlOUUvJUQwJTtk2JUQwJUIwJUQxJTgyJUQwJUJBJUQwJUIwJTIwJUQwJUI0JUQwJUJCJUQxJThGJTIwJUQxJTgzJUQwJUIxJUQwJUJFJUQxJThGwJUQwJUJBJUQwJUI4JTIwJUQwJUJGJUQwJUJFJUQwJUI0JUQxJTgxJUQwJUJFJUQwJUJCJUQwJUJEJUQwJUI1JUQxJTg3JUQwJUJEJUQwJUI4JUQwJUJBJUQwJUIwJTIwJUQwJTIEJUQwJTtk1JTIwNzUwMC5wZGYiLCJ0aXR5ZSI6ItCW0LDRgtC60LAg0LTQu9GPINGD0LHQvtGA0LrQuCDQv9C%2B0LTRgdC%2B0LvQvdC10YfQvdC4

0LrQsCDQndCVIDc1MDAucGRmIiwibm9pZnJhbWUiOnRydWUsInVpZCI6IjAiL
 CJ0cyI6MTU1ODU2MTk4NDg2MywieXUiOiIxNTIxMTQwNjcxNTU4NTQ4MT
 Q5Iiwic2VycFBhcmFtcyI6Imxhbmc9cnUmdG09MTU1ODU2MDY4OCZ0bGQ9cn
 UmbmFtZT0lRDAIOTYlRDAIQjAlRDElODIIRDAIQkElRDAIQjArJUQwJUI0JUQ
 wJUJCJUQxJThGKyVEMSU4MyVEMCVCM SVEMCVCRSVEMSU4MCVEMC
 VCQSVEMCVCOCSlRDAIQkYlRDAIQkUlRDAIQjQlRDElODElRDAIQkUlRDAI
 QkIlRDAIQkQlRDAIQjUlRDElODclRDAIQkQlRDAIQjglRDAIQkElRDAIQjArJU
 QwJTIEJUQwJTk1Kzc1MDAucGRmJnRleHQ9JUQwJUI2JUQwJUIwJUQxJTgyJU
 QwJUJBJUQwJUIwKyVEMCVCM CVEMCVCQiVEMSU4RisIRDElODMIRDAIQj
 ElRDAIQkUlRDElODAlRDAIQkElRDAIQjgrJUQwJUJGJUQwJUJFJUQwJUI0JU
 QxJTgxJUQwJUJFJUQwJUJCJUQwJUJEJUQwJUI1JUQxJTg3JUQwJUJEJUQwJU
 I4JUQwJUJBJUQwJUIwKyVEMCVCOCVEMSU4MSVEMCVCRiVEMSU4QiVE
 MSU4MiVEMCVCM CVEMCVCR CVEMCVCOCVEMSU4RiZ1cmw9aHR0cCUz
 QS8vd3d3LnBvdm1pcy5ydS9pbmZvLzIwMTMvJTI1RDAIMjU5NyUyNUQwJTI1
 OUElMjVEMCUyNTlFLyUyNUQwJTI1OTYlMjVEMCUyNUIwJTI1RDElMjU4M
 iUyNUQwJTI1QkElMjVEMCUyNUIwJTI1MjAlMjVEMCUyNUI0JTI1RDAIMjV
 CQiUyNUQxJTI1OEYlMjUyMCUyNUQxJTI1ODMlMjVEMCUyNUIxJTI1RDAI
 MjVCRSUyNUQxJTI1ODAlMjVEMCUyNUJBJTI1RDAIMjVCOCUyNTIwJTI1R
 DAlMjVCRiUyNUQwJTI1QkUlMjVEMCUyNUI0JTI1RDElMjU4MSUyNUQwJTI
 1QkUlMjVEMCUyNUJCJTI1RDAIMjVCRCUyNUQwJTI1QjUlMjVEMSUyNTg3
 JTI1RDAIMjVCRCUyNUQwJTI1QjglMjVEMCUyNUJBJTI1RDAIMjVCMCUyN
 TIwJTI1RDAIMjU5RCUyNUQwJTI1OTUlMjUyMDc1MDAucGRmJmxyPTE5NC
 ZtaW1lPXBkZiZsMTBuPXJ1JnNpZ249YmNkYjQyODFjM2VmOGViODVlM2U5
 Mjc3YjUxMDkzZjkma2V5bm89MCJ9&lang=ru (18.06.2018).

161. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. Департамент научно-технологической политики и образования. Кубанская ГЗМИС [Электронный ресурс] : Протокол испытаний № 07-42-43-44-2066 (4060362, 4060372, 4060382). При-
 способление для уборки подсолнечника НАШ-873. – Режим доступа :
https://docviewer.yandex.ru/view/0/?page=2&*=097CY8k2%2BIZCRwjE604VCHTqJO57InVybcI6Imh0dHA6Ly9zaXN0ZW1hbWlZLnJ1L3Byb3RvY29scy9iZC9rdTQyXzQ0MD

YuZG9jIiwidGI0bGUiOiJrdTQyXzQ0MDYuZG9jIiwibm9pZnJhbWUiOnRydWUsInVpZ
 CI6IjAiLCJ0cyI6MTU1ODU2MjUyNTI2MCwieXUiOiIxNTIxMTQwNjcxNTU4NTQ4M
 TQ5Iiwic2VycFBhcmFtcyI6Imxhbmc9cnUmdG09MTU1ODU2MjUxOCZ0bGQ9cnUmb
 mFtZT1rdTQyXzQ0MDYuZG9jJnRleHQ9JUQwJUJwJUQwJUJ0JUQwJUJwJUQwJUJGJ
 UQxJTgyJUQwJUJ1JUQxJTgwKyVEMCVCNVCVEMCVCCiVEMSU4RisIRDElODMIR
 DAIQjEIRDAIQkUIRDElODAIIRDAIQkEIRDAIQjgrJUQwJUJGJUQwJUJFJUQwJUJ0JU
 QxJTgxJUQwJUJFJUQwJUJCJUQwJUJEJUQwJUJ1JUQxJTg3JUQwJUJEJUQwJUJ4JU
 QwJUJBJUQwJUJwKyVEMCVCOCVEMSU4MSVEMCVCRiVEMSU4QiVEMSU4Mi
 VEMCVCMCVEMCVCRCVEMCVCOCVEMSU4RiZ1cmw9aHR0cCUzQS8vc2lzdGVt
 YW1pcy5ydS9wcm90b2NvbHMvYmQva3U0MI80NDA2LmRvYyZscj0xOTQmbWltZT
 1kb2MmbDEwbj1ydSZzaWduPTYzNTU2NTNhYzBmMDgxZDlhOGNiOWNlNWNiNz
 g2MDA1JmtleW5vPTAifQ%3D%3D&lang=ru (19.06.2018).

162. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. Департамент
 растениеводства, механизации, химизации и защиты растений. Алтайская ГЗМИС
 [Электронный ресурс] : Протокол испытаний № 01-67-17 (5060502). Приспособление
 для уборки подсолнечника ПСП-610. – Режим доступа :
https://docviewer.yandex.ru/view/0/?page=2&*=wSmxajMHKpGddBbjXvKar3xa%2Foh7InVybyCI6Imh0dHA6Ly9zaXN0ZW1hbWlzlNj1L3Byb3RvY29scy8yMDE3L2FsNjcxNy5wZGYiLCJ0aXRzZSI6ImFsNjcxNy5wZGYiLCJub2lmcFtZSI6dHJ1ZSwidWlkIjoIMCIsInRzIjoxNTU4NTYzNTA0MjQzLCJ5dSI6IjE1MjExNDA2NzE1NTg1NDgxNDkiLCJzZXJwUGFyYW1zIjoibGFuZz1ydSZ0bT0xNTU4NTYzNDk3JnRsZD1ydSZuYW1lPWFsNjcxNy5wZGYmdGV4dD0lRDAIQkYlRDElODAIIRDAIQjglRDElODEIRDAIQkYlRDAIQkUIRDElODEIRDAIQkUIRDAIQjEIRDAIQkIIRDAIQjUIRDAIQkQIRDAIQjglRDAIQjUrJUQwJUJ0JUQwJUJCJUQxJTgKyVEMSU4MyVEMCVCMCVEMCVCRSVEMSU4MCVEMCVCCSVEMCVCOCSIRDAIQkYlRDAIQkUIRDAIQjQIRDElODEIRDAIQkUIRDAIQkIIRDAIQkQIRDAIQjUIRDElODclRDAIQkQIRDAIQjglRDAIQkEIRDAIQjArJUQwJUJ4JUQxJTgxJUQwJUJGJUQxJTg3JUQwJUJwJUQwJUJEJUQwJUJ4JUQxJTg3JnVybyD1odHRwJTNBLY9zaXN0ZW1hbWlzlNj1L3Byb3RvY29scy8yMDE3L2FsNjcxNy5wZGYmbHI9MTk0Jm1pbWU9cGRmJmwxMG49cnUmc2lnbj0

1Y2EzNjFiMTM2ZTdjZDFiNjBhZTAyMGVmMGVmNDgwNiZrZXlubz0wIn0%3D&l
ang=ru (19.06.2018).

163. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. Департамент научно-технологической политики и образования. ФГБУ Поволжская ГЗМИС [Электронный ресурс] : Протокол испытаний № 08-110-2013 (5060052). Приспособление для уборки подсолнечника НАШ-1273-04. – Режим доступа :

EMSU4MiVEMCVCMCVEMSU4MisIRDAIQjglRDElODElRDAIQkYIRDElOEIlRD
 ElODIlRDAIQjAlRDAIQkQlRDAIQjglRDElOEYmdXJsPWh0dHAlM0EvL3d3dy5wb3
 ZtaXMucnUvaW5mby8yMDEzLyUyNUQwJTI1OTclMjVEMCUyNTlBJTI1RDAIMjU
 5RS8lMjVEMCUyNTlGJTI1RDElMjU4MCUyNUQwJTI1QjglMjVEMSUyNTgxJTI1
 RDAIMjVCRiUyNUQwJTI1QkUlMjVEMSUyNTgxJTI1RDAIMjVCRSUyNUQwJTI1
 QjElMjVEMCUyNUJCJTI1RDAIMjVCNSUyNUQwJTI1QkQlMjVEMCUyNUI4JTI1
 RDAIMjVCNSUyNTlWJTI1RDAIMjVCNCUyNUQwJTI1QkIlMjVEMSUyNThGJTI1
 MjAlMjVEMSUyNTgzJTI1RDAIMjVCMSUyNUQwJTI1QkUlMjVEMSUyNTgwJTI1
 RDAIMjVCQSUyNUQwJTI1QjglMjUyMCUyNUQwJTI1QkYlMjVEMCUyNUJFJTI1
 RDAIMjVCNCUyNUQxJTI1ODElMjVEMCUyNUJFJTI1RDAIMjVCQiUyNUQwJTI
 1QkQlMjVEMCUyNUI1JTI1RDElMjU4NyUyNUQwJTI1QkQlMjVEMCUyNUI4JTI1
 RDAIMjVCQSUyNUQwJTI1QjAlMjUyMCUyNUQwJTI1OUQlMjVEMCUyNTkwJTI
 1RDAIMjVBOC0xMjczLTA0LnBkZiZScj0xOTQmbWltZT1wZGYmbDEwbj1ydSZza
 WduPTkzOGEwNzJmMDg3OWQ4NjgzYWwRiNzViMzhNjM4YWRhJmtleW5vPTAif
 Q%3D%3D&lang=ru (18.06.2018).

164. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. Департамент растениеводства, механизации, химизации и защиты растений. ФГБУ Алтайская МИС [Электронный ресурс] : Приспособление для уборки подсолнечника (Анализ результатов испытаний). – Режим доступа : http://altmis.ru/publ/prisposoblenija_dlja_uborki_podsolnechnika_analiz_rezultatov_i_spytanij/1-1-0-32 (18.06.2018).

165. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. Департамент растениеводства, механизации, химизации и защиты растений ФГБУ «Центрально-Черноземная государственная зональная машиноиспытательная станция. [Электронный ресурс] : Жатка для уборки подсолнечника ПС-12-1. Режим доступа : <http://chmis.ru/ispytaniya/94-2018/235-kultivator-navesnoj-dlya-vysokostebelnykh-kultur-krnv-5-6-24> (18.06.2018).

166. Митропольский, А. К. Техника статистических вычислений / А. К. Митропольский. – М. : Наука, 1971. – 576 с.

167. Модельный ряд многофункциональных российских комбайнов «Енисей» [Электронный ресурс] : Spesmahina. – Режим доступа : <https://spesmahina.ru/kombayn/enisey.html> (15.04.2019).

168. Модернизация инженерно-технического обеспечения АПК. Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. [Электронный ресурс] : Приоритетные научные направления. Наука. – Режим доступа : <http://www.sgau.ru/nauka/prioritetnye-nauchnye-napravleniya>.

169. *Монтгомери, Д. К.* Планирование эксперимента и анализ данных / Д. К. Монтгомери ; пер. с англ. – Л. : Судостроение, 1980. – 384 с.

170. *Морозов, В. К.* Агробиологические основы возделывания подсолнечника на Юго-Востоке СССР / В. К. Морозов. – Саратов : Сарат. кн. изд-во, 1953. – С. 73–77, 195–197, 214.

171. *Морозов, В. К.* Подсолнечник в засушливой зоне / В. К. Морозов. – Саратов : Приволж. кн. изд-во, 1967. – 185 с.

172. *Муратов, Д. К.* Интенсификация процесса сепарации мелкого зернового вороха в воздушно-решётной очистке зерноуборочного комбайна : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Муратов Денис Константинович. – Ростов-н/Д, 2012. – 20 с.

173. MF Beta 7370 [Электронный ресурс] : От Massey Ferguson. – Режим доступа : <https://agco-rm.ru/upload/iblock/5ae/5ae64c04333b51b3d615d9d3d61b24ae.pdf> (24.03.2019).

174. Наше приспособление для уборки подсолнечника «Sun Lite» доступно и без горизонтального измельчителя [Электронный ресурс] : «Geringhoff». Для эффективной, прогрессивной уборки. – Режим доступа : https://www.geringhoff.com/ru/Products/Sunflower-Heads/SunLite-Horizon/p/gp_SunLiteHorizon (24.11.2018).

175. *Нестеренко, С. В.* Разработка технологии подготовки семян подсолнечника современных сортов к процессу послеуборочного дозревания и хранения : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.06 : защищена 17.05.05 / Нестеренко С. В. – Краснодар, 2005. – 178 с.

176. Новое поколение жаток для уборки подсолнечника «Maizco» [Электронный ресурс] : Убирайте быстрее и без потерь. – Режим доступа : <https://жаткамаицко.рф/> (25.11.2019).

177. Область занимает первое место в ПФО по сбору подсолнечника [Электронный ресурс] : СарБК. Новости. 16 октября 2019 г. – Режим доступа : <https://news.sarbc.ru/main/2019/10/16/238647.html> (16.10.2019).

178. Обмолот подсолнечника [Электронный ресурс] : Учебники – сельское хозяйство. Подсолнечник (Васильев Д. С.) – 1990 год. – Режим доступа : https://zinref.ru/000_uchebniki/04800selskoe/002_00_podsolnechnik_vasilev_2izd_1990/029.htm (20.01.2017).

179. Обоснование схемы расстановки решет в решётном стане / А. П. Тарасенко [и др.] // Техника в сельском хозяйстве. – 2010. – № 5. – С. 9–11.

180. Об экспорте семян подсолнечника из России в 2015–2019 гг. [Электронный ресурс] : АБ центр. Экспортно-аналитический центр агробизнеса. Аналитические статьи. Экспорт семян подсолнечника в 2018 году. – Режим доступа : <https://ab-centre.ru/news/ob-eksporte-semyan-podsolnechnika-iz-rossii-v-2015-2019-gg> (14.02.2019).

181. *Огнев, И. И.* Снижение потерь зерна за подборщиком при комбайновой уборке урожая совершенствованием подбирающей поверхности пружинных пальцев : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 : защищена 29.06.2017 / Огнев И. И. – Оренбург, 2017. – 181 с.

182. *Олива Кольясо, Раймундо.* Совершенствование процессов сепарации в комбайне для уборки риса в условиях Кубы : дис. ... канд. техн. наук / Олива Кольясо Раймундо. – М., 1985. – 201 с.

183. Определение оптимальных режимов работы приспособления со шнековой подачей стеблей для уборки подсолнечника / С. С. Макаров [и др.] // Масличные культуры : научно-технический бюллетень ВНИИМК. – 2007. – № 2 (137). – С. 119–123.

184. *Оробинский, В. И.* Снижение травмирования зерна при уборке за счет совершенствования процесса доработки колосового вороха в молотилке комбайна: дис. ... канд. техн. наук / Оробинский В. И. – Воронеж, 1987. – 212 с.

185. *Оробинский, В. И.* Совершенствование технологии послеуборочной обработки семян фракционированием и технических средств для ее реализации : дис. ... д-ра с.-х. наук / Оробинский В. И. – Воронеж, 2007. – 298 с.

186. «OROS» для уборки подсолнечника. Техника. [Электронный ресурс] : АгроТехника для тех, кто в поле. – Режим доступа : <https://agtz.ru/technique/machinery-for-sowing-harvesting-and-transport/devices-for-cleaning/zhatki/oros-dlya-uborki-podsolnechnika/> (05.07.2018).

187. Основы теории колебаний / В. В. Мигулин [и др.]. – М. : Наука, 1988. – 392 с.

188. Очистка [Электронный ресурс]. Технические характеристики зерноуборочного комбайна CLAAS TUCANO 450/440/320. – Режим доступа : <http://dobrobut.kr.ua/produkcija/zernouborochnye-kombainy/claas-tucano-450-440-320.html> (05.03.2011).

189. Пат. 2569484 Российская Федерация, МПК А 01 D 41/08. Зерноуборочная машина / Стребков Н. Ф., Милюткин В. А., Котов Д. Н. ; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия. – № 2014146171/13 ; заявл. 17.11.2014 ; опубл. 27.11.2015, Бюл. № 33. – 5 с. : ил.

190. Пат. 2477600 Российская Федерация, МПК А 01 D 45/00. Способ уборки подсолнечника и устройство для его осуществления / Милюткин В. А., Стребков Н. Ф. ; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия. – № 2011149857/13 ; заявл. 07.12.2011 ; опубл. 20.03.2013, Бюл. № 8. – 6 с. : ил.

191. Пат. 2415551 Российская Федерация, МПК А 01 D 9/04; А 01 D 41/00. Способ формирования потока растительной массы и подачи в зону обмолота семенных соцветий сельскохозяйственных культур и устройство для его осуществления (варианты) / Бурьянов А. И., Бурьянов М. А., Дмитриенко А. И.,

Колесников Г. Е. ; заявитель и патентообладатель ГНУ «Всероссийский научно-исследовательский проектно-технологический институт механизации и электрификации сельского хозяйства. – № 2009104655/21 ; заявл. 11.02.2009 ; опубл. 10.04.2011, Бюл. № 10. – 14 с. : ил.

192. Пат. 2340160 Российская Федерация, МПК А 01 F 12/18; А 01 F 7/04. Молотилка зерноуборочного комбайна / Кравченко В. С., Куцеев В. В., Петунина И. А. ; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет». – № 2007102707/12 ; заявл. 27.07.2008 ; опубл. 10.12.2008, Бюл. № 34. – 8 с.

193. Пат. № 2460273 Российская Федерация, МПК А 01 F 11/00; А 01 F 12/18. Молотильно-сепарирующее устройство для подсолнечника / Волосевич Н. П., Старцев А. С., Мусацков Н. М. – № 2011112540/13 ; заявл. 01.04.2011 ; опубл. 10.09.2012, Бюл. № 25. – 8 с.

194. Пат. № 133757 Российская Федерация, МПК В 02 В 1/00. Универсальное решето / Дёмин Е. Е., Старцев А. С., Серебряков А. А. – № 2012157458/13 ; заявл. 26.12.2012 ; опубл. 27.10.2013, Бюл. № 30. – 3 с.

195. Пат. № 105120 Российская Федерация, МПК А 01 F 12/00. Молотильный аппарат для обмолота подсолнечника / Волосевич Н. П., Старцев А. С., Мусацков Н. М. – № 2010153651/21 ; заявл. 27.12.2010 ; опубл. 10.06.2011, Бюл. № 16. – 6 с.

196. Пат. № 72115 Российская Федерация, МПК А 01 D 34/00. Шнекомовило специализированной жатки для уборки подсолнечника / Попов Ю. И., Попов М. Ю., Попов И. Ю., Старцев А. С. – № 2007145819/22 ; заявл. 10.12.2007 ; опубл. 10.04.2008, Бюл. № 10. – 3 с.

197. Пат. 73805 Российская Федерация, МПК В 02 В 1/02. Решето с регулируемыми отверстиями для очистки зерна различных культур / Попов Ю. И., Попов И. Ю., Попов М. Ю., Старцев А. С. – № 2008101299/22 ; заявл. 09.01.2008 ; опубл. 10.06.2008, Бюл. № 16. – 2 с.

198. Пат. 2181237 Российская Федерация, МПК А 01 F 12/18, 12/20, 12/22. Молотильно-сепарирующее устройство / Фёдорова О. А. ; заявитель и патенто-

обладатель О. А. Фёдорова. – № 2000105020/13 ; заявл. 29.02.2000 ; опубл. 20.04.2002, Бюл. № 11. – 7 с.

199. Пат. 190890 Российская Федерация, МПК А 01 F 11/00. Молотильный аппарат для обмола корзинок подсолнечника / Старцев А. С., Дёмин Е. Е., Иванов С. А., Куньшин А. А. ; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ им. Н. И. Вавилова». – № 2019109875 ; заявл. 03.04.2019 ; опубл. 16.07.2019, Бюл. № 20. – 7 с.

200. Пат. 190894 Российская Федерация, МПК А 01 F 11/00. Молотильный аппарат для обмола корзинок подсолнечника / Старцев А. С., Дёмин Е. Е., Иванов С. А., Куньшин А. А. ; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ им. Н. И. Вавилова». – № 2019110115 ; заявл. 05.04.2019 ; опубл. 16.07.2019, Бюл. № 20. – 8 с.

201. *Перепёлкин, М. А.* Разработка и исследование сепаратора роторно-воздушного типа для очистки вороха подсолнечника : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Перепёлкин Михаил Александрович. – Волгоград, 2009. – 21 с.

202. *Пивень, В. В.* Совершенствование технологического процесса очистки зерна фракционированием зернового вороха по аэродинамическим свойствам : автореф. дис. ... д-ра техн. наук / Пивень В. В. – Челябинск, 1995. – 36 с.

203. Подготовка и регулировка молотилки для уборки различных культур однобарабанными комбайнами [Электронный ресурс] : Учебники – сельское хозяйство. Справочник по комбайнам «Нива», «Колос», «Сибиряк» – 2-е изд. (Шаткус Д. И.) – 1979 год. – Режим доступа : https://sinref.ru/000_uchebniki/04800selskoe/016_spr_po_kombain_niva_kolos_sibirak_shatkus_1979/096.htm (15.02.2017).

204. Подсолнечник на зерно. Структура посевных площадей по регионам России в 2019 году [Электронный ресурс] : АБ-центр. Экспертно-аналитический центр агробизнеса. Статистика он-лайн. – Режим доступа : <https://ab-centre.ru/statonline/1?rubrics%5B%5D=posevnye-ploschadi&countries%5B%5D=rossiya> (10.09.2019).

205. Полесье. Каталог [Электронный ресурс] : Зерноуборочный комбайн «Лида-1300». – Режим доступа : <http://polesie64.ru/catalog> (12.04.2019).

206. Полимерные материалы. Электронный журнал. О полимерах [Электронный ресурс] : Описание и марки полимеров – полиуретан. – Режим доступа : <http://www.polymerbranch.com/catalogp/view/14.html&viewinfo=2> (23.05.2018).

207. Поллард, Д. Х. Справочник по вычислительным методам статистики / Д. Х. Поллард ; пер. с англ. В. С. Занадворова ; под ред. и с предисл. Е. М. Четыркина. – М. : Финансы и статистика, 1982. – 344 с.

208. Попов, И. Ю. Повышение качества очистки вороха подсолнечника при уборке за счет применения решета с регулируемыми отверстиями дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 : защищена 26.12.14 : утв. 27.04.15 / Попов Иван Юрьевич ; ФГБОУ ВО «СГАУ им. Н.И. Вавилова». – Саратов, 2013. – 299 с.

209. Попов, М. Ю. Совершенствование технологического процесса уборки подсолнечника обоснованием конструктивных и режимных параметров шнека-мотовила : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 : защищена 29.03.13 : утв. 30.09.13 / Попов Михаил Юрьевич. – Саратов, 2013. – 299 с.

210. Посевные площади, валовые сборы и урожайность подсолнечника в России. Итоги 2018 года [Электронный ресурс] : Агровестник. Статьи и аналитика. – Режим доступа : <https://agrovesti.net/lib/industries/oilseeds/posevnye-ploshchadi-valovye-sbory-i-urozhajnost-semyan-podsolnechnika-v-rossii-itogi-2018-goda.html> (05.09.2019).

211. Постановление правительства Саратовской области от 30 июня 2016 № 321-П «Об утверждении Стратегии социально-экономического развития Саратовской области до 2030 год» (с изменениями и дополнениями от 05.12.2016; 29.12.2017; 14.01.2019) [Электронный ресурс]. – Документ из системы Консультант. – Режим доступа: http://xn--80aag1ciek.xn--p1ai/gov/auth/mineconom/SER/SSER_2030_02-2019.pdf (05.01.2020).

212. Правительство Саратовской области. Саратовская область – лидер по валовому сбору подсолнечника [Электронный ресурс]. – Режим доступа :

https://saratov.gov.ru/news/saratovskaya_oblast_lider_po_valovomu_sboru_podsolnechnika/ (11.02.2019).

213. Предложения по режимам работы комбайна РСМ-101 «Вектор» [Электронный ресурс] : Приложение Е. Учебники – сельскохозяйственные комбайны. Комбайн самоходный зерноуборочный РСМ-101 «Вектор». Инструкция по эксплуатации. – Режим доступа : https://zinref.ru/000_uchebniki/04800selskoe_kombaini/003_00_kombain_zernouborochni_rsm_101_vektor_instrukcia_versia_4/078.htm (05.11.2016).

214. Приоритетные научные направления [Электронный ресурс] : Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова. Наука. – Режим доступа : <http://www.sgau.ru/nauka/prioritetnye-nauchnye-napravleniya> (15.10.2019).

215. Приспособление для уборки подсолнечника ПСП-10МГ-01. Klever [Электронный ресурс] : Каталог деталей и сборочных единиц. – Режим доступа : https://www.kleverltd.ru/images/stories/service/katalog_zapchastej_fal.pdf (05.10.2017).

216. Приспособление для уборки подсолнечника ПСП-810 [Электронный ресурс] : Руководство по эксплуатации и каталог запасных частей. – Режим доступа : <https://www.max-agro.ru/upload/file/psp-810.pdf> (12.08.2018).

217. Приспособление для уборки подсолнечника ПС [Электронный ресурс] : Бердянские жаткиTM. – Режим доступа : <http://zhatkiru.com/tech/prisposoblenie-dlya-uborki-podsolnechnika-ps> (12.01.2020).

218. Программа развития федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова» на 2013–2020 годы. Утверждена решением учёного совета ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ» от 20 декабря 2012 г., протокол № 4 [Электронный ресурс]. – : Режим доступа : <http://www.sgau.ru/files/pages/832/14310098440.pdf> (05.12.2019).

219. Производство подсолнечного масла в России идет на абсолютный рекорд [Электронный ресурс] : Российский Бизнес-Журнал. Бизнес, экономика,

политика. – Режим доступа : <http://www.rosbj.ru/2016/12/16/1234-%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B8%D0%B7%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE-%D0%BF%D0%BE%D0%B4%D1%81%D0%BE%D0%BB%D0%BD%D0%B5%D1%87%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE-%D0%BC%D0%B0%D1%81%D0%BB%D0%B0/> (09.03.2020)

220. Производство подсолнечного масла в 2018 году снизилось на 3,7 % [Электронный ресурс] : Автор статьи Ксения Волкова. AGG. Alto consulting group. – Режим доступа : <https://alto-group.ru/new/2095-proizvodstvo-podsolnechnogo-masla-v-2018-godu-snizilos-na-37.html> (15.03.2020).

221. Производство подсолнечного масла в сезоне 2019/20 достигнет 5,83 млн т [Электронный ресурс] : Аналитика. Агроинвестор. – Режим доступа : <https://www.agroinvestor.ru/analytics/news/33227-proizvodstvo-podsolnechnogo-masla-v-sezone-2019-20-dostignet-5-83-mln-tonn/> (09.03.2020).

222. Проминтел. Агро [Электронный ресурс] : Lexion 780. – Режим доступа : <https://www.promintel-agro.ru/products/product191> (11.03.2019).

223. Про тракторы [Электронный ресурс] : Комбайны «Лида»: Устройство комбайнов «Лида». – Режим доступа : <https://pro-traktor.ru/kombajny/lida.html> (11.04.2019).

224. Про тракторы [Электронный ресурс] : Комбайны CLAAS Lexion. – Режим доступа : <https://pro-traktor.ru/kombajny/lexion.html> (04.03.2019).

225. Пугачёв, А. Н. Контроль качества уборки зерновых культур / А. Н. Пугачёв. – М. : Колос, 1980. – 255 с.

226. Пугачёв, А. Н. Снижение потерь и механических повреждений зерна при уборке / А. Н. Пугачёв // Международный сельскохозяйственный журнал. – 1979. – № 4. – С. 82–86.

227. Растениеводство / П. П. Вавилов [и др.] ; под ред. П. П. Вавилова. – 5-е изд., перераб. и доп. – М. : Агропромиздат, 1986. – 512 с.

228. Результаты аналитических исследований технических параметров зерноуборочных комбайнов / Е. Е. Дёмин [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2018. – № 9. – С. 56–60.

229. Результаты исследований длины и диаметра молотильного барабана зерноуборочных комбайнов / Е. Е. Дёмин [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2018. – № 7. – С. 42–46.

230. Результаты исследований физико-механических свойств стеблестоя подсолнечника / А. С. Старцев [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2017. – № 3. – С. 59–64.

231. Рекомендации по возделыванию подсолнечника в Курской области / И. И. Гуреев [и др.]. – Курск, 2008. – Т. 1. – Сер. 1. – С. 16.

232. Рекомендации по снижению потерь и механических повреждений зерна при уборке урожая / А. П. Ловчиков [и др.]. – Челябинск, 2012. – 40 с.

233. Ресурсосберегающая технология возделывания и уборки сельскохозяйственной культуры : учеб.-метод. пособие / А. С. Старцев [и др.]. – Саратов, 2017. – 68 с.

234. *Родимцев, С. А.* Технологические и технические решения производства элитных семян зернобобовых культур : дис. ... д-ра техн. наук : 05.20.01 / Родимцев С. А. – М., 2008.

235. *Родимцев, С. А.* Устройство для снижения травмирования семян зернобобовых культур / С. А. Родимцев, В. М. Дринча // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2007. – № 3. – С. 7–10.

236. *Романенко, В. Н.* Повышение эффективности работы воздушно-решетной очистки зерноуборочного комбайна : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 : защищена 02.12.2010 / Романенко В. Н. – М., 2008.

237. *Романенко, В. Н.* Сепарация зерна через слой вороха / В. Н. Романенко // Вестник РГАЗУ. – 2011. – № 11 (16). – С. 106–112.

238. *Романенко, В. Н.* Снижение потерь зерна выбиванием планками мотвила / В. Н. Романенко // Вестник РГАЗУ. – 2008. – № 4 (9). – С. 143.

239. Руководство оператора. CSX7040, 7050, 7050, Laterale, 7060, 7060 Laterale, 7070, 7080, 7080 Laterale [Электронный ресурс] : CNH Global N.V. – 2008. – 470 с. – Режим доступа : https://www.studmed.ru/view/rukovodstvo-operatora-zernouborochного-kombayna-new-holland-csx704070507050laterale70607060laterale707070807080laterale_3de36c73063.html

240. Руководство по эксплуатации и техническому обслуживанию зерноуборочного комбайна Challenger 640 [Электронный ресурс] : AGCO limited. – 236 с. – Режим доступа : <https://b-ok.cc/book/3102031/70ec5b>.

241. *Румшинский, Л. З.* Математическая обработка результатов эксперимента : справочное пособие / Л. З. Румшинский. – М. : Наука, 1971. – 192 с.

242. Русское поле. Техника производителю [Электронный ресурс] : Комбайны серии M F 7200 Cerea. – Режим доступа : <http://www.rusfield.ru/technics/firms-mf7200c.shtml> (12.03.2019).

243. Рынок крупнейших экспортеров подсолнечного масла наливом за 2017 год – OilWorld. Россия. Экспорт подсолнечного масла наливом [Электронный ресурс] : Livejournal. Zerno_avs_ru. – Режим доступа : <https://zerno-avs-ru.livejournal.com/2108649.html> (12.04.2018).

244. Рынок растительных масел в России в 2009-1 пол. 2012 гг. Краткий обзор [Электронный ресурс] : Исследовательская компания ID-Marketing. – Режим доступа : http://id-marketing.ru/goods/rynok_rastitelnyh_masel_v_rossii_v_2009_1_pol_2012_gg_kratkij_obzor/ (09.03.2020).

245. Рядковая подсолнечниковая жатка OROS SUN [Электронный ресурс] : Подсолнечниковые жатки. ООО «Инагротех». – Режим доступа : <http://oros.ru/oros-sun/> (22.04.2018).

246. *Ряднов, А. И.* Агротехнические решения проблемы уборки зерновых колосовых культур по комплексному критерию эффективности в условиях недостаточного увлажнения : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук / Ряднов Алексей Иванович. – Волгоград, 1995. – 46 с.

247. *Ряднов, А. И.* Вероятность вымолота и дробления зерна устройством предварительного обмолота хлебной массы / А. И. Ряднов, О. А. Федорова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса : наука и высшее профессиональное образование. – 2012. – № 3. – С. 188–193.

248. *Ряднов, А. И.* Метод выбора эффективной технологии уборки сельскохозяйственных культур / А. И. Ряднов, Р. В. Шарипов // Механизация и электрификация сельскохозяйственного производства. – 2004. – № 8. – С. 26–28.

249. *Ряднов, А. И.* Повышение производительности соргоуборочного комбайна / А. И. Ряднов, О. А. Фёдорова // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2. – С. 225.

250. SAMPO Rosenlew SR2010. Селекционный комбайн : инструкция по эксплуатации SAMPO Rosenlew Ltd P.O. Box 50 FIN-28101 PORI. Р. 91. – Режим доступа:

jAxMC9NYW51YWFsaS9tYW51YWxfMjAxMF9ydXNfMjAxMl93ZWlucGRmJmxyPTE5NCZtaW1lPXBlkZiZsMTBuPXJlJnNpZ249ZjI4M2NlNThlZjJjMDFhYTBlhMjFjNzA3NzE5MGI2NDQma2V5bm89MCJ9&lang=ru.

251. Сапрыкин, В. Ю. Исследование упругих свойств сахарной кукурузы / В. Ю. Сапрыкин, Е. В. Труфляк, П. А. Ляшенко // Техника и оборудование для села. – 2016. – № 8. – С. 27–30.

252. Саратовские К(Ф)Х произвели 50 % зерна, 40 % овощей и 7,2 % мяса. 17:17, 13 марта 2018 [Электронный ресурс] : СарБК. Новости. – Режим доступа : <http://news.sarbc.ru/main/2018/03/13/213776.html> (13.03.2018).

253. Саратовская область стала лидером в РФ по урожаю подсолнечника. Свободные. Новости. Экономика [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://fn-volga.ru/news/view/id/135046>.

254. Сельхозтехник [Электронный ресурс] : Комбайн Claas Mega 208. – Режим доступа : <https://selhoztehnik.com/kombajn-claas-mega-208> (10.05.2019).

255. Сельскохозяйственная техника для трактора : Каталог оборудования. Жатки. Жатки FANTINI [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://rus.сельхозюг.рф/index.php?route=product/product&path=62_82&product_id=363.

256. Сороченко, С. Ф. Исследование влияния проходного диаметра решета на полноту отделения примесей в пневмосепараторе / С. Ф. Сороченко, Н. В. Тюленев // Проблемы науки. – 2017. – № 1 (14). – С. 38–41.

257. Сороченко, С. Ф. Математическая модель сепарации зерна в модернизированной системе очистки комбайна, работающего на склонах / С. Ф. Сороченко, В. А. Дрюк // Сб. науч. тр. – Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2002. – Вып. 4. – С. 317–318.

258. Сороченко, С. Ф. Обоснование параметров решетно-винтового сепаратора в системе очистки зерноуборочного комбайна : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / Сороченко Сергей Фёдорович. – Барнаул, 1996. – 21 с.

259. Старцев, А. С. Анализ экспериментальных зависимостей содержания сорных примесей вороха подсолнечника в проходе решета с регулируемыми

отверстиями от коэффициента смещения отверстий / А. С. Старцев, В. Ф. Дмитриев // Научная мысль. – 2015. – № 3. – С. 114–120.

260. *Старцев, А. С.* Геометрическое обоснование размеров регулируемых отверстий решета для очистки вороха подсолнечника в комбайне / А. С. Старцев, А. А. Тимофеев, Т. Ю. Карпова // Научная жизнь. – 2017. – № 5. – С. 16–23.

261. *Старцев, А. С.* Динамические характеристики стебля подсолнечника / А. С. Старцев // Известия Оренбургского госагроуниверситета. – 2016. – № 6 (62). – С. 94–98.

262. *Старцев, А. С.* Исследование влияния режимных параметров шнекомотора на потери семян подсолнечника при уборке / А. С. Старцев, М. Ю. Попов // Научное обозрение. – 2011. – № 6. – С. 131–136.

263. *Старцев, А. С.* Коэффициент смещения отверстий решета с регулируемыми отверстиями для очистки вороха подсолнечника / А. С. Старцев // Фундаментальные и прикладные исследования в высшей аграрной школе : сб. науч. тр. – Саратов, 2014. – С. 19–27.

264. *Старцев, А. С.* Лабораторная установка для определения осыпаемости корзинок подсолнечника от скорости удара корзинки и стебля о шнек-мотор / А. С. Старцев, Е. Е. Дёмин, А. С. Данилова // Материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 80-летию со дня рождения профессора А. Г. Рыбалко / ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ им. Н. И. Вавилова». – Саратов, 2016. – С. 58–66.

265. *Старцев, А. С.* Математическое выражение для определения оптимального значения коэффициента смещения отверстий универсального решета с регулируемыми отверстиями при очистке зернового вороха подсолнечника / А. С. Старцев, И. Ю. Попов // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н. И. Вавилова. – 2012. – № 3. – С. 49–51.

266. *Старцев, А. С.* Математическое выражение для определения потерь маслосемян подсолнечника от воздушного потока при использовании решета с регулируемыми отверстиями / А. С. Старцев // Известия Оренбургского ГАУ. – 2019. – № 4 (78). – С. 119–122.

267. *Старцев, А. С.* Моделирование параметров стеблестоя подсолнечника при уборке шнеком-мотовилом / А. С. Старцев // Материалы национальной российской конференции «Инженерному образованию – научную основу» / ФГБОУ ВО «Оренбургский ГАУ». – Оренбург, 2016. – С. 39–48.

268. *Старцев, А. С.* Результаты исследований физико-механических свойств стеблестоя подсолнечника / А. С. Старцев, Е. Е. Дёмин, А. А. Куньшин, А. С. Данилова // Аграрный научный журнал. – 2017. – № 3. – С. 59–64.

269. *Старцев, А. С.* Результаты лабораторно-полевых опытов по изучению осыпаемости корзинок подсолнечника в зависимости от ускорения их движения / А. С. Старцев // Материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 100-летию кафедры сельскохозяйственных машин агроинженерного факультета Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I / ФГБОУ ВО «Воронежский ГАУ». – Воронеж, 2015. – С. 299–309.

270. *Старцев, А. С.* Системный анализ работы зерноуборочного комбайна на уборке подсолнечника / А. С. Старцев // Аграрный научный журнал. – 2018. – № 12. – С. 78–80.

271. *Старцев, А. С.* Теоретическая зависимость содержания сорных примесей при очистке вороха подсолнечника от коэффициента смещения отверстий решета / А. С. Старцев, А. А. Протасов // Аграрный научный журнал. – 2015. – № 11. – С. 50–52.

272. *Старцев, А. С.* Техничко-экономическая оценка работы зерноуборочного комбайна с решетом с регулируемыми отверстиями на уборке подсолнечника / А. С. Старцев // Фундаментальные и прикладные исследования в высшей аграрной школе : сб. научн. тр. – Саратов, 2014. – С. 28–35.

273. *Старцев, А. С.* Технические условия на уборку подсолнечника / А. С. Старцев, А. А. Куньшин // Фундаментальные и прикладные исследования в высшей аграрной школе : сб. науч. тр. – Саратов, 2014. – С. 36–39.

274. *Старцев, А. С.* Технологические недостатки уборки подсолнечника / А. С. Старцев, М. Ю. Попов // Материалы Междунар. научн.-практ. конф., по-

священной 120-й годовщине со дня рождения Н. И. Вавилова. – Саратов : Научная книга, 2007. – Ч. 3. – С. 216–218.

275. *Старцев, А. С.* Технология и результаты работы решета с регулируемые отверстиями на очистке маслосемян / А. С. Старцев, А. А. Куньшин // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе – сегодня и завтра : сб. тезисов докладов 2-й Междунар. науч.-практ. конференции / Научно-технический центр комбайностроения ОАО «Гомсельмаш». – Гомель, 2018. – С. 34–35.

276. *Старцев, А. С.* Экспериментальная зависимость влияния конструктивных параметров шнека-мотовила на потери семян подсолнечника / А. С. Старцев, М. Ю. Попов // Научное обозрение. – 2012. – № 1. – С. 106–115.

277. *Старцев, А. С.* Экспериментальная зависимость сорности зернового вороха подсолнечника от величины смещения отверстий универсального решета с регулируемые отверстиями / А. С. Старцев, И. Ю. Попов // Научное обозрение. – 2011. – № 5. – С. 182–191.

278. *Старцев, А. С.* Экспериментально-теоретическое обоснование конструкции и диаметра трубного вала шнека-мотовила жатки для уборки подсолнечника / А. С. Старцев // Известия Оренбургского госагроуниверситета. – 2017. – № 1 (63). – С. 70–74.

279. Стратегия машинно-технологической модернизации сельского хозяйства России на период до 2020 года / Ю. Ф. Лачуга [и др.]. – М. : ФГНУ «Росинформагротех», 2009. – 80 с.

280. Стратегия технологической модернизации сельского хозяйства России на период до 2020 года / В. И. Фисинин [и др.] ; Российская акад. с.-х. наук, Министерство сельского хоз-ва РФ, Министерство промышленности и торговли РФ. – М. : ФГНУ «Росинформагротех», 2009. – 78 с.

281. Стратегия устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации на период до 2030 года : официальное издание / Российская Федерация, Министерство сельского хозяйства ; ред. И. С. Горячева. – М. : ФГНУ «Росинформагротех», 2015. – 75 с.

282. *Стружкин, Н. И.* К проблеме эффективности уборки зерновых культур / Н. И. Стружкин // Нива Поволжья. – 2013. – № 4 (29). – С. 53–60.
283. *Стружкин, Н. И.* О засоренности и чистоте зернового вороха / Н. И. Стружкин // Техника в сельском хозяйстве. – 2005. – № 1. – С. 40–42.
284. *Тарасенко, А. П.* Определение допустимого травмирования зерна при уборке / А. П. Тарасенко // Совершенствование способов уборки и послеуборочной обработки зерна. – Челябинск, 1982. – С. 70–79.
285. *Тарасенко, А. П.* Снижение травмирования семян при уборке и послеуборочной обработке / А. П. Тарасенко. – Воронеж, 2003. – 331 с.
286. Тенденции в развитии конструкций зерноуборочных комбайнов / Д. И. Шаткус [и др.]. – М., 1978. – С. 20–22.
287. Травмирование семян и его предупреждения / И. Г. Строна [и др.]. – М. : Колос, 1972. – 160 с.
288. *Тронеv, С. В.* Технологическое обоснование повышения производительности зерноуборочных комбайнов на основе оптимизации структурно-технологической модели : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.20.01 / Тронеv С. В. – Волгоград, 2017. – 38 с.
289. *Трубилин, Е. И.* Машины для уборки сельскохозяйственных культур / Е. И. Трубилин, В. А. Абликов ; КубГАУ. – Краснодар, 2010. – 325 с.
290. *Трубилин, Е. И.* Механизация послеуборочной обработки зерна и семян : учебное пособие / Е. И. Трубилин, Н. Ф. Федоренко, А. И. Тлишев. – Краснодар, 2009. – 96 с.
291. *Труфляк, Е. В.* Ресурсосберегающие процессы уборки кукурузы на основе новых конструктивно-технологических решений : дис. ... д-ра техн. наук : 05.20.01 : защищена 19.10.2011 ; утверждена 29.05. 2012 / Труфляк Е. В. – Краснодар, 2011. – 283 с.
292. *Труфляк, Е. В.* Современные зерноуборочные комбайны : учебное пособие / Е. В. Труфляк, Е. И. Трубилин ; КубГАУ. – Краснодар, 2013. – 320 с.

293. Труфляк, Е.В. Теоретические аспекты повреждения зерна початков кукурузы / Е. В. Труфляк, В. С. Кравченко // Техника в сельском хозяйстве. – 2007. – № 6. – С. 32–34.

294. Tucano [Электронный ресурс] : 320, 340, 420, 440, 450, 570, 580. – Режим доступа :
[295. Tucano 480 470. CLAAS. \[Электронный ресурс\] : Секрет успеха: комбайн TUCANO с системой APS HYBRID. – Режим доступа :
\[https://docviewer.yandex.ru/view/0/?page=3&*=jyRp6szglpJuY2N%2Bmg2KQUuRflF7InVybCI6Imh0dHBzOi8vYXMucGwudWEvZmlsZXNmY2xhYXMtdHVjYW5vLTQ4MC00NzAucGRmIiwidGl0bGUiOiIjbGFhcy10dWNhbm8tNDgwLTQ3MC5\]\(https://docviewer.yandex.ru/view/0/?page=3&*=jyRp6szglpJuY2N%2Bmg2KQUuRflF7InVybCI6Imh0dHBzOi8vYXMucGwudWEvZmlsZXNmY2xhYXMtdHVjYW5vLTQ4MC00NzAucGRmIiwidGl0bGUiOiIjbGFhcy10dWNhbm8tNDgwLTQ3MC5\)](https://docviewer.yandex.ru/view/0/?page=1&*=Wdsm9SxYW9j82Ql7XfN6js8Zsod7InVybCI6Imh0dHBzOi8vd3d3Lm1pcnRlY2gucnUvdXBsb2FkL2libG9jay81NmQvNTZkYjFiNjI2YWQ1MjQ3MGM1NzUyMzI0Mzk0MWU1MjUucGRmIiwidGl0bGUiOiI1NmRiMWI2MjZhZDUyNDcwYzU3NTIzMjQzOTQxZTUyNS5wZGYiLCJub2lmcmFtZSI6dHJ1ZSwidWlkIjoicjoiMCIsInRzIjoxNTk1ODUxMjE0OTQ0LCJ5dSI6IjM3MjQ3ODg2MDE1OTU4NDY1NDUiLCJzZXJwUGFyYW1zIjoibGFuZz1ydSZ0bT0xNTk1ODUwNTk2JnRsZD1ydSZuYW1lPTU2ZGIxYjYyNmFkNTI0NzBjNTc1MjMyNDM5NDFlNTI1LnBkZiZ0ZXh0PTM1My4rVHVjYW5vKzQ4MC80NzAlMkMrVHVjYW5vKzQ1MC80NDAvNDMwJTJDK1RVQ0FOTys0MzArTW9udGFuYSs0JTJDK1R1Y2FubyszNDAvMzMwLzMyMCSVLYslRDAIQTAIRDElODMlRDAIQkElRDAIQkUIRDAIQjIlRDAIQkUIRDAIQjQIRDElODElRDElODIlRDAIQjIlRDAIQkUrJUQwJUJGJUQwJUJFKyVEMSU4RCVEMCVVCQSVEMSU4MSVEMCVCRiVEMCVCCiVEMSU4MyVEMCVCMCVEMSU4MiVEMCVCMCVEMSU4NiVEMCVCOCVEMCVCOctDbEFBUy4rJUQwJTgwJTgzKzg2OCslRDElODEuKyUyOCVEMSU4RCVEMSU4MiVEMCVCRSslRDAIQkQIRDAIQjArJUQxJTgwJUQxJTgzJUQxJTgxJUQxJTgxJUQwJUJBJUQwJUJFJUQwJUJDKyVEMSU4RiVEMCVCNy4lM0YlMjkmXJsPWh0dHBzJTNBLY93d3cubWlydGVjaC5ydS91cGxvYWQvaWJsbnRlZU2ZC81NmRiMWI2MjZhZDUyNDcwYzU3NTIzMjQzOTQxZTUyNS5wZGYmbHI9MTk0Jm1pbWU9cGRmJmwxMG49cnUmc2lnbj1iMWNiNjRiOGMzNDRhMTZhZTUwNDZiZTI5ZGQzNTIxOCZrZXlubz0wIn0%3D&lang=ru.</p>
</div>
<div data-bbox=)

wZGYiLCJub2lmcmFtZSI6dHJ1ZSwidWlkIjoiMCIIsInRzIjoxNTk1ODUwNjA1MjU0LCJ5dSI6IjM3MjQ3ODg2MDE1OTU4NDY1NDUiLCJzZXJwUGFyYW1zIjoibGFuZz1ydSZ0bT0xNTk1ODUwNTk2JnRsZD1ydSZuYW1lPWNsYWFzLXR1Y2Fuby00ODAtNDcwLnBkZiZ0ZXh0PTM1My4rVHVjYW5vKzQ4MC80NzAlMkMrVHVjYW5vKzQ1MC80NDAvNDMwJTJDK1RVQ0FOTys0MzArTW9udGFuYSs0JTJDK1R1Y2FubyszNDAvMzMwLzMyMCSvLyslRDAIQTAIRDElODMlRDAIQkElRDAIQkUlRDAIQjIlRDAIQkUlRDAIQjQlRDElODElRDElODIlRDAIQjIlRDAIQkUrJUQwJUJGUJUQwJUJFKyVEMSU4RCVEMCVVCQSVEMSU4MSVEMCVCRiVEMCVCQIvEMSU4MyVEMCVCMCVEMSU4MiVEMCVCMCVEMSU4NiVEMCVCOCVEMCVCOctDbEFBUy4rJUUYJTgwJTgzKzg2OCslRDElODEuKyUyOCVEMSU4RCVEMSU4MiVEMCVCRSslRDAIQkQlRDAIQjArJUQxJTgwJUQxJTgzJUQxJTgxJUQxJTgxJUQwJUJBUQwJUJFUQwJUJDKyVEMSU4RiVEMCVCNy4lM0YlMjkmXJsPWh0dHBzJTNBLy9hcy5wbC51YS9maWxlcY9jbGFhcy10dWNhbm8tNDgwLTQ3MC5wZGYmbHI9MTk0Jm1pbWU9cGRmJmwxMG49cnUmc2lnbj03ODZhZGJkNTlmMDc2MDI1ZDdjMWFhNTc1NzM0NDIzNCZrZXlubz0wIn0%3D&lang=ru.

296. Уборка подсолнечника [Электронный ресурс] : Всё о зерне. Технологии хранения и переработки. – Режим доступа : <http://visacon.ru/vyraschivanie-podsolnechnika/3927-uborka-podsolnechnika.html> (11.12.2019).

297. Указ Президента РФ от 01.12.2016 г. № 642 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации» [Электронный ресурс] : Президент России. Документы. – Режим доступа : <http://www.kremlin.ru/acts/bank/41449> (11.09.2019 г.).

298. Указ Президента РФ от 30.01.2010 № 120 «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации» [Электронный ресурс] : Президент России. Документы. – Режим доступа : <http://www.kremlin.ru/acts/bank/30563>.

299. Указ Президента РФ от 21.01.2020 г. № 20 «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации» [Электронный

ресурс] : Президент России. Документы. – Режим доступа : <http://www.kremlin.ru/acts/bank/45106>.

300. Универсальное высокоэффективное решето // Новые технологии АПК. – 2012. – № 8. – С. 40.

301. Уравнения вращения шнека-мотовила жатки для уборки подсолнечника при различных формах отсекаателей / А. С. Старцев [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2017. – № 10. – С. 55–60.

302. Урожайность подсолнечника оказалась ниже ожидаемой. Эксперты не прогнозируют прошлогоднего рекорда [Электронный ресурс] : АГРОИнвестор. Регионы. – Режим доступа : <https://www.agroinvestor.ru/regions/news/28666-urozhaynost-podsolnechnika-okazalas-nizhe-ozhidaniy/> (10.09.2019).

303. Уроки географии [Электронный ресурс] : Страны-лидеры по производству подсолнечника, сахарной свеклы, сахарного тростника, хлопка, чая, кофе. – Режим доступа : <http://mygeograph.ru/strany-lidery-po-proizvodstvu-podsolnechnika-saxarnoj-svekly-saxarnogo-trostrnika-xlopka-chaya-kofe/> (11.04.2018).

304. *Утученков, В. С.* Продуктивность гибридов подсолнечника в зависимости от норм высева и применения Флоргумата, Мастер-С и Бишофита на южных чернозёмах Волгоградской области : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Утученков В. С. – Волгоград, 2009.

305. *Урханов Н. А.* Об ориентации зерен на движущихся поверхностях рабочих органов СХМ / Н. А. Урханов // Труды ВИМ. – М., 1967. – Т. 40. – С. 169–175.

306. Falcon – жатка для уборки подсолнечника [Электронный ресурс] : Ростсельмаш. Агротехника профессионалов. – Режим доступа : https://rostselmash.com/products/grain_harvesters/headers_gh/Falcon/ (10.04.2019).

307. *Федин, М. А.* Снижение потерь за очёсывающей жаткой комбайна разработкой и применением ротора, оснащенного гребенками с тангенциальными каналами : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / Федин Михаил Андреевич. – Пенза, 2018. – 20 с.

308. *Федоренко, Э. Г.* Проблемы механизации уборки подсолнечника / Э. Г. Федоренко, Н. В. Ефимкин // Механизация производства масличных культур : сб. науч. тр. НИИ масличных культур имени В. С. Пустовойта. – Краснодар, 1990. – С. 16.

309. *Фёдоров, В. В.* Снижение потерь семян подсолнечника при комбайновой уборке разработкой и применением стеблеподъемника с эластичными улавливателями : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / Фёдоров В. В. – Пенза, 2013. – 20 с.

310. *Фёдоров, В. В.* Снижение потерь семян подсолнечника при комбайновой уборке разработкой и применением стеблеподъемника с эластичными улавливателями : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / Федоров В. В. – Пенза, 2013. – 126 с.

311. *Фёдорова, О. А.* Эффективные технические решения повышения качества уборки зерновых культур : дис. ... д-ра техн. наук : 05.20.01 : защищена 05.06.2018 / Фёдорова О. А. – Рязань, 2018. – 322 с.

312. *Халанский, В. М.* Обоснование параметров процесса выделения семян клевера из бобов аксиально-роторным терочным устройством / В. М. Халанский, И. В. Горбачев, А. Ф. Ахмад // Сб. науч. тр. Российской с.-х. акад. им. К. А. Тимирязева. – М., 1997. – № 268. – С. 172.

313. *Халанский, В. М.* Исследование по усовершенствованию процессов уборки и обмолота гороха : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Халанский Валентин Михайлович. – Минск, 1966. – 22 с.

314. *Халанский, В. М.* Разработка процессов и средств пневмоцентробежного сепарирования зернового вороха : автореф. дис. ... д-ра техн. наук / Халанский Валентин Михайлович. – М., 1997. – 20 с.

315. *Цепляев, А. Н.* Теоретическое определение скоростей семян подсолнечника и примесей при разделении вороха на роторно-воздушном сепараторе / А. Н. Цепляев, М. А. Перепёлкин // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. – 2009. – № 3. – С. 123–129.

316. *Чередниченко, О. П.* Оптимизация параметров входа подбарабання молотильного аппарата зерноуборочного комбайна : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Чередниченко Ольга Павловна. – Ростов н/Д, 1999. – 24 с.

317. *Чернышов, А. В.* Совершенствование процесса фракционирования зернового вороха на решётном стане зерноочистительных машин : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Чернышов Алексей Викторович. – Воронеж, 2011. – 20 с.

318. *Шафоростов, В. Д.* Влияние толщины, ширины и индивидуальной массы семян подсолнечника на скорость их витания / В. Д. Шафоростов, И. Е. Припоров // Масличные культуры : научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2010. – № 1 (142–143). – С. 76–80.

319. *Шафоростов, В. Д.* Моделирование процесса сепарации семян подсолнечника в семяочистительном агрегате / В. Д. Шафоростов, Е. А. Перетягин // Масличные культуры : научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2007. – № 1 (136). – С. 97–111.

320. *Шафоростов, В. Д.* Потери урожая подсолнечника при уборке и пути их снижения / В. Д. Шафоростов, С. С. Макаров // Масличные культуры : научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2007. – № 1 (136). – С. 95–96.

321. *Шафоростов, В. Д.* Усовершенствованная жатка к селекционному комбайну для уборки селекционных делянок подсолнечника / В. Д. Шафоростов, С. С. Макаров / Масличные культуры : научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2017. – № 4 (172). – С. 96–105.

322. *Шеффе, Г.* Дисперсионный анализ / Г. Шеффе ; пер. с англ. Б. А. Севастьянова, В. П. Чистяковой. – М. : Наука, 1980. – 512 с.

323. *Шрейдер, Ю. М.* От комбайна СК-10 к комбайну Torgum-740 / Ю. М. Шрейдер, И. В. Горбачев // Тракторы и сельхозмашины. – 2014. – № 8. – С. 50–52.

324. Экспорт подсолнечного масла из России в 2001–2019 гг. [Электронный ресурс] : Seldon. News. Экспорт подсолнечного масла из России. – Режим доступа : <https://news.myseldon.com/ru/news/index/216787087> (09.03.2020).

325. Экспорт подсолнечного масла превысил 2 млн тонн [Электронный ресурс] : GRAINPRICE.RU : Зерно : цены, аналитика, трейдинг : Экспорт подсолнечника (семян). – Режим доступа : <https://www.grainprice.ru/news/tag/2/9522-eksport-podsolnechnika-semyan> (11.04.2018).

326. Яковлев, С. Н. Расчет полиуретановых деталей, работающих на сжатие при статической нагрузке / С. Н. Яковлев // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. – 2014. – № 1 (190). – С. 137–142.

327. Ямпилов, С. С. Технология очистки и сортировки семян / С. С. Ямпилов // Земледелие. –1999. – № 4 – С. 40–41.

328. Ямпилов, С. С. Технологическое и техническое обеспечение ресурсо-, энергосберегающих процессов очистки и сортировки зерна и семян : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.20.01 : защищена 23.11.99 / Ямпилов С. С. – М., 1999. – 63 с.

329. AgriEXPO. Farm Machinery [Электронный ресурс] : Harvesting. Combine harvester. Laverda. Laverda combine harvester. – URL : <http://www.agriexpo.online/product-manufacturer/laverda-combine-harvester-25-193.html> (10.04.2019).

330. AgriEXPO. Sunflower harvesting header [Электронный ресурс] : Moresil. Sunflower harvesting header / rigid. – URL : <http://www.agriexpo.online/agricultural-manufacturer/sunflower-harvesting-header-1690.html> (12.03.2019).

331. Case IH 1660 Axial Flow – Agriaffaires [Электронный ресурс] : Case IH 1660 axial flow 27–05–2011. – URL : <http://www.agriaffaires.co.uk/used/combine-harvester/1804314/case-ih-1660-axial-flow.html> (20.10.2011).

332. Case IH 1990, 1660 Axial Flow combine for sale / no reserve Internet [Электронный ресурс] : 1990 Case IH 1660 Axial Flow combine for sale | no reserve Internet auction December 14, 2011. – URL : <http://www.youtube.com/watch?v=8Eh6V96k2g8> (20.09.2011).

333. *Cervinka, V.* Multiple regression analyses of combine harvester design and operational parameters / V. Cervinka // Trans of ASAE. – 1974. – Vol. 17. – No. 2. – P. 221–224.

334. CLAAS [Электронный ресурс] : Combines. The European leader, made in Germany – CLAAS combine harvesters. – URL : <https://www.claas.co.uk/products/combines> (19.02.2019).

335. Comparative evaluation of the operation of a combine harvester with an additional sieve with adjustable holes for sunflower harvesting / A. S. Startsev [et al.] // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 433 (2020) 012007, In press <https://doi.org/10.1088/1755-1315/433/1/012007> (10.12.2019).

336. Concept of creating energy-resource-saving technologies for harvesting grain with multifunctional aggregates / G. G. Maslov [et al.] // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2018. – Vol. 9. – No. 4. – P. 623–630.

337. *Datta, J.* Synthesis and Investigation of Glycolysates and Obtained Polyurethane Elastomers / J. Datta // Journal of Elastomers and Plastics. – 2010. – Vol. 42. – P. 117–127.

338. *Draper, N. R.* Applied regression analysis // N. R. Draper, H. Smith. – New York : Wiley, 1966. – 407 p.

339. Delzer-crary sunflower harvesting attachment [Электронный ресурс] : Evaluation Report. – URL : <https://manualzz.com/doc/8689863/205-delzer-crary-sunflower-harvesting-attachment--1981-> (10.09.2018).

340. Development of rapeseed cleaning loss monitoring system and experiments in a combine harvester / L. Xu [et al.] // Biosystems Engineering. – 2019. – No. 178. – P. 118–130.

341. Eagle Sunflower Harvesting Attachment [Электронный ресурс] : Evaluation Report. – URL : <https://manualzz.com/doc/13078355/203-eagle-sunflower-harvesting-attachment--1981-> (11.10.2018).

342. Effects of throughput and operating parameters on cleaning performance in air-and-screen cleaning unit : a computational and experimental study / Y. Li [et al.] // Computers and Electronics in Agriculture. – 2019. – No. 152. – P. 141–148.

343. Experimental Study of Feed Rate Related Factors of Combine Harvester Based on Grey Correlation / Y. Zhang [et al.] // Agriculture and Agricultural Science Procedia. – 2015. – No. 7. – P. 35-39.

344. *Elfatih, M. A.* Effect of Combine harvester Forward and Reel Speeds on Sunflower Harvesting Losses in Gadarif Area. Master of Science. Diss. / Elfatih M. A. – University of Khartoum, 2014. – P. 49.

345. Farm.tv. Machinery [Электронный ресурс] : Fendt 9490X Atrak System – Biggest Combine Harvester. – URL : <https://farmmachinery.tv/fendt-9490x-atrak-system-bggest-combine-harvester> (20.03.2019).

346. *Fechner, W.* Kornverluste einfacher bestimmen / W. Fechner, Z. Al-Ibrahim // Neue Landwirtsch. – 1998. – № 12. – S. 79–81.

347. Fendt. Fendt World [Электронный ресурс] : Fendt News. Threshing in the Fendt quartet at the RWZ combine harvester camp in Riedstadt. – URL : <https://www.fendt.com/int/rwz-mahdreschercamp-riedstadt.html> (25.03.2019).

348. *Fischer, W.* Zellenauslesern mit Schüttelung // W. Fischer, H. Weber // Die Technik in der landwirtschaft. – 1937. – № 11. – S. 206–208.

349. *French, M.* Kinematics and the mechanics of epicyclic and other multiple last haft gearing Engineer / M. French. – 1962. – No. 5570. – P. 705–706.

350. Gardening. Know how [Электронный ресурс] : Harvesting Sunflower Seeds. – Tips to Harvest Sunflowers. Sunflowers. – URL : <https://www.gardeningknowhow.com/ornamental/flowers/sunflower/harvesting-sunflowers.htm> (20.04.2019).

351. Grain separation loss monitoring system in combine harvester / Z. Zhao [et al.] // Computers and Electronics in Agriculture. – 2011. – No. 76. – P. 183–188 – URL : <https://doi.org/10.6041/j.issn.1000-1298.2012.S0.016>

352. Heritability of plant height and head diameter in sunflower (*Helianthus annuus* L.) / M. Jocković [et al.] // Ratar.Povrt. – 2013. – No. 50 (2). – P. 62–66.

353. How the sunflower seeds harvest passes [Электронный ресурс] : How to harvest sunflower seed for large-scale production. Kaissa oil. Sunflower oil facture. –

URL : <https://kaissaoil.com/en/how-to-harvest-sunflower-seed-for-large-scale-production/> (15.04.19).

354. Kornacki, A. Mathematical model of the threshing and separating process in a two-drum threshing apparatus / A. Kornacki // Annu. Rev. agr. Engg. – 2000. – Vol. 2. – No. 1. – P. 165–173.

355. Lipkovich, E. I. Distribution of masses and technological schemes of agricultural combines / E. I. Lipkovich, A. M. Bondarenko, I. E. Lipkovich // Journal of Industrial Pollution Control. – 2017. – Vol. 33. – No. 1. – P. 1163–1170.

356. Maize harvester for Combine Harvester Cressoni 6 ... – Agriaffaires [Электронный ресурс] : Maize 6 RANGS. – URL : <http://www.agriaffaires.co.uk/used/corn-harvester/2083392/cressoni-6-rangs.html> (23.11.2011).

357. Maskus. Agrotechnika. reserves dalas un fermas aprikojums [Электронный ресурс] : New Holland CX 8070, 2013, Razas novaksanas kombaini. – URL : <https://www.mascus.lv/lauksaimnieciba/lietoti-razas-novaksanas-kombaini/new-holland-cx-8070/h0qwizot.html> (19.03.2019).

358. Massey Ferguson [Электронный ресурс] : M F Activa S 7345/7347. – URL : <https://agco-rm.ru/upload/iblock/d96/2d9dd8559c4b9bc2097b1a5fc4b618ff.pdf> (10.04.2019).

359. New sunflower harvesting attachment [Электронный ресурс] : Evaluation Report. – URL : <https://manualzz.com/doc/12753844/161-new-j-sunflower-harvesting-attachment--1980-> (09.10.2018).

360. Optimization of flow and rhythm of work of the harvest-transport unit / G. G. Maslov [et al.] // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2019. – Vol. 10. – No. 1. – P. 1025–1031.

361. Optimum design of an array structure for the grain loss sensor to upgrade its resolution for harvesting rice in a combine harvester / Z. Liang [et al.] // Biosystems Engineering. – 2017. – No. 157. – P. 24–34.

362. Post-harvest profile of sunflower [Электронный ресурс] : Government of India. Ministry of agriculture (department of agriculture & cooperation) directorate of marketing & inspection branch head office Nagpur. – URL : http://agmarknet.gov.in/Others/Sunflower_profile.pdf. (20.04.2019).

363. Predicting header wheat loss in a combine harvester, a new approach / R. Chaab [et al.] // Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, In press, corrected proof, Available online 19 September 2018 [Электронный ресурс]. – URL : https://www.researchgate.net/publication/327773161_Predicting_Header_Wheat_Loss_in_a_Combine_Harvester_a_New_Approach/link/5c4f5401a6fdccd6b5d00e8a/download (18.02.2019).

364. Reducing sunflower harvest [Электронный ресурс] : Nuseed : Are there acceptable harvest losses? – URL : <https://www3.nuseed.com/> (15.06.2019).

365. Results of the production test of sunflower harvesting attachment with an auger reel / A. S. Startsev [et al.] // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 433 (2020) 012006, In press [https:// doi:10.1088/1755-1315/433/1/012006](https://doi.org/10.1088/1755-1315/433/1/012006) (10.12.2019)

366. *Shepelev, S.* Differentiation of the Seasonal Loading of Combine Harvester Depending on Its Technical Readiness / S. Shepelev, V. Shepelev, Yu. Cherkasov // Procedia Eng. – 2019. – No. 129. – P. 161–165.

367. Stanley sunflower harvesting attachment [Электронный ресурс] : Evaluation Report. – URL : <https://manualzz.com/doc/8599731/160-stanley-sunflower-harvesting-attachment--1980-> (05.10.2018).

368. Zach sunflower harvesting attachment [Электронный ресурс] : Evaluation Report. – URL : <https://manualzz.com/doc/12653438/204-zach-sunflower-harvesting-attachment--1981-> (12.10.2018).

Приложения

Потери маслосемян при уборке подсолнечника техническими средствами

№ п/п	Марка, модификация адаптера	Производительность, га/ч (т/ч)	Потери, %			Марка, модификация комбайна	Повреждаемость основных семян, % (дробление, облучивание)	Уменьшение содержания новых семян, %	Сорность, %	Наименование МПС	№ протокола или отчета
			за адаптером	за молотилкой	суммарные						
Адаптеры											
1	НАШ-873-04	13,41 (5,43)	0,7	–	–	КЗС-1218-29 «Палессе»	4,42	7,26	2,81	ФГУ «Алтайская ГЗМИС»	протокол № 01-59-13 (5060092) от 20 ноября 2013 г.
2	НАШ-873	4,01 (10,71)	0,46	0,21	0,67	«Дон-1500Б»	2,5	–	3,6	ФГУ «Кубанская ГЗМИС»	протокол № 07-42-43-44-2006 (4060392) от 29 ноября 2006 г.
3	НАШ-873-01	3,69 (8,56)	0,39	0,74	1,13	«Вектор 410» РСМ-101	2,2	–	4,9		
4	НАШ-873-02	1,99 (4,74)	0,7	1,17	1,87	СК-5-МЭ-1 «Нива-Эффект»	3,0	–	3,56		
5	НАШ-1273-04	5,42 (11,1)	0,72	1,1	1,82	КЗС-1218 «Палессе GS 12»	0,3	3,6	3,3	ФГУ «Поволжская МПС»	протокол № 08-110-2013 (5060052) от 17 декабря 2013 г.
6	НАШ-873-04	5,43	0,7	–	–	КЗС-1218 «Палессе GS 12»	–	–	–	ФГУ «Алтайская ГЗМИС»	[121]
7	НАШ-873М	5,75	0,2	–	–	«Вектор 410» РСМ-101	–	–	–		
8	НАШ-1273-04	6,56	0,9	–	–	КЗС-1218 «Палессе GS 12»	–	–	–		

Продолжение прил. А

№ п/п	Марка, модификация адаптера	Производительность, Га/ч (т/ч)	Потери, %			Марка, модификация комбайна	Повреждаемость основных семян, % (дробление, облущивание)	Уменьшение содержания новых семян, %	Сорность, %	Наименование МИС	№ протокола или отчета
			за адаптером	за молотилкой	суммарные						
9	ПКД-873	до 4,26	1,69; 2,5	–	–	«Дон-1500Б»	–	23,1; 20,9	3,4; 4,5	ФГУ «Алтайская ГЗМИС»	протокол № 01-44-00 (1060012) от 23 ноября 2000 г.
10	ПРП-8	7,2 (3,98)	0,10	0,23	0,33	ACROS 580 РСМ-142	2,06	4,08	4,08	ФГУ «Северо-Кавказская ГЗМИС»	протокол испытаний № 11-47-13 (1060042) от 19 декабря 2013 г.
11	ПРП-12	9,97 (7,55)	0,3	1,2	1,5	Torum 740 РСМ-181	10,42	10,42	15,74	ФГУ Северо-Кавказская ГЗМИС	протокол № 11-26-15 (1060042) от 20 ноября 2015 г.
12	ПС-12-1	6,18 (15,2)	0,5	–	–	КЗС-3219 КР	1,48	4,79	3,31	Централь-но-Черноморская МИС	–
13	ПСП-610.51	5,17 (2,53)	2,43	0,35	2,78	РСМ-083	2,43	2,43	–	ФГУ «Северо-Кавказская ГЗМИС»	отчет на основании протокола № 11-21-15 (5060132) от 16 ноября 2015 г.
14	ПСП-810-05	5,51	1,42	–	1,42	ACROS 530 РСМ-142	6,56	12	12	ФГУ «Северо-Кавказская ГЗМИС»	–
15	ПСП-810-13	5,45 (5,05)	1,6	0,8	2,4	Torum 740 РСМ-181	6,37	6,37	8,2	ФГУ «Северо-Кавказская ГЗМИС»	отчет № 11-32-14 (5060212) от 05 декабря 2014 г.

Продолжение прил. А

№ п/п	Марка, модификация адаптера	Производительность, га/ч (т/ч)	Потери, %			Марка, модификация комбайна	Повреждаемость основных семян, % (дробление, облучивание)	Уменьшение содержания новых семян, %	Сорность, %	Наименование ЛИС	№ протокола или отчета
			за адаптером	за молотилкой	суммарные						
16	ПСП 810-13	5,04 (10,13)	0,3	0,4	0,7	ACROS 550 РСМ-142	8,28	10,78	10,78	ФГУ «Северо-Кавказская ГЗМИС»	протокол испытаний № 11-32-17 (5060462) от 11 декабря 2017 г.
17	ПСП-810	4,78 (7,11)	1,67	–	–	Дон-1500Б	1,1	–	5,2	ФГУ «Кубанская ГЗМИС»	протокол № 07-72-2008 (4060212) от 19 декабря 2008 г.
18	ПСП-1210	6,3 (10,53)	0,82	–	–	«Дон-1500Б»	0,7	–	6,7	ФГУ «Кубанская ГЗМИС»	протокол № 07-69-2008 (4060222) от 19 декабря 2008 г.
19	ПСП-610 «Falcon»	3,34 (2,48)	1,24	0,86	2,10	РСМ-083 серия S-300	2,69	4,9	2,21	ФГУ «Алтайская ГЗМИС»	протокол № 01-67-17 (5060502) от 12.12.2017 г.
20	ПСП-1210-29	7,37	0,7	–	–	РСМ-161	–	–	–	ФГУ «Алтайская ГЗМИС»	–
21	РСМ-091.52	–	1,45	1,6	3,05	«Дон-091»	5,6	–	10,6	РНИИ по испытаниям с.х. машин	протокол № 07-82-83-84-85-02 (4060232, 4060252, 4060272, 4060282) от 09 декабря 2002 г.
22	РСМ-081.52	4,0 (7,8)	2,1	0,14	2,24	РСМ-081	2,28	4,15	1,87	ФГУ «Северо-Кавказская ГЗМИС»	протокол испытаний № 11-39-04 (1060082) от 26 ноября 2004 года

Окончание прил. А

№ п/п	Марка, модификация адаптера	Производительность, Га/ч (т/ч)	Потери, %			Марка, модификация комбайна	Повреждаемость основных семян, % (дробление, обдусивание)	Уменьшение содержания новых семян, %	Сорность, %	Наименование МИС	№ протокола или отчета
			за адаптером	за молотилкой	суммарные						
23	РСМ-091.52	10,0	1,96	0,24	2,2	«Дон-091»	0,69	–	1,59	ФГУ «Северо-Кавказская ГЗМИС»	протокол испытаний № 11-51-02 (4060272) от 11 декабря 2002 г.
24	РСМ-091.52	4,4 (5,67)	2,05	0,05	2,1	«Дон-091»	2,03	4,03	2,00	ФГУ «Алтайская ГЗМИС»	протокол испытаний № 01-46-02 (4060227) от 4 декабря 2002 г.
Жатки											
25	Sunmaster 870	5,38	1,2	–	1,2	КЗС-1218А-1	1,58	–	–	ФГУ «Поволжская МИС»	протокол испытаний № 08-92-2018 (5060272) от 14 декабря 2018 г.
26	RSM SS-920.13 Sun Stream	11,45	0,63; 0,79	1,12; 1,51	1,75; 2,3	ACROS	1,32; 1,52	3,53; 3,47	2,24; 2,30	ФГУ «Алтайская ГЗМИС»	протокол № 01-89-18 (5060382) от 18.12.2018 г.
27	HE 7500	7,66 (10,1)	0,9	0,5	1,4	Challenger CH 647 C	0,41	3,3	2,89	ФГУ «Поволжская МИС»	протокол № 08-93-13 (6241202) от 25 декабря 2013 года
Приспособление											
28	УПЗ-6.25	5,5 (16,7)	1,21	–	–	Tention SR 3085	0,3	4,5	4,2	ФГУ «Поволжская ГЗМИС»	протокол № 08-119-2013 (5060152) от 24 декабря 2013 г.

Технические характеристики зерноуборочных комбайнов с билльными молотильными аппаратами

№ п/п	Марка комбайна	Мощ- ность двигате- ля P , кВт	Масса без жатки m_0 , т	Про- пускная способ- ность q , кг/с	Объем бункера V_6 , м ³	Ширина захвата жатки $B_{ж}$, м	Площадь подбара- банья $S_{п}$, м ²	Общая пло- щадь решет S_p , м ²	Кэффи- циент ширины барабана по его диаметру B_6/D_6	Диаметр / ширина барабана, мм/мм	Общая пло- щадь сепара- ции $S_{сс}$, м ²
1	John Deere W540	191	12,72	—	8,0	6,7; 7,6; 9,15	1,05	—	2,12	1400/660	6,76
2	John Deere T 550	217	12,85	—	8,0	—	—	—	2,12	1400/660	7,3
3	John Deere T 560	262	12,89	—	10,0	—	—	—	2,12	1400/600	7,3
4	John Deere T 660	262	13,62	—	10,0	—	—	—	2,53	1670/660	8,76
5	John Deere T 670	299	14,33	—	10,0	—	—	—	2,53	1670/660	8,76
6	John Deere W650	239	13,530	—	8,0	6,7; 7,6; 9,15	1,25	—	—	1670/660	10,45
7	John Deere Hill master 9660i WTS	250	14,25	—	9,0	—	—	5,87	2,53	1670/660	7,68
8	John Deere 1450 CWS	132	9,5	—	6,8	—	—	4,6	2,13	1300/610	4,85
9	John Deere 1550 WTS	166	9,62	—	6,8	—	—	5,6	2,56	1560/610	5,8
10	John Deere 9540i WTS	147	11,23	—	7,5	—	—	4,2	2,12	1400/660	6,4
11	John Deere 9560i WTS	169	11,23	—	7,5	—	—	4,2	2,12	1400/660	6,4

Продолжение прил. Б

№ п/п	Марка комбайна	Мощ- ность двигате- ля P , кВт	Масса без жатки m_0 , т	Про- пускная способ- ность q , кг/с	Объем бункера V_6 , м ³	Ширина захвата жатки B_k , м	Площадь подбара- банья $S_{\text{пб}}$, м ²	Общая пло- щадь решет S_p , м ²	Кэффи- циент ширины барабана по его диаметру B_6/D_6	Диаметр / ширина барабана, мм/мм	Общая пло- щадь сепара- ции $S_{\text{сеп}}$, м ²
12	John Deere 9580i WTS	202	11,23	—	8,0	—	—	4,2	2,12	1400/660	6,4
13	John Deere 9640i WTS	202	11,23	—	8,0	—	—	4,95	2,53	1670/660	7,7
14	John Deere 9660i WTS	219	11,23	—	9,0	—	—	4,95	2,53	1670/660	7,7
15	John Deere 9680i WTS	243	11,23	—	11,0	—	—	4,95	2,53	1670/660	7,7
16	John Deere 9780i CTS	239	12,7	—	10,0	—	—	4,2	2,12	1400/660	—
17	ACTIVA 7244	165	10,1	—	7,0	4,2–6,0	0,83	4,67	2,23	1340/600	5,73
18	ACTIVA 7245	180	13,65	—	7,0	4,8–6,0	0,83	4,67	2,23	1340/600	5,73
19	ACTIVA 7246	180	12,95	—	7,5	4,8–6,0	0,99	5,58	2,67	1600/600	6,81
20	MF 7260 Beta	188	10,95	—	9,0	—	—	4,67	2,23	1340/600	5,73
21	MF 7270 Beta	209	—	—	9,0	—	—	5,58	2,67	1600/600	6,81
22	MF 7274 Cerea	232	13,8	—	9,5	—	—	5,3	2,8	1680/600	6,7
23	MF 7278 Cerea	265	13,8	—	10,5	—	—	5,3	2,8	1680/600	6,7
24	MF 36RS	162	10,7	—	6,4	—	—	4,6	2,3	1400/600	8,3
25	Amako MF 7274 CEREА	261	15,53	—	9,5	6,8–7,7	1,06	5,3	2,8	1680/600	9,9
26	Amako MF 7278 CEREА	297	16,32	—	10,5	6,8–7,7	1,06	5,3	2,8	1680/600	9,9

Продолжение табл. Б

№ п/п	Марка комбайна	Мощ- ность двигате- ля P , кВт	Масса без жатки m_0 , т	Про- пускная способ- ность q , кг/с	Объем бункера V_b , м ³	Ширина захвата жатки B_k , м	Площадь подбара- банья S_n , м ²	Общая пло- щадь решет S_p , м ²	Кэффи- циент ширины барабана по его диаметру B_g/D_g	Диаметр / ширина барабана, мм/мм	Общая пло- щадь сепара- ции $S_{сес}$, м ²
27	CLAAS MEDION 340	190	10,96	—	8,2	5,16–6,68	—	5,1	3,51	1580/450	7,95
28	CLAAS MEDION 330H	170	11,64	—	7,2	3,94–5,16	—	4,25	2,93	1320/450	6,6
29	CLAAS MEDION 310	150	10,098	—	5,8	3,63–4,55	—	4,25	2,93	1320/450	5,8
30	CLAAS TUCANO 480	261	13,45	—	9,0	9,12; 5,46; 3,71	—	5,65	3,51	1580/450	—
31	CLAAS TUCANO 470	220	12,95	—	9,0	9,12; 5,46; 3,71	—	5,65	3,51	1580/450	—
32	CLAAS TUCANO 450	220	12,53	—	9,0	9,12	450	5,65	3,51	1580/450	6,95
33	CLAAS TUCANO 440	205	12,4	—	8,5	7,5	450	5,65	3,51	1580/450	6,95
34	CLAAS TUCANO 430	190	12,0	—	8,0	6,68	450	4,7	2,93	1320/450	7,26
35	CLAAS TUCANO 340	205	11,8	—	7,5	6,07	450	5,1	3,51	1580/450	6,95
36	CLAAS TUCANO 330	190	10,8	—	7,5	5,46	450	4,25	2,93	1320/450	5,8
37	CLAAS TUCANO 320	150	10,7	—	6,5	4,92	450	4,25	2,93	1320/450	5,8
38	CLAAS AVERO 240	146	8,7	—	5,6	—	—	3,0	2,36	1060/450	4,13

Продолжение прил. Б

№ п/п	Марка комбайна	Мощ- ность двигате- ля P , кВт	Масса без жатки m_0 , т	Про- пускная способ- ность q , кг/с	Объем бункера V_6 , м ³	Ширина захвата жатки B_k , м	Площадь подбара- банья $S_{\text{п}}$, м ²	Общая пло- щадь решет S_p , м ²	Коэффи- циент ширины барабана по его диаметру B_6/D_6	Диаметр / ширина барабана, мм/мм	Общая пло- щадь сепара- ции $S_{\text{сеп}}$, м ²
39	CLAAS AVERO 160	116	8,25	—	4,2	—	—	3,0	2,36	1060/450	4,13
40	CLAAS DOMINATOR 150	116	7,33	—	4,0	—	—	3,0	2,36	1060/450	4,13
41	CLAAS DOMINATOR 140	100	7,33	—	3,2	—	—	3,0	2,36	1060/450	4,13
42	CLAAS DOMINATOR 130	100	7,33	—	3,2	—	—	3,0	2,36	1060/450	4,13
43	CLAAS LEXION 770	390	17,4	—	12	—	—	6,2	2,83	1700/600	—
44	CLAAS LEXION 760	350	16,5	—	10,5	—	—	5,8	2,83	1700/600	7,48
45	CLAAS LEXION 750	371	16,2	—	10,5	—	—	5,1	2,37	1420/600	7,48
46	CLAAS LEXION 740	287		—	9,6	—	—	5,1	2,37	1420/600	7,48
47	CLAAS LEXION 670	287	14,8	—	10,5			5,8	2,83	1700/600	7,48

Продолжение прил. Б

№ п/п	Марка комбайна	Мощ- ность двигате- ля P , кВт	Масса без жатки m_0 , т	Про- пускная способ- ность q , кг/с	Объем бункера V_6 , м ³	Ширина захвата жатки B_k , м	Площадь подбара- банья $S_{\text{пб}}$, м ²	Общая пло- щадь решет S_p , м ²	Кэффи- циент ширины барабана по его диаметру B_6/D_6	Диаметр / ширина барабана, мм/мм	Общая пло- щадь сепара- ции $S_{\text{сеп}}$, м ²
48	CLAAS LEXION 660	261	14,5	—	10,5	—	—	5,8	2,83	1700/600	7,48
49	CLAAS LEXION 650	230	14,4	—	9,6	—	—	5,8	2,83	1700/600	7,48
50	CLAAS LEXION 640	205	14,2	—	8,6	—	—	5,8	2,83	1700/600	7,48
51	CLAAS LEXION 630	230	13,7	—	8,6	—	—	4,8	2,37	1420/600	6,25
52	CLAAS LEX- ION 620	205	13,4	—	7,8	—	—	4,8	2,37	1420/600	6,25
53	CLAAS LEXION 560	265	14,41	—	10,5	—	—	5,8	2,83	1700/600	7,48
54	CLAAS LEXION 550	243	14,41	—	9,6	—	—	5,8	2,83	1700/600	7,48
55	CLAAS LEXION 540	217	14,41	—	8,6	—	—	5,8	2,83	1700/600	7,48
56	CLAAS LEXION 540C	191	14,41	—	8,1	—	—	5,8	2,83	1700/600	7,48
57	CLAAS LEXION 530	217	13,22	—	8,6	—	—	4,8	2,37	1420/600	6,25
58	CLAAS LEXION 520	191	13,22	—	7,8	—	—	4,8	2,37	1420/600	6,25
59	CLAAS LEXION 510	162	13,22	—	7,3	—	—	4,4	2,37	1420/600	6,25

Продолжение прил. Б

№ п/п	Марка комбайна	Мощ- ность двигате- ля P , кВт	Масса без жатки m_0 , т	Про- пускная способ- ность q , кг/с	Объем бункера V_6 , м ³	Ширина захвата жатки B_k , м	Площадь подбара- банья S_n , м ²	Общая пло- щадь решет S_p , м ²	Кэффи- циент ширины барабана по его диаметру B_6/D_6	Диаметр / ширина барабана, мм/мм	Общая пло- щадь сепара- ции $S_{сес}$, м ²
60	CLAAS LEXION 450	202	13,0	9,5	8,6	—	—	5,8	2,83	1700/600	7,48
61	VECTOR 410	154	11,075	7,6	6,0	6; 7; 9	1,1	3,59	1,5	1200/800	5,0
62	VECTOR 420	161	10,57	7,6	6,0	6; 7; 9	1,1	3,59	1,5	1200/800	5,0
63	ACROS 530	184	13,74	10	9,0	6; 7; 9	1,38	4,74	1,87	1500/800	6,15
64	ACROS 540	194	13,48		9,0	6; 7; 9	1,38	4,74	1,87	1500/800	6,15
65	ACROS 560	206	13,4		9,0	5; 6; 7; 9	1,38	4,74	1,87	1500/800	6,15
66	«ДОН 091»	110	11,5	7,2–8,6	5,0	4,1; 5,0; 6,0; 7,0	—	3,6	2,0	1200/600	4,56
67	«ДОН 141»	165,6	13,4	8,0–9,0	6,0	6,0; 7,0; 8,6	—	—	—	—	—
68	«ДОН 161»	184,0	12,5	9,0–10,0	7,0	6,0; 7,0; 8,6; 11,0	—	5,56	1,87	1500/800	7,02
69	«ДОН 1200»	125	11,5	6–7	6,0	6,0; 7,0	—	—	1,5	1200/800	6
70	«ДОН 1200Б»	136	11,7	7,0–8,0	6,0	6,0; 7,0	—	—	1,5	1200/800	—
71	«ДОН 1500»	162	12,9	8,0–9,0	6,0	6,0; 7,0; 8,6	—	—	1,87	1500/800	—
72	«ДОН 1500Б»	173	11	10,0	6,0	6,0; 7,0; 9,0	—	4,75	1,87	1500/800	6,15
73	«ДОН 1500М»	172	15,4	10,0	8,8	7,0; 9,0	—	—	1,87	1500/800	—
74	«ДОН 2600»	206	15,1	9,0–10,0	6,0	6,0; 7,0; 8,6	—	—	—	—	—
75	«ЕНИСЕЙ 858»	184	16,3	8,0–9,0	5,0	4,1; 5,0; 6,0	—	—	—	—	—
76	«ЕНИСЕЙ 950»	136	11	7,0–8,0	5,0	5,0; 6,0; 7,0	—	3,8	2,18	1200/550	4,4
77	«ЕНИСЕЙ КЗС 954»	136	11	7,0–8,0	5,0	5,0; 6,0; 7,0	—	3,8	2,18	1200/550	3,5
78	«ЕНИСЕЙ 957»	136	11,8	7,0–8,0	5,0	5,0; 6,0; 7,0	—	—	—	—	—
79	«ЕНИСЕЙ 958»	136	11,9	7,0–8,0	5,0	5,0; 6,0; 7,0	—	—	—	—	—

Продолжение прил. Б

№ п/п	Марка комбайна	Мощ- ность двигате- ля P , кВт	Масса без жатки m_0 , т	Про- пускная способ- ность q , кг/с	Объем бункера V_3 , м ³	Ширина захвата жатки B_k , м	Площадь подбара- банья $S_{\text{в}}$, м ²	Общая пло- щадь решет S_p , м ²	Коэффи- циент ширины барабана по его диаметру B_6/D_6	Диаметр / ширина барабана, мм/мм	Общая пло- щадь сепара- ции $S_{\text{сеп}}$, м ²
80	«ЕНИСЕЙ 960»	169	12,4	8,0–9,0	6,2	5,0; 6,0; 7,0	–	3,6	1,67	1200/720	4,8
81	«ЕНИСЕЙ КЭС 970»	220	14,2 (с жат- кой)	10,0	7,2	6,0; 7,0; 8,6	–	–	2,08	1500/720	6,29
82	«ЕНИСЕЙ 1200»	106,7	9,4	6,0–6,5	4,5	4,1; 5,0; 6,0	–	3,0	2,18	1200/550	
83	«ЕНИСЕЙ 1200М»	136	9,7	6,0–7,0	4,5	5,0; 6,0	–	3,15	2,18	1200/500	3,55
84	«ЕНИСЕЙ 1200-1»	106,7	8,9	6,0	4,5	4,1; 5,0; 6,0	–	–	2,18	1200/550	
85	«ЕНИСЕЙ 1200-1М»	136	9	6,0	4,5	5,0; 6,0	–	3,16	2,18	1200/550	4,4
86	«ЕНИСЕЙ 1200Н»	125	10,7	6,0–7,0	4,5	5,0; 6,0; 7,0	–	–	–	–	–
87	«ЕНИСЕЙ 1200НМ»	136	10,9	6,0–7,0	4,5	5,0; 6,0; 7,0	–	3,16	2,18	1200/550	3,55
88	«ЕНИСЕЙ 1200-1Н»	125	10,2	6,0	4,5	5,0; 6,0; 7,0	–	–	–	–	–
89	«ЕНИСЕЙ 1200-1НМ»	136	10,9	6,0	4,5	5,0; 6,0; 7,0	–	3,16	2,18	1200/550	4,4
90	«ЕНИСЕЙ 1200Р»	106,5	12,3	6,0–7,0	4,5	4,1; 5,0	–	–	–	–	–
91	«ЕНИСЕЙ 1200РМ»	136	12,7	6,0–7,0	4,5	5,0	–	3,16	2,18	1200/550	3,8

Продолжение прил. Б

№ п/п	Марка комбайна	Мощ- ность двигате- ля P , кВт	Масса без жатки m_0 , т	Про- пускная способ- ность q , кг/с	Объем бункера V_6 , м ³	Ширина захвата жатки B_k , м	Площадь подбара- банья $S_{\text{пб}}$, м ²	Общая пло- щадь решет S_p , м ²	Кэффи- циент ширины барабана по его диаметру B_6/D_6	Диаметр / ширина барабана, мм/мм	Общая пло- щадь сепара- ции $S_{\text{сеп}}$, м ²
92	«ЕНИСЕЙ 1200У»	128,7	10,5	7,0–8,0	5,0	5,0; 6,0; 7,0	–	–	–	–	–
93	«ЕНИСЕЙ 1200-1У»	128,7	10,3	4,0; 5,0	5,0	4,1; 5,0	–	–	–	–	–
94	«ЕНИСЕЙ 4141»	169	12,8	9,0	6,5	6,0; 7,0; 8,6	–	–	–	–	–
95	«ЕНИСЕЙ 5141»	220	13,5	10,0	9,5	6,0; 7,0; 8,6	–	–	–	–	–
96	«Руслан» на базе «Енисей 1200 М»	128	10,5	–	5,0	–	–	3,75	2,18	1200/550	–
97	«Кедр-1200»	132	10,3	–	5,0	6,0; 7,0; 5,0	–	3,5	2,18	1200/550	5,0
98	КЗС-3	57,4	5,8	3,0–3,5	2,5	3,2; 4,1	–	2,0	1,5	900/600	3,0
99	КЗС-7	154	11,6	7,0	5,0	5,0; 6,0	–	–	–	–	–
100	КЗС-8	154	12	8,0	5,5	5,0; 6,0; 7,0	1,096	3,86	1,5	1200/800	4,92
101	КЗС-9	187	12	9,0	6,7	6,0	–	–	–	–	–
102	КЗС-10	213	13,5	10,0	7,0	6,0; 7,0	1,37	5,0	1,87	1500/800	6,15
103	КЗС-12	243	16,6	12,0	8,0	6,0; 7,0; 9,0	2,39	5,0	2,5	1500/800	6,15
104	КЗС-14	266	18,0	14,0	10,5	7,5; 9,0	–	5,8	2,83	1700/600	9,6
105	«ЛИДА 1300»	184	10,9	10,0–12,0	6,3	4,8; 5,4; 6,0	0,81	–	2,17	1300/600	6,5
106	СК-5	92	7,8	5,0	3,0	4,1; 5,0	–	–	2,0	1200/600	–
107	СК-5М	114	7,2	5,6	3,0	4,1; 5,0	0,93	2,42	2,0	1200/600	4,34
108	СК-10	184	14,2	10,0–12,0	6,3	6,0; 7,0; 8,6	–	–	–	–	–

Продолжение прил. Б

№ п/п	Марка комбайна	Мощ- ность двигате- ля P , кВт	Масса без жатки m_0 , т	Про- пускная способ- ность q , кг/с	Объем бункера V_6 , м ³	Ширина захвата жатки B_k , м	Площадь подбара- банья S_n , м ²	Общая пло- щадь решет S_p , м ²	Кэффи- циент ширины барабана по его диаметру B_6/D_6	Диаметр / ширина барабана, мм/мм	Общая пло- щадь сепара- ции $S_{сеп}$, м ²
109	MEGA 204	163	9,05	—	8,0	4,5; 5,1; 6,0; 6,5	—	4,7	—	—	—
110	CLAAS MEGA 370	208,8	11,84	—	8,2	—	—	5,65	3,51	1580/450	7,0
111	CLAAS MEGA 360	190	11,84	—	8,2	—	—	5,65	3,51	1580/450	7,0
112	CLAAS MEGA 350	170	10,078	—	7,2	—	—	4,7	2,93	1320/450	5,8
113	New Holland TC5060	122	8,52	—	5,2	—	—	4,12	2,14	1300/607	5,0
114	New Holland TC 5070	152	8,72	—	6,0	—	—	4,12	2,14	1300/607	5,0
115	New Holland TC 5080	177	8,72	—	6,0	—	—	4,12	2,14	1300/607	5,0
116	New Holland TC 54M	158	7,6	—	4,0	—	—	3,29	1,72	1040/606	4,0
117	New Holland TC 54H	158	7,6	—	4,0	—	—	3,29	1,72	1040/606	4,0
118	New Holland TC 56M	158	8,52	—	5,2	—	—	4,13	2,14	1300/606	5,0
119	New Holland TC 56M RS	158	8,52	—	5,2	—	—	4,13	2,14	1300/606	4,36
120	New Holland TC 56H RS	192	8,52	—	5,2	—	—	4,13	2,14	1300/606	4,36

Продолжение прил. Б

№ п/п	Марка комбайна	Мощ- ность двигате- ля P , кВт	Масса без жатки m_0 , т	Про- пускная способ- ность q , кг/с	Объем бункера V_6 , м ³	Ширина захвата жатки B_k , м	Площадь подбара- банья S_n , м ²	Общая пло- щадь решет S_p , м ²	Кэффи- циент ширины барабана по его диаметру B_6/D_6	Диаметр / ширина барабана, мм/мм	Общая пло- щадь сепара- ции $S_{сес}$, м ²
121	New Holland TC 56H Plus	224	8,52	—	5,2	—	—	4,13	2,14	1300/606	4,36
122	New Holland AL 59 Kollima Plus	224	9,86	—	5,2	—	—	4,13	2,16	1300/603	4,36
123	New Holland CS 6050	224	—	—	7,0	—	—	4,32	2,17	1320/607	5,38
124	New Holland CS 6070	224	—	—	8,0	—	—	5,2	2,6	1580/607	6,45
125	New Holland CS 6080	253	—	—	8,0	—	—	5,2	2,6	1580/607	6,45
126	New Holland CS 660 (nicht EU)	261	—	—	8,8	—	—	5,2	2,6	1580/607	6,45
127	New Holland CL 6060	253	—	—	6,5	—	—	4,32	2,14	1300/607	5,38
128	New Holland CSX 7060	253	10,51	—	7,5	—	—	4,32	2,14	1300/607	5,38
129	New Holland CSX 7080	279	11,3	—	9,0	—	—	5,20	2,57	1560/607	6,45
130	New Holland CX 8030	224	—	—	7,6	—	—	5,40	1,73	1300/750	5,56
131	New Holland CX 8040	265	—	—	9,0	—	—	5,40	1,73	1300/750	5,56

Продолжение прил. Б

№ п/п	Марка комбайна	Мощ- ность двигате- ля P , кВт	Масса без жатки m_0 , т	Про- пускная способ- ность q , кг/с	Объем бункера V_6 , м ³	Ширина захвата жатки $B_{ж}$, м	Площадь подбара- банья $S_{пб}$, м ²	Общая пло- щадь решет S_p , м ²	Кэффи- циент ширины барабана по его диаметру B_6/D_6	Диаметр / ширина барабана, мм/мм	Общая пло- щадь сепара- ции $S_{сеп}$, м ²
132	New Holland CX8050	240	12,87	—	9,0	—	—	5,40	1,73	1300/750	5,56
133	New Holland CX 8060	220	13,0	—	9,0	—	—	6,5	2,08	1560/750	6,68
134	New Holland CX 8070	240	13,52	—	9,0	—	—	6,5	2,08	1560/750	6,68
135	New Holland CX 8080	260	13,7	—	10,5	—	—	6,5	2,08	1560/750	6,68
136	New Holland CX8090	298	14,0	—	10,5	—	—	6,5	2,08	1560/750	6,68
137	Deutz Fahr 5435 H	85	5,8	—	3,3	—	—	3,0	2,22	1110/500	3,86
138	Deutz Fahr 5445 H	85	6,3	—	3,7	—	—	3,4	2,22	1110/500	4,2
139	Deutz Fahr 5465H	111	6,7	—	4,2	—	—	3,4	2,22	1110/500	4,2
140	Deutz Fahr 5485 HT	120	7,6	—	5,2	—	—	3,4	2,22	1110/500	4,2
141	Deutz Fahr 5650 H	157	10,57	—	7,5	—	—	5,28	2,12	1270/600	6,35
142	Deutz Fahr 5660 HTS	178	10,57	—	7,5	—	—	5,28	2,12	1270/600	6,4
143	Deutz Fahr 5680 H	195	11,07	—	8,5	—	—	6,32	2,53	1520/600	7,6

Продолжение прил. Б

№ п/п	Марка комбайна	Мощ- ность двигате- ля P , кВт	Масса без жатки m_0 , т	Про- пускная способ- ность q , кг/с	Объем бункера V_6 , м ³	Ширина захвата жатки $B_{ж}$, м	Площадь подбара- банья $S_{пб}$, м ²	Общая пло- щадь решет S_p , м ²	Кэффи- циент ширины барабана по его диаметру B_6/D_6	Диаметр / ширина барабана, мм/мм	Общая пло- щадь сепара- ции $S_{ос}$, м ²
144	Deutz Fahr 5690 HTS	214	11,07	—	8,5	—	—	6,32	2,53	1520/600	7,7
145	Deutz Fahr 6040	169	10,57	—	7,5	—	—	—	2,12	1270/600	6,35
146	Deutz Fahr 6060	191	10,57	—	7,5	—	—	—	2,12	1270/600	6,35
147	Deutz Fahr 6060 HTS	191	10,57	—	7,5	—	—	—	2,12	1270/600	5,6
148	Deutz Fahr 6065 HTS	230	10,57	—	7,5	—	—	—	2,12	1270/600	5,6
149	Deutz Fahr 6090 HTS	230	11,07	—	8,5	—	—	—	2,53	1521/600	7,6
150	Deutz Fahr 6090	230	11,07	—	8,5	—	—	—	2,53	1521/600	6,7
151	Deutz Fahr 6095 HTS	272	11,07	—	8,5	—	—	—	2,53	1521/600	6,7
152	SAMPO SR 2010	56	3,4	—	1,5	—	—	0,7	1,56	780/500	1,4
153	SAMPO SR 2035M	68	6,0 (с жат- кой)	—	3,3	—	—	3,0	2,22	1110/500	4,26
154	SAMPO SR 2035	79	6,0	—	3,3	—	—	3,0	2,22	1110/500	4,26
155	SAMPO SR 2045	79	6,8	—	3,7	—	—	3,4	2,22	1110/500	4,8
156	SAMPO SR 2065	103	7,7	—	3,7	—	—	3,4	2,22	1110/500	4,8

Продолжение прил. Б

№ п/п	Марка комбайна	Мощ- ность двигате- ля P , кВт	Масса без жатки m_0 , т	Про- пускная способ- ность q , кг/с	Объем бункера V_6 , м ³	Ширина захвата жатки B_k , м	Площадь подбара- банья S_n , м ²	Общая пло- щадь решет S_p , м ²	Кэффи- циент ширины барабана по его диаметру B_6/D_6	Диаметр / ширина барабана, мм/мм	Общая пло- щадь сепара- ции S_{oc} , м ²
157	SAMPO SR 2065	120	7,7	—	4,2	Spezial	—	3,4	2,22	1110/500	4,8
158	SAMPO SR 2085TS	120	8,6	—	5,2	с жаткой	—	3,4	2,22	1110/500	4,8
159	SAMPO SR 3035	137	9,83	—	5,2	с жаткой	—	4,1	2,66	1330/500	6,3
160	SAMPO SR 3045C	137	10,23	—	5,2	с жаткой	—	4,1	2,66	1330/500	5,8
161	SAMPO SR 3065L	151	11,7	—	6,5	с жаткой	—	4,1	2,66	1330/500	6,3
162	SAMPO SR 3085L TS	171	12,6	—	8,1	с жаткой	—	4,1	2,66	1330/500	6,3
163	FENDT 5220 E	154	10,1	—	7,0	—	—	4,67	2,23	1340/600	5,73
164	FENDT 5250 E	174	13,65	—	7,0	—	—	4,67	2,23	1340/600	5,73
165	FENDT 6250 E	174	12,95	—	7,5	—	—	5,58	2,67	1600/600	6,81
166	FENDT 5270 C	188	11,65	—	9,0	—	—	4,67	2,23	1340/600	5,73
167	FENDT 6300 C	209	12,5	—	9,0	—	—	5,58	2,67	1600/600	6,81
168	FENDT 8300	232	14,6	—	9,5	—	—	5,3	2,8	1680/600	6,7
169	FENDT 8350	264	14,6	—	10,5	—	—	5,3	2,8	1680/600	6,7
170	Challenger 644	154	10,1	—	7,0	—	—	4,67	2,23	1340/600	5,73
171	Challenger 645	174	13,65	—	7,0	—	—	4,67	2,23	1340/600	5,73
172	Challenger 646	174	12,95	—	7,5	—	—	5,58	2,67	1600/600	6,81
173	Challenger 648	188	11,65	—	9,0	—	—	4,67	2,23	1340/600	5,73

Продолжение прил. Б

№ п/п	Марка комбайна	Мош- ность двигате- ля P , кВт	Масса без жатки m_0 , т	Про- пускная способ- ность q , кг/с	Объем бункера V_6 , м ³	Ширина захвата жатки B_k , м	Площадь подбара- банья $S_{\text{пб}}$, м ²	Общая пло- щадь решет S_p , м ²	Кэффи- циент ширины барабана по его диаметру B_6/D_6	Диаметр / ширина барабана, мм/мм	Общая пло- щадь сепара- ции $S_{\text{сеп}}$, м ²
174	Challenger 652	209	12,5	—	9,0	—	—	5,58	2,67	1600/600	6,81
175	Challenger 654	232	13,8	—	9,5	—	—	5,3	2,8	1340/600	6,7
176	Challenger 658	265	13,88	—	10,5	—	—	5,3	2,8	1340/600	6,7
177	Laverda 225 Rev	154	10,1	—	7,0	—	—	4,67	2,8	1340/600	5,73
178	Laverda 255 Rev	174	10,3	—	7,0	—	—	4,67	2,8	1340/600	5,73
179	Laverda 256 Rev	174	10,3	—	7,5	—	—	5,58	2,67	1600/600	6,81
180	Laverda M 303	174	10,9	—	8,2	—	—	4,67	2,8	1340/600	5,73
181	Laverda M 304	188	11,65	—	9,0	—	—	4,67	2,8	1340/600	5,73
182	Laverda M 305	188	12,1	—	8,2	—	—	5,58	2,67	1600/600	6,81
183	Laverda M 306	209	12,15	—	9,0	—	—	5,58	2,67	1600/600	6,81
184	Laverda M 304 LS 4WD	188	12,0	—	8,2	—	—	4,67	2,8	1340/600	5,73
185	Laverda M 306 LS 4WD	209	13,2	—	8,2	—	—	5,58	2,67	1600/600	6,81
186	Laverda 184 AL	123	10,45	—	5,2	—	—	3,75	1,8	1080/600	4,6
187	Laverda 255 AL 4WD	174	11,85	—	5,8	—	—	4,68	2,8	1340/600	5,73
188	John Deere W 330	139	11,0	—	6,0	—	—	4,6	2,13	1300/610	4,83
189	John Deere W 550	217	12,58	—	8,0	—	—	—	—	—	—
190	John Deere W 660	260	13,62	—	11,0	—	—	—	—	—	—

Продолжение прил. Б

№ п/п	Марка комбайна	Мощ- ность двигате- ля P , кВт	Масса без жатки m_0 , т	Про- пускная способ- ность q , кг/с	Объем бункера V_6 , м ³	Ширина захвата жатки B_k , м	Площадь подбара- банья S_n , м ²	Общая пло- щадь решет S_p , м ²	Кэффи- циент ширины барабана по его диаметру B_6/D_6	Диаметр / ширина барабана, мм/мм	Общая пло- щадь сепара- ции S_{oc} , м ²
191	John Deere 9570 STS	198	13,58	—	7,75	—	—	—	—	—	—
192	John Deere 9670 STS	227	14,815	—	8,85	—	—	—	—	—	—
193	John Deere S550	202	14,05	—	8,85	—	—	—	—	—	—
194	John Deere S560	366	17,297	—	11,0	—	—	—	—	—	—
195	ACTIVA 7242 CLAAS	133	9,575	—	5,2	—	—	3,84	2,12	1270/600	5,25
196	LEXION 560 TERRA TRAC	250	14,41	—	10,5	—	—	5,8	2,83	1700/600	7,48
197	CLAAS LEXION 570	273	—	—	10,5	—	—	4,8	2,83	1700/600	—
198	CLAAS LEXION 570 Montana	273	—	—	9,6	—	—	4,8	2,83	1700/600	—
199	CLAAS LEXION 580	316	—	—	10,5	—	—	5,8	2,83	1700/600	—
200	CLAAS LEXION 580 TERRA TRAC	316	—	—	10,5	—	—	5,8	2,83	1700/600	—
201	New Holland TC 5040	125	7,6	—	4,0	—	—	—	1,71	1040/607	—

Продолжение прил. Б

№ п/п	Марка комбайна	Мощ- ность двигате- ля P , кВт	Масса без жатки m_0 , т	Про- пускная способ- ность q , кг/с	Объем бункера V_6 , м ³	Ширина захвата жатки B_k , м	Площадь подбара- банья $S_{\text{пб}}$, м ²	Общая пло- щадь решет S_p , м ²	Коэффи- циент ширины барабана по его диаметру B_6/D_6	Диаметр / ширина барабана, мм/мм	Общая пло- щадь сепара- ции $S_{\text{ос}}$, м ²
202	New Holland TC 5050	125	7,6	—	4,0	—	—	—	1,71	1040/607	—
203	New Holland CL 560	190	13,0	—	6,3	—	—	4,32	2,14	1300/606	5,38
204	New Holland TX 63	175	10,6	—	7,2	—	—	5,4	2,14	1300/606	4,36
205	New Holland TX 65 Plus	207	10,425	—	8,0	—	—	5,4	2,14	1300/606	4,36
206	New Holland TX 66	207	10,775	—	8,0	—	—	6,5	2,57	1560/606	5,23
207	New Holland TX 68	220	11,4	—	9,5	—	—	6,5	2,57	1560/606	5,23
208	New Holland CS 520	150	—	—	6,3	—	—	4,32	—	1300/607	—
209	New Holland CS 540	175	—	—	7,0	—	—	4,32	2,14	1300/607	—
210	New Holland CS 640	190	—	—	7,8	—	—	5,21	2,57	1560/607	—
211	New Holland CS 660	207	—	—	8,8	—	—	5,21	2,57	1560/607	—
212	New Holland CX 720	170	14,4	—	7,6	—	—	5,4	1,73	1300/750	4,94

Окончание прил. Б

№ п/п	Марка комбайна	Мощ- ность двигате- ля P , кВт	Масса без жатки m_0 , т	Про- пускная способ- ность q , кг/с	Объем бункера V_6 , м ³	Ширина захвата жатки B_k , м	Площадь подбара- банья S_n , м ²	Общая пло- щадь решет S_p , м ²	Кэффи- циент ширины барабана по его диаметру B_6/D_6	Диаметр / ширина барабана, мм/мм	Общая пло- щадь сепара- ции $S_{\text{сес}}$, м ²
213	New Holland CX 740	185	14,4	—	7,6	—	—	5,4	1,73	1300/750	4,94
214	New Holland CX 760	207	14,5	—	9,0	—	—	5,4	1,73	1300/750	4,94
215	New Holland CX 780	220	14,7	—	9,0	—	—	5,4	1,73	1300/750	4,94
216	New Holland CX 820	207	15,4	—	9,0	—	—	6,5	2,08	1560/750	5,93
217	New Holland CX 840	220	15,4	—	9,0	—	—	6,5	2,08	1560/750	5,93
218	New Holland CX 860	245	15,5	—	9,0	—	—	6,5	2,08	1560/750	5,93
219	New Holland CX 880	275	19,9	—	10,5	—	—	6,5	2,08	1560/750	5,93
220	CASE CT 5050	175	10,6	—	7,2	—	—	5,4	2,14	1300/606	4,36
221	CASE CT5060	207	10,6	—	8,0	—	—	5,4	2,14	1300/606	4,36
222	CASE CT5070	207	12,0	—	8,5	—	—	6,5	2,57	1560/606	5,23
223	CASE CT5080	220	11,985	—	9,5	—	—	6,5	2,57	1560/606	5,23
224	Laverda 1950 LX	144	10,1	—	7,0	—	—	—	2,23	1340/600	—
225	Laverda 2050 LX	144	10,4	—	7,0	—	—	—	2,23	1340/600	—
226	Laverda 2350 LX	173	10,55	—	7,0	—	—	—	2,23	1340/600	—
227	Laverda 2560 LX	173	11,4	—	7,5	—	—	—	2,67	1600/600	—
228	Laverda 2760 LX	201	11,750	—	7,5	—	—	—	2,67	1600/600	—
229	Laverda 21.50 LXE	155	10,4	—	7,0	—	—	4,67	2,23	1340/600	5,73
230	Laverda 25.50 LXE	184	10,550	—	7,0	—	—	4,67	2,23	1340/600	5,73
231	Laverda 28.60 LXE	202	11,750	—	7,5	—	—	5,58	2,67	1600/600	6,81

Патенты на полезные модели

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

**ПАТЕНТ**

НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

№ 72115

**ШНЕК-МОТОВИЛО СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ
ЖАТКИ ДЛЯ УБОРКИ ПОДСОЛНЕЧНИКА**

Патентообладатель(ли): **Попов Юрий Иванович (RU), Попов Иван Юрьевич (RU), Попов Михаил Юрьевич (RU)**

Автор(ы): **Попов Юрий Иванович (RU), Попов Иван Юрьевич (RU), Попов Михаил Юрьевич (RU), Старцев Александр Сергеевич (RU)**

Заявка № 2007145819

Приоритет полезной модели **10 декабря 2007 г.**Зарегистрировано в Государственном реестре полезных моделей Российской Федерации **10 апреля 2008 г.**Срок действия патента истекает **10 декабря 2017 г.**

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам

Б.П. Симонов



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **72 115** ⁽¹³⁾ **U1**
(51) МПК
A01D 34/00 (2006.01)

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ (титульный лист)

(21), (22) Заявка: 2007145819/22, 10.12.2007

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
10.12.2007

(45) Опубликовано: 10.04.2008 Бюл. № 10

Адрес для переписки:
410012, г.Саратов, Театральная пл., 1, ФГОУ
ВПО "Саратовский государственный аграрный
университет имени Н.И. Вавилова", патентный
отдел

(72) Автор(ы):

Попов Юрий Иванович (RU),
Попов Иван Юрьевич (RU),
Попов Михаил Юрьевич (RU),
Старцев Александр Сергеевич (RU)

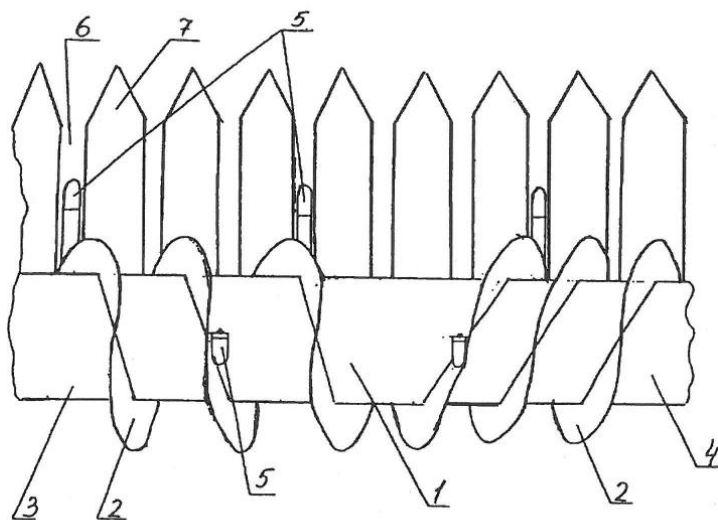
(73) Патентообладатель(и):

Попов Юрий Иванович (RU),
Попов Иван Юрьевич (RU),
Попов Михаил Юрьевич (RU)

(54) ШНЕК-МОТОВИЛО СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ ЖАТКИ ДЛЯ УБОРКИ ПОДСОЛНЕЧНИКА**(57) Формула полезной модели**

Шнек-мотовило специализированной жатки для уборки подсолнечника, содержащее трубчатый вал, отличающееся тем, что трубчатый вал по всей его длине снабжен витками шнека, причем направление витков шнека левой и правой частей трубчатого вала по отношению к его центральной вертикальной плоскости осуществлено противоположно друг другу, кроме того, к виткам шнека прикреплены расположенные равномерно по спирали витков и перпендикулярно направленные к трубчатому валу г-образные отсекатели, а расстояние между витками шнека установлено с таким расчетом, чтобы каждый г-образный отсекатель при вращении шнека-мотовила вокруг своей продольной оси беспрепятственно проходил через сквозное пространство между стеблеподъемниками, набором которых укомплектовывают жатки.

RU
7 2 1 1 5 U 1



RU 7 2 1 1 5 U 1

2
2
7
6
1
1
1

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

**ПАТЕНТ**

НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

№ 73805**РЕШЕТО С РЕГУЛИРУЕМЫМИ ОТВЕРСТИЯМИ ДЛЯ
ОЧИСТКИ ЗЕРНА РАЗЛИЧНЫХ КУЛЬТУР**

Патентообладатель(ли): **Попов Юрий Иванович (RU), Попов
Иван Юрьевич (RU), Попов Михаил Юрьевич (RU),
Старцев Александр Сергеевич (RU)**

Автор(ы): **см. на обороте**

Заявка № **2008101299**

Приоритет полезной модели **09 января 2008 г.**

Зарегистрировано в Государственном реестре полезных
моделей Российской Федерации **10 июня 2008 г.**

Срок действия патента истекает **09 января 2018 г.**

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной
собственности, патентам и товарным знакам

Б.П. Симонов



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(19) RU⁽¹¹⁾73 805⁽¹³⁾ U1

(51) МПК

B02B 1/02 (2006.01)

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ (титульный лист)

(21), (22) Заявка: 2008101299/22, 09.01.2008

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
09.01.2008

(45) Опубликовано: 10.06.2008 Бюл. № 16

Адрес для переписки:
410012, г.Саратов, Театральная пл., 1, ФГОУ
ВПО "Саратовский государственный аграрный
университет имени Н.И. Вавилова, патентный
отдел

(72) Автор(ы):

Попов Юрий Иванович (RU),
Попов Иван Юрьевич (RU),
Попов Михаил Юрьевич (RU),
Старцев Александр Сергеевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Попов Юрий Иванович (RU),
Попов Иван Юрьевич (RU),
Попов Михаил Юрьевич (RU),
Старцев Александр Сергеевич (RU)

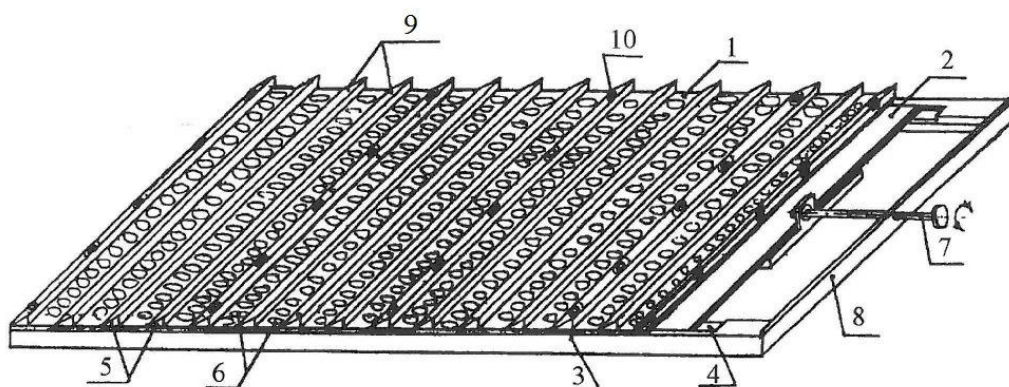
(54) РЕШЕТО С РЕГУЛИРУЕМЫМИ ОТВЕРСТИЯМИ ДЛЯ ОЧИСТКИ ЗЕРНА РАЗЛИЧНЫХ
КУЛЬТУР

(57) Формула полезной модели

1. Решето с регулируемыми отверстиями для очистки зерна различных культур, состоящее из верхнего металлического листа с отверстиями, расположенными равномерно по всей его площади, разделенное на равные полосы перегородками, установленными параллельно друг другу между рядами отверстий, отличающееся тем, что верхний металлический лист закреплен неподвижно на раме, имеющей в нижней ее части направляющие, содержащие дополнительный нижний металлический лист с рядами отверстий и рядами пазов, при этом верхний металлический лист соприкасается с нижним металлическим листом по всей их плоскости посредством прижимных болтов с возможностью смещения нижнего металлического листа относительно верхнего для установления заданных размера и формы отверстий за счет направляющих рамы, механизма регулирования, расположенного в торцевой части рамы, и пазов, причем перегородки верхнего металлического листа выполнены в виде треугольного профиля со скосом кромок по направлению движения очищаемого материала и прямым углом, образованным каждой перегородкой и поверхностью верхнего металлического листа, кроме того, перегородки жестко закреплены на поверхности листа поперек движения очищаемого материала.

2. Устройство по п.1, отличающееся тем, что прижимные болты расположены равномерно по всей длине перегородки, установлены через перегородку, верхний и нижний металлические листы - перпендикулярно поверхности листов, причем прижимные болты установлены в каждой четвертой перегородке, начиная от первой, расположенной в торцевой части рамы, противоположной механизму регулирования.

3. Устройство по п.1, отличающееся тем, что пазы, выполненные в нижнем металлическом листе, расположены рядами между рядами отверстий и соответствуют расположению перегородок на верхнем металлическом листе.



RU 7 3 8 0 5 U 1

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

**ПАТЕНТ**

НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

№ 190890

**Молотильный аппарат для обмола корзинок
подсолнечника**

Патентообладатель: **Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
"Саратовский государственный аграрный университет
имени Н.И. Вавилова" (RU)**

Авторы: **Старцев Александр Сергеевич (RU), Демин Евгений
Евгеньевич (RU), Иванов Сергей Анатольевич (RU), Куньшин
Александр Андреевич (RU)**

Заявка № 2019109875

Приоритет полезной модели 03 апреля 2019 г.

Дата государственной регистрации в

Государственном реестре полезных
моделей Российской Федерации 16 июля 2019 г.Срок действия исключительного права
на полезную модель истекает 03 апреля 2029 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Г.П. Ивлиев



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



(19) RU (11)

190 890 (13) U1

(51) МПК
A01F 11/00 (2006.01)ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
A01F 11/00 (2019.05)

(21)(22) Заявка: 2019109875, 03.04.2019

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
03.04.2019Дата регистрации:
16.07.2019

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 03.04.2019

(45) Опубликовано: 16.07.2019 Бюл. № 20

Адрес для переписки:

410012, Саратовская обл., г. Саратов, пл.
Театральная, 1, ФГБОУ ВО "Саратовский
ГАУ", патентный отдел

(72) Автор(ы):

Старцев Александр Сергеевич (RU),
Демин Евгений Евгеньевич (RU),
Иванов Сергей Анатольевич (RU),
Кунышин Александр Андреевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Саратовский государственный
аграрный университет имени Н.И. Вавилова"
(RU)(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2460273 C1, 10.09.2012. SU
882506 A1, 23.11.1981. SU 1371602 A1,
07.02.1988. SU 211199 A1, 08.02.1968.

(54) Молотильный аппарат для обмола корзинки подсолнечника

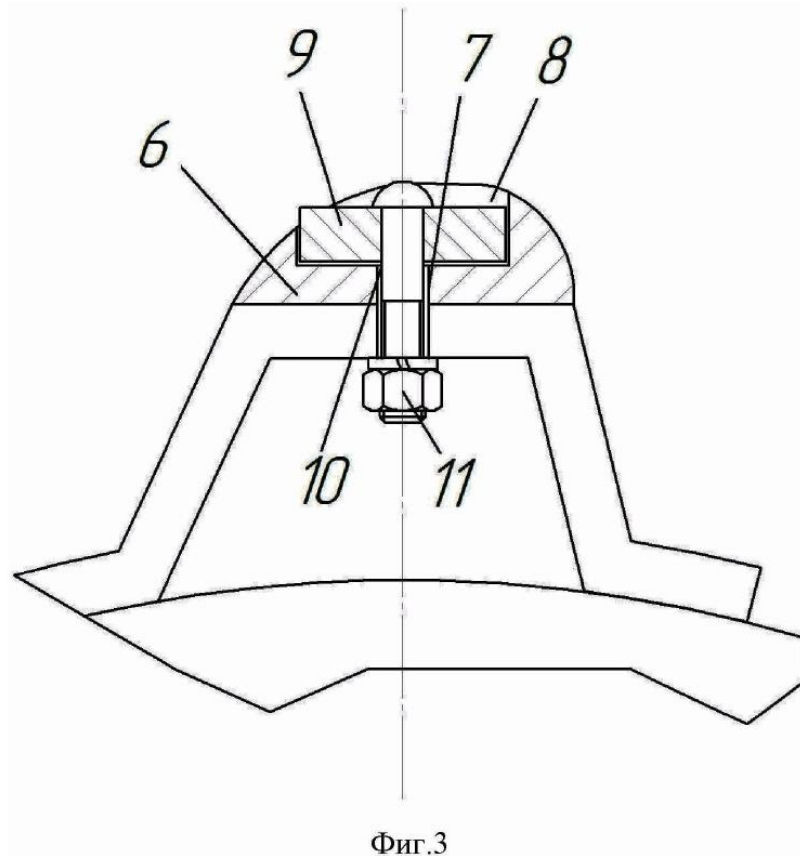
(57) Реферат:

Молотильный аппарат для обмола корзинки подсолнечника относится к сельскому хозяйству и может быть использован при обмола корзинки подсолнечника.

Молотильный аппарат состоит из молотильного барабана 1 и подбарабана 2, вала молотильного барабана 3, дисков 4, подбичников 5, бичей из полиуретана 6 с шириной канавки, равной ширине маслосемян, с отверстиями 7, с расширениями 8 под предохранительные шайбы 9 с болтами 10 и гайками 11.

Молотильный аппарат предназначен для обмола корзинки подсолнечника с минимальным дроблением и

микротравмированием маслосемян. Это достигается за счет упругой деформации бича из полиуретана при его ударном воздействии о корзинку подсолнечника при обмола. Часть вымолоченных из корзинки маслосемян сепарируется через прутковую решетку подбарабана, часть вместе с обмолачиваемой массой перемещается по решетке и попадает в канавку бича, тем самым избегая дробления или микротравмирования. При дальнейшем движении бича из полиуретана маслосемена под действием силы тяжести выпадают из канавки и сепарируются через решетку подбарабана.



Фиг.3

RU 190890 U1

RU 190890 U1

RU 190 890 U1

Полезная модель может быть использована в сельскохоззяйственной технике как сменное оборудование при переоборудовании зерноуборочного комбайна на уборку подсолнечника.

Известно молотильно-сепарирующее устройство для подсолнечника (патент РФ № 2460273, МПК А 01F12/18, опубл. 10.09.2012, бюл. №25), содержащее деку и молотильный барабан с подбичниками и бичами. Бичи разделены на неподвижные крайние участки и подвижные участки. Подвижные участки бичей сопряжены посредством кронштейнов и пальцев с одним с одним концом пружинных шпилек. Другие концы пружинных шпилек, через проставку установлены в дисках молотильного барабана. Пружинные шпильки выполнены прямыми и зафиксированы втулками, установленными враспор между подбичником и проставкой. Подвижные участки бичей способны перемещаться к центру молотильного барабана и поворачиваться вокруг оси крепления к пружинной шпильке, что снижает дробление маслосемян подсолнечника и повышает качество обмолота.

Недостатком такого молотильно-сепарирующего устройства является то, что за счет пружин подвижные участки бичей находятся на некотором расстоянии от подбичников, тем самым уменьшая технологический зазор между подвижными участками бичей и прутковой решеткой подбарабannya (декой). Это может привести к тому, что некоторые корзинки на входе в молотильную камеру не смогут пройти в пространство между подвижными частями бичей и прутковой решеткой подбарабannya. Кроме того, между витками пружины, установленной между подвижным участком бича и прокладкой, могут скапливаться мелкие частицы вороха подсолнечника, тем самым затрудняя ее сжатие и изгиб бича.

Технической задачей полезной модели является снижение дробления семян подсолнечника, а также повышение качества обмолота.

Техническая задача решается в молотильном аппарате для обмолота корзинок подсолнечника, содержащем деку и молотильный барабан с подбичниками и бичами, отличающемся тем, что, с целью предотвращения дробления и микротравмирования маслосемян и повышения качества обмолота, бичи изготовлены сплошными из полиуретана, с канавками между бичей, равными ширине маслосемян, отверстия для крепления бичей к подбичникам имеют расширение на верхней части бича под предохранительные шайбы.

Техническим результатом применения предлагаемой конструкции является минимальное дробление и микротравмирование маслосемян.

Это достигается за счет упругой деформации бича из полиуретана при его ударном воздействии о корзинку подсолнечника при обмолоте. Часть вымолоченных из корзинки маслосемян сепарируется через прутковую решетку подбарабannya (деку), часть вместе с обмолачиваемой массой перемещается по решетке, и попадает в канавку бича, тем самым избегая дробления или микротравмирования. При дальнейшем движении бича из полиуретана, маслосемена под действием силы тяжести выпадают из канавки и сепарируются через решетку подбарабannya.

На фиг. 1. Изображен молотильный аппарат для корзинок подсолнечника, состоящий из молотильного барабана 1 и подбарабannya 2.

На фиг. 2 представлен фрагмент молотильный барабан 1, состоящий из вала молотильного барабана 3, дисков 4, подбичников 5, бичей из полиуретана с шириной канавки, равной ширине маслосемян 6, закрепленных к подбичникам 5 посредством отверстий 7 с расширениями 8 под предохранительные шайбы 9, болтов 10.

На фиг. 3 представлен фрагмент бича из полиуретана 6 с шириной канавки, равной

RU 190 890 U1

ширине маслосемян, с отверстиями 7 с расширениями 8 под предохранительные шайбы 9, с болтами 10 и гайками 11.

Аппарат работает следующим образом. Корзинки подсолнечника подаются в пространство между подбарабнем 2 и бичами из полиуретана 6 с шириной канавки, равной ширине маслосемян. При обмолоте ударное воздействие бича на корзинку снижается за счет упругой его деформации. Часть вымолоченных из корзинки маслосемян сепарируется через прутковую решетку подбарабня 2, часть вместе с обмолачиваемой массой перемещается по решетке, и попадает в канавку бича 6, тем самым избегая дробления или микротравмирования. При дальнейшем движении бича из полиуретана 6, маслосемена под действием силы тяжести выпадают из канавки и сепарируются через решетку подбарабня 2.

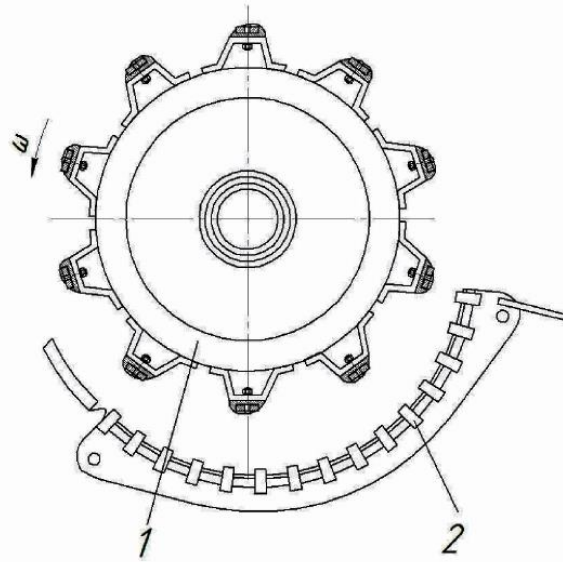
Предохранительные шайбы 9, установленные в расширения 8 отверстий 7, препятствуют прорыву бичей из полиуретана 6 с болтами 10 в процессе обмолота. Болты 10 закреплены на подбичниках 5 гайками 11.

(57) Формула полезной модели

Молотильный аппарат для обмолота корзинок подсолнечника, содержащий деку и молотильный барабан с подбичниками и бичами, отличающийся тем, что бичи изготовлены из полиуретана сплошными с канавками между бичей, равными ширине маслосемян, причем отверстия для крепления бичей к подбичникам имеют расширение на верхней части бича под предохранительные шайбы.

RU 190 890 U1

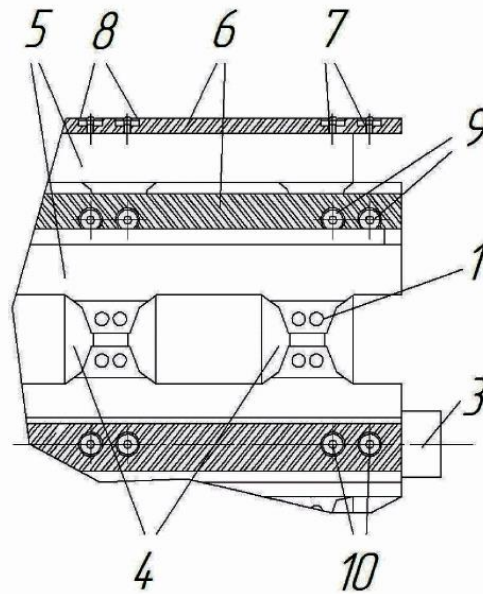
1



Фиг. 1

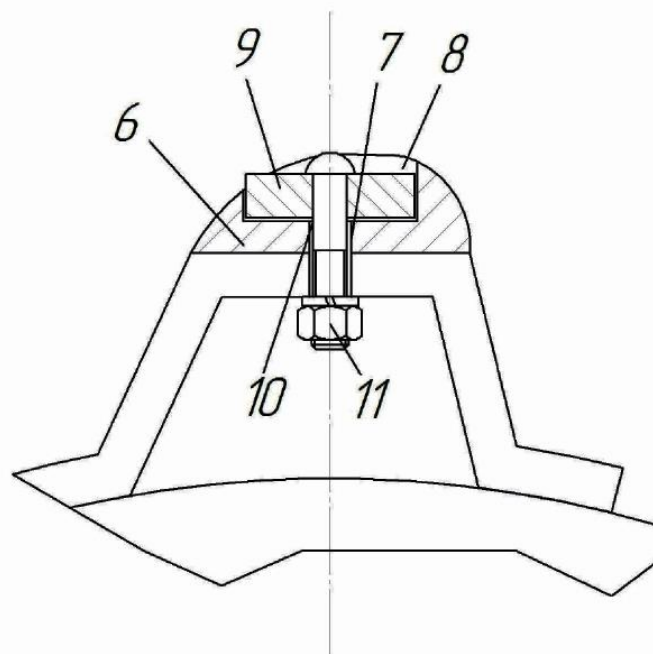
2

RU 190 890 U1



Фиг.2

RU 190 890 U1



Фиг.3

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

№ 190894

**Молотильный аппарат для обмола корзинок
подсолнечника**

Патентообладатель: **Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
"Саратовский государственный аграрный университет
имени Н.И. Вавилова" (RU)**

Авторы: **Старцев Александр Сергеевич (RU), Демин Евгений
Евгеньевич (RU), Иванов Сергей Анатольевич (RU), Куньшин
Александр Андреевич (RU)**

Заявка № 2019110115

Приоритет полезной модели 05 апреля 2019 г.

Дата государственной регистрации в

Государственном реестре полезных
моделей Российской Федерации 16 июля 2019 г.Срок действия исключительного права
на полезную модель истекает 05 апреля 2029 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Г.П. Ивлиев



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



(19)

RU (11)

190 894⁽¹³⁾ U1

(51) МПК

A01F 11/00 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

A01F 11/00 (2019.05)

(21)(22) Заявка: 2019110115, 05.04.2019

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
05.04.2019Дата регистрации:
16.07.2019

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 05.04.2019

(45) Опубликовано: 16.07.2019 Бюл. № 20

Адрес для переписки:

410012, Саратовская обл., г. Саратов, пл.
Театральная, 1, ФГБОУ ВО "Саратовский
ГАУ", патентный отдел

(72) Автор(ы):

Старцев Александр Сергеевич (RU),
Демин Евгений Евгеньевич (RU),
Иванов Сергей Анатольевич (RU),
Кунышин Александр Андреевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Саратовский государственный
аграрный университет имени Н.И. Вавилова"
(RU)(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2460273 C1, 10.09.2012. SU
882506 A1, 23.11.1981. SU 1371602 A1,
07.02.1988. SU 211199 A1, 08.02.1968.

(54) Молотильный аппарат для обмолаа корзинок подсолнечника

(57) Реферат:

Молотильный аппарат для обмолаа корзинок подсолнечника относится к сельскому хозяйству и может быть использован при обмолае корзинок подсолнечника.

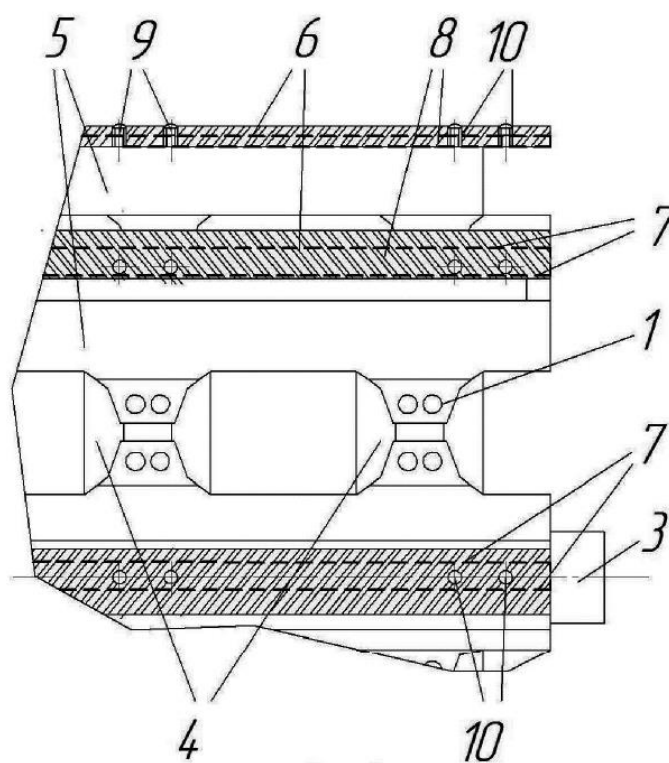
Молотильный аппарат состоит из молотильного барабана 1 и подбарабана 2, вала молотильного барабана 3, дисков 4, подбичников 5, бичей из полиуретана 6 с шириной канавки, равной ширине маслосемян, состальными сердечниками 7, с болтами 8 в отверстиях 9 и гайками 10.

Молотильный аппарат предназначен для обмолаа корзинок подсолнечника с минимальным дроблением и

микротравмированием маслосемян. Это достигается за счет упругой деформации бича из полиуретана при его ударном воздействии о корзинки подсолнечника при обмолае. Часть вымолоченных из корзинки маслосемян сепарируется через прутковую решетку подбарабана, часть вместе с обмолачиваемой массой перемещается по решетке и попадает в канавку бича, тем самым избегая дробления или микротравмирования. При дальнейшем движении бича из полиуретана маслосемена под действием силы тяжести выпадают из канавки и сепарируются через решетку подбарабана.

RU 190894 U1

RU 190894 U1



Фиг.2

RU 190894 U1

RU 190894 U1

RU 190 894 U1

Полезная модель может быть использована в сельскохозяйственной технике как сменное оборудование при переоборудовании зерноуборочного комбайна на уборку подсолнечника.

Известно молотильно-сепарирующее устройство для подсолнечника (патент РФ № 2460273, МПК А 01F12/18, опубл. 10.09.2012, бюл. №25), содержащее деку и молотильный барабан с подбичниками и бичами. Бичи разделены на неподвижные крайние участки и подвижные участки. Подвижные участки бичей сопряжены посредством кронштейнов и пальцев с одним с одним концом пружинных шпилек. Другие концы пружинных шпилек, через проставку установлены в дисках молотильного барабана. Пружинные шпильки выполнены прямыми и зафиксированы втулками, установленными враспор между подбичником и проставкой. Подвижные участки бичей способны перемещаться к центру молотильного барабана и поворачиваться вокруг оси крепления к пружинной шпильке, что снижает дробление маслосемян подсолнечника и повышает качество обмолота.

Недостатком такого молотильно-сепарирующего устройства является то, что за счет пружин подвижные участки бичей находятся на некотором расстоянии от подбичников, тем самым уменьшая технологический зазор между подвижными участками бичей и прутковой решеткой подбарабannya (декой). Это может привести к тому, что некоторые корзинки на входе в молотильную камеру не смогут пройти в пространство между подвижными частями бичей и прутковой решеткой подбарабannya. Кроме того, между витками пружины, установленной между подвижным участком бича и прокладкой, могут скапливаться мелкие частицы вороха подсолнечника, тем самым затрудняя ее сжатие и изгиб бича.

Технической задачей полезной модели является снижение дробления семян подсолнечника, а также повышение качества обмолота.

Техническая задача решается в молотильном аппарате для обмолота корзинок подсолнечника, содержащем деку и молотильный барабан с подбичниками и бичами, отличающемся тем, что с целью предотвращения дробления и микротравмирования маслосемян и повышения качества обмолота бичи изготовлены сплошными из полиуретана, с канавками между бичей, равными ширине маслосемян, и крепятся к подбичникам болтами через стальные сердечники, установленные в пазы бичей.

Техническим результатом применения предлагаемой конструкции является минимальное дробление и микротравмирование маслосемян.

Это достигается за счет упругой деформации бича из полиуретана при его ударном воздействии о корзинку подсолнечника при обмолоте. Часть вымолоченных из корзинки маслосемян сепарируется через прутковую решетку подбарабannya (деку), часть вместе с обмолачиваемой массой перемещается по решетке, и попадает в канавку бича, тем самым избегая дробления или микротравмирования. При дальнейшем движении бича из полиуретана, маслосемена под действием силы тяжести выпадают из канавки и сепарируются через решетку подбарабannya.

На фиг. 1. Изображен молотильный аппарат для корзинок подсолнечника, состоящее из молотильного барабана 1 и подбарабannya 2.

На фиг. 2 представлен фрагмент молотильный барабан 1, состоящий из вала молотильного барабана 3, дисков 4, подбичников 5, бичей из полиуретана с шириной канавки, равной ширине маслосемян, 6, закрепленных к подбичникам 5 через пазы 7 и стальные сердечники 8, болтами 9 посредством отверстий 10.

На фиг. 3 представлен фрагмент бича из полиуретана 6 с шириной канавки, равной ширине маслосемян, с пазами 7 и стальными сердечниками 8, с болтами 9, отверстиями

RU 190 894 U1

10 и гайками 11.

Аппарат работает следующим образом. Корзинки подсолнечника подаются в пространство между подбарабнем 2 и бичами из полиуретана 6 с шириной канавки, равной ширине маслосемян. При обмолоте, ударное воздействие бича на корзинку
5 снижается за счет упругой его деформации. Часть вымолоченных из корзинки маслосемян сепарируется через прутковую решетку подбарабня 2, часть вместе с обмолачиваемой массой, перемещается по решетке, и попадает в канавку бича 6, тем самым избегая дробления или микротравмирования. При дальнейшем движении бича из полиуретана 6, маслосемена под действием силы тяжести выпадают из канавки и
10 сепарируются через решетку подбарабня 2.

Стальные сердечники 8, закрепленные в пазах 7 бичей из полиуретана 6, исключают прорыв бичей через болты. Болты 9 закреплены на подбичниках 5 через отверстия 10 гайками 11.

15 (57) Формула полезной модели

Молотильный аппарат для обмолота корзинок подсолнечника, содержащий деку и молотильный барабан с подбичниками и бичами, отличающийся тем, что бичи
изготовлены из полиуретана сплошными с канавками между бичей, равными ширине маслосемян, имеют пазы, которыми крепятся к подбичникам через стальные сердечники.

20

25

30

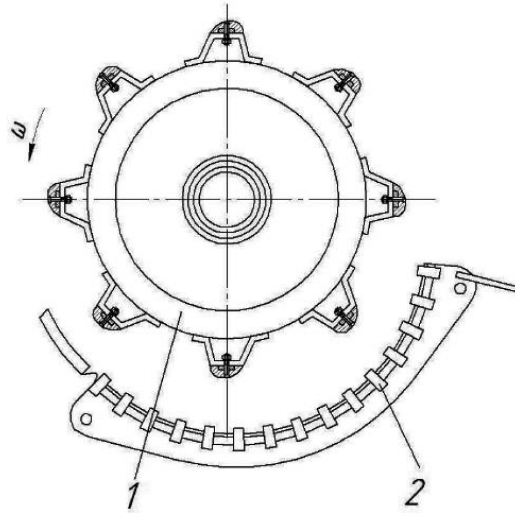
35

40

45

RU 190 894 U1

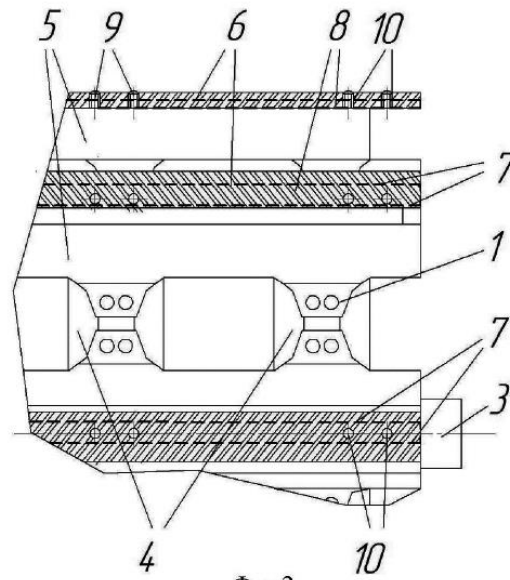
1



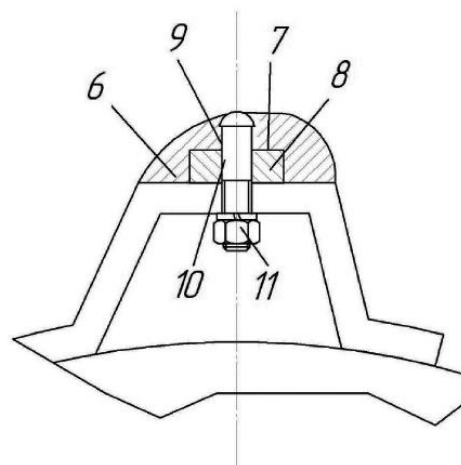
Фиг.1

2

RU 190 894 U1



Фиг. 2



Фиг. 3

**Результаты экспериментальных исследований удара корзинки
о фрагмент трубного вала**

1. Удар корзинки о трубный вал диаметром 0,32 м с навивкой

Факторы		Y						
угол отгиба подвеса, град.	диаметр трубного вала, м	Потери семян, шт.						
x ₁	x ₂	повторения					среднее	расчетное
		I	II	III	IV	V	Y	$\bar{y}$
10	0,32	1	0	0	0	0	0,2	0,31
20		1	1	1	0	2	1	0,81
30		0	2	1	1	1	1	1,09
40		1	2	1	1	1	1,2	1,34

2. Удар корзинки о трубный вал диаметром 0,32 м

Факторы		Y						
угол отгиба подвеса, град.	диаметр трубного вала, м	Потери семян, шт.						
x ₁	x ₂	повторения					среднее	расчетное
		I	II	III	IV	V	Y	$\bar{y}$
10	0,32	1	1	1	2	0	1	1,09
20		3	4	2	3	2	2,8	2,67
30		3	3	4	2	3	3	3,12
40		5	4	6	5	6	5,2	4,98

3. Удар корзинки о трубный вал диаметром 0,38 м

Факторы		Y						
угол отгиба подвеса, град.	диаметр трубного вала, м	Потери семян, шт.						
x ₁	x ₂	повторения					среднее	расчетное
		I	II	III	IV	V	Y	$\bar{y}$
10	0,38	4	5	3	3	4	3,8	3,92
20		7	8	6	7	6	6,8	6,43
30		5	3	6	5	8	5,4	6,54
40		9	10	8	9	10	9,2	9,31

**Результаты экспериментальных исследований удара корзинки
о фрагмент трубного вала**

4. Удар корзинки о трубный вал диаметром 0,44 м

Факторы		Y						
угол отгиба подвеса, град.	диаметр трубного вала, м	Потери семянков, шт.						
x ₁	x ₂	повторения					среднее	расчетное
		I	II	III	IV	V	y	$\bar{y}$
10	0,44	8	10	9	8	11	9,2	9,07
20		10	8	7	11	9	9	9,18
30		12	12	11	13	13	12,2	12,08
40		15	13	14	10	18	14	14,21

5. Удар корзинки о трубный вал диаметром 0,50 м

Факторы		Y						
угол отгиба подвеса, град.	диаметр трубного вала, м	Потери семянков, шт.						
x ₁	x ₂	повторения					среднее	расчетное
		I	II	III	IV	V	y	$\bar{y}$
10	0,50	14	15	13	16	12	14	13,82
20		16	12	14	14	13	13,8	13,99
30		19	20	18	21	16	18,8	18,26
40		22	22	18	26	22	22	23,21

6. Удар стебля о трубный вал диаметром 0,32 м с навивкой

Факторы		Y						
угол отгиба подвеса, град.	диаметр трубного вала, м	Потери семянков, шт.						
x ₁	x ₂	повторения					среднее	расчетное
		I	II	III	IV	V	y	$\bar{y}$
10	0,32	1	1	1	1	1	1	0,89
20		1	2	0	1	2	1,2	1,02
30		1	1	2	0	1	1	1,1
40		2	3	1	2	3	2,2	1,86

**Результаты экспериментальных исследований удара корзинки
о фрагмент трубного вала**

7. Удар стебля о трубный вал диаметром 0,32 м

Факторы		Y						
угол отгиба подвеса, град.	диаметр трубного вала, м	Потери семянков, шт.						
x ₁	x ₂	повторения					среднее	расчетное
		I	II	III	IV	V	y	$\bar{y}$
10	0,32	1	1	2	1	1	1,2	1,06
20		1	1	0	2	1	1	1,21
30		2	2	3	1	2	2	1,92
40		3	5	2	4	2	3,2	3,34

8. Удар стебля о трубный вал диаметром 0,38 м

Факторы		Y						
угол отгиба подвеса, град.	диаметр трубного вала, м	Потери семянков, шт.						
x ₁	x ₂	повторения					среднее	расчетное
		I	II	III	IV	V	y	$\bar{y}$
10	0,38	3	4	2	3	3	3	2,84
20		5	2	3	2	4	3,2	3,38
30		5	6	4	5	5	5	4,91
40		7	3	5	6	5	5,2	5,37

9. Удар стебля о трубный вал диаметром 0,44 м

Факторы		Y						
угол отгиба трубы, град.	диаметр трубы	Потери семянков, шт.						
x ₁	x ₂	повторения					среднее	расчетное
		I	II	III	IV	V	y	$\bar{y}$
10	0,44	4	5	3	6	1	3,8	3,92
20		7	7	5	9	7	7	6,91
30		9	10	8	8	11	9,2	9,01
40		9	9	6	11	9	9	9,33

**Результаты экспериментальных исследований удара корзинки
о фрагмент трубного вала**

10. Удар стебля о трубный вал диаметром 0,50 м

Факторы		Y						
угол отгиба подвеса, град.	диаметр трубного вала, м	Потери семянков, шт.						
x ₁	x ₂	повторения					среднее	расчетное
		I	II	III	IV	V	y	$\bar{y}$
10	0,50	8	9	7	7	8	7,8	7,98
20		10	12	8	7	13	10	9,83
30		11	8	14	12	11	11,2	11,37
40		15	17	13	12	18	15	14,75

**11. Удар корзинки о трубный вал с навивкой диаметром 0,32 м
с поворотом на 90°**

Факторы		Y						
угол отгиба подвеса, град.	диаметр трубного вала, м	Потери семянков, шт.						
x ₁	x ₂	повторения					среднее	расчетное
		I	II	III	IV	V	y	$\bar{y}$
10	0,32	1	1	1	1	0	0,8	0,93
20		1	2	0	1	1	1	0,97
30		2	0	1	1	1	1	1,13
40		2	1	3	2	3	2,2	2,13

**12. Удар корзинки о трубный вал диаметром 0,32 м
с поворотом на 90°**

Факторы		Y						
угол отгиба подвеса, град.	диаметр трубного вала, м	Потери семянков, шт.						
x ₁	x ₂	повторения					среднее	расчетное
		I	II	III	IV	V	y	$\bar{y}$
10	0,32	1	1	2	1	1	1,2	1,31
20		2	1	3	2	2	2	1,78
30		3	4	2	4	1	2,8	2,62
40		2	3	3	3	2	2,6	3,12

**Результаты экспериментальных исследований удара корзины
о фрагмент центральной трубы**

**13. Удар корзины о трубный вал диаметром 0,38 м
с поворотом на 90°**

Факторы		Y						
угол отгиба подвеса, град.	диаметр трубного вала, м	Потери семян, шт.						
x ₁	x ₂	повторения					среднее	расчетное
		I	II	III	IV	V	Y	$\bar{y}$
10	0,38	4	5	3	4	3	3,8	3,91
20		5	6	4	7	3	5	4,87
30		5	5	4	6	4	4,8	5,09
40		7	7	5	6	5	6	5,87

**14. Удар корзины о трубный вал диаметром 0,44 м
с поворотом на 90°**

Факторы		Y						
угол отгиба подвеса, град.	диаметр трубного вала, м	Потери семян, шт.						
x ₁	x ₂	повторения					среднее	расчетное
		I	II	III	IV	V	Y	$\bar{y}$
10	0,44	7	9	5	7	6	6,8	6,92
20		8	8	7	9	8	8	7,83
30		5	10	8	9	7	7,8	8,03
40		11	13	12	11	14	12,2	12,07

**15. Удар корзины о трубный вал диаметром 0,50 м
с поворотом на 90°**

Факторы		Y						
угол отгиба подвеса, град.	диаметр трубного вала, м	Потери семян, шт.						
x ₁	x ₂	повторения					среднее	расчетное
		I	II	III	IV	V	Y	$\bar{y}$
10	0,50	11	13	9	11	11	11	10,82
20		9	13	10	12	10	10,8	11,12
30		8	16	12	10	14	12	12,09
40		14	13	15	13	16	14,2	13,99

**Результаты экспериментальных исследований
времени отбрасывания корзинки $t_{отбр}$
при ударе о фрагмент трубного вала диаметром 0,32 м**

1. Удар корзинки о трубный вал с навивкой

Факторы		Y					
угол отгиба подвеса, град.	диаметр трубного вала, м	$t_{отбр}, c$					
x_1	x_2	повторения					среднее значение
		I	II	III	IV	V	Y
10	0,32	0,8	0,8	0,7	0,8	0,7	0,76
20		0,8	0,8	0,8	0,9	0,8	0,82
30		0,8	0,9	0,9	1,0	1,0	0,92
40		1,0	1,2	1,0	1,0	1,2	1,08

2. Удар корзинки о трубный вал диаметром 0,32 м

Факторы		Y					
угол отгиба подвеса, град.	диаметр трубного вала, м	$t_{отбр}, c$					
x_1	x_2	повторения					среднее
		I	II	III	IV	V	Y
10	0,32	0,6	0,6	0,6	0,5	0,6	0,58
20		0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,64
30		0,7	0,6	0,7	0,6	0,7	0,66
40		0,7	0,7	0,6	0,7	0,7	0,68

**Результаты опытов по определению
высоты растений $h_{\text{раст}}$, см**

№ опыта	Повторность			Среднее
	1	2	3	
1	2	3	4	5
1	146	140	134	140
2	164	170	176	170
3	143	136	129	136
4	102	105	108	105
5	124	129	134	129
6	146	140	134	140
7	123	119	115	119
8	124	129	134	129
9	121	117	113	117
10	125	128	131	128
11	124	129	134	129
12	143	136	129	136
13	128	127	129	128
14	146	140	134	140
15	145	141	137	141
16	143	136	129	136
17	162	162	162	162
18	125	128	131	128
19	124	129	134	129
20	143	136	129	136
21	143	136	129	136
22	125	128	131	128
23	124	129	134	129
24	143	136	129	136
25	167	163	171	167
26	143	136	129	136
27	102	105	108	105
28	124	129	134	129
29	146	140	134	140
30	123	119	115	119
31	143	136	129	136
32	121	117	113	117
33	125	128	131	128
34	124	129	134	129
35	143	136	129	136
36	128	127	129	128
37	146	140	134	140
38	145	141	137	141
39	125	128	131	128
40	124	129	134	129
41	143	136	129	136
42	190	190	190	190

№ опыта	Повторность			Среднее
	1	2	3	
43	125	128	131	128
44	124	129	134	129
45	143	136	129	136
46	128	127	129	128
47	146	140	134	140
48	145	141	137	141
49	178	174	182	178
50	123	119	115	119
51	143	136	129	136
52	121	117	113	117
53	125	128	131	128
54	124	129	134	129
55	143	136	129	136
56	185	190	180	185
57	125	128	131	128
58	124	129	134	129
59	143	136	129	136
60	190	190	190	190
61	125	128	131	128
62	124	129	134	129
63	143	136	129	136
64	128	127	129	128
65	146	140	134	140
66	145	141	137	141
67	182	180	184	182
68	125	128	131	128
69	124	129	134	129
70	143	136	129	136
71	123	123	123	123
72	143	136	129	136
73	125	128	131	128
74	124	129	134	129
75	143	136	129	136
76	143	136	129	136
77	173	170	176	173
78	125	128	131	128
79	124	129	134	129
80	143	136	129	136
81	143	136	129	136
82	102	102	102	102
83	125	128	131	128
84	124	129	134	129
85	143	136	129	136
86	128	127	129	128
87	146	140	134	140
88	145	141	137	141
89	162	162	162	162

№ опыта	Повторность			Среднее
	1	2	3	
90	146	140	134	140
91	145	141	137	141
92	124	129	134	129
93	146	140	134	140
94	180	175	185	180
95	125	128	131	128
96	124	129	134	129
97	143	136	129	136
98	123	119	115	119
99	143	136	129	136
100	121	117	113	117
Математическое ожидание μ				135,82
Среднеквадратичное отклонение σ				136,1

**Результаты опытов по определению геометрических размеров маслосемян
подсолнечника сортов Лакомка, Саратовский 20, Донской с целью их усреднения**

1. Сорт Лакомка

i	Высота a_i , мм	Ширина b_i , мм	Толщина c_i , мм
1	13,2	6,1	3,8
2	14,2	6,3	3,5
3	13,8	6,2	4,3
4	14,7	6,3	4,0
5	12,6	6,5	3,4
6	13,1	6,9	4,0
7	13,4	7,4	3,8
8	12,3	6,3	4,0
9	14,1	6,3	3,7
10	12,5	6,7	3,8
11	13,6	6,1	4,0
12	14,3	6,5	3,6
13	14,1	6,7	3,7
14	12,9	5,3	3,8
15	12,7	7,6	3,6
16	12,7	6,8	3,5
17	14,1	7,1	3,5
18	14,8	6,7	3,7
19	12,5	7,9	5,0
20	12,5	6,7	3,6
21	13,3	6,4	3,3
22	13,3	5,9	3,2
23	12,1	6,3	4,1
24	13,0	7,1	3,9
25	12,6	6,7	3,8
26	14,2	7,3	3,7
27	15,1	6,9	3,5
28	11,9	7,0	3,6
29	14,8	6,3	3,9
30	12,9	7,2	3,5
31	12,0	6,6	3,8
32	12,7	7,3	3,8
33	12,4	6,2	4,5
34	15,4	6,7	3,5
35	14,5	6,2	4,0
36	13,2	7,4	4,3
37	11,5	6,2	5,2
38	13,5	6,8	3,5
39	15,3	6,3	3,7
40	12,4	7,3	3,8
41	12,7	6,7	3,7

i	Высота a_i , мм	Ширина b_i , мм	Толщина c_i , мм
42	15,7	6,2	3,6
43	13,9	7,3	4,8
44	14,5	6,9	3,6
45	14,1	7,3	3,9
46	13,1	6,7	3,6
47	13,5	6,6	3,6
48	12,8	7,1	3,6
49	13,5	6,9	4,2
50	13,4	5,7	3,9
51	13,9	6,8	3,4
52	14,6	5,4	3,6
53	13,3	6,4	3,7
54	12,8	5,6	3,6
55	13,1	6,6	3,3
56	13,1	6,0	3,5
57	12,5	7,1	3,7
58	12,9	6,4	4,2
59	14,3	6,1	3,5
60	12,4	6,8	3,7
61	12,7	6,2	3,8
62	14,5	6,9	3,7
63	14,9	6,5	3,8
64	13,3	6,4	3,6
65	12,1	6,3	4,1
66	12,7	7,3	4,0
67	14,0	6,5	3,6
68	13,8	7,1	3,6
69	13,0	5,9	3,5
70	14,1	6,6	3,7
71	13,4	6,1	3,8
72	13,7	6,7	3,8
73	15,3	5,8	3,7
74	13,1	6,8	4,0
75	14,5	7,7	4,1
76	14,3	7,0	3,3
77	12,0	6,7	3,7
78	13,4	5,9	3,5
79	14,3	7,1	3,3
80	13,4	7,4	3,5
81	15,1	6,2	3,9
82	12,5	7,0	4,1
83	14,0	5,9	3,8
84	12,1	7,4	3,9
85	14,2	6,2	3,9
86	14,1	6,9	3,8
87	14,1	6,5	3,8
88	13,5	7,4	3,7

i	Высота a_i , мм	Ширина b_i , мм	Толщина c_i , мм
89	15,1	6,2	3,6
90	12,9	7,5	3,5
91	13,6	7,0	3,5
92	16,2	6,5	4,0
93	12,8	6,7	3,8
94	14,9	7,1	3,5
95	14,2	7,0	4,3
96	13,9	6,6	3,8
97	14,8	6,7	3,5
98	13,5	6,5	3,8
99	13,8	5,9	3,8
100	12,3	6,4	4,6
Среднее значение	$\bar{a} = \frac{\sum_{i=1}^{100} a_i}{100} = 13,5$	$\bar{b} = \frac{\sum_{i=1}^{100} b_i}{100} = 6,6$	$\bar{c} = \frac{\sum_{i=1}^{100} c_i}{100} = 3,8$

2. Сорт Саратовский 20

i	Высота a_i , мм	Ширина b_i , мм	Толщина c_i , мм
1	12,5	5,9	4,3
2	11,9	6,7	3,3
3	12,3	6,5	4,0
4	12,2	5,8	3,5
5	12,6	6,0	3,9
6	11,1	6,0	3,5
7	13,0	7,1	4,2
8	12,4	7,0	3,9
9	13,3	6,6	3,8
10	12,0	7,1	4,3
11	11,4	7,0	3,9
12	10,4	6,4	3,8
13	12,4	6,5	3,8
14	13,5	6,3	3,7
15	11,6	6,1	3,8
16	12,6	6,3	4,3
17	12,1	6,7	3,9
18	12,7	6,1	4,2
19	13,4	6,7	3,8
20	12,2	6,3	3,9
21	12,2	6,5	3,4
22	13,2	7,3	3,6
23	13,7	7,0	4,0
24	13,1	6,4	3,5
25	13,6	6,3	3,6
26	11,3	6,0	3,7

i	Высота a_i , мм	Ширина b_i , мм	Толщина c_i , мм
27	12,6	6,7	3,7
28	12,5	7,4	4,1
29	12,9	6,2	3,8
30	13,4	6,8	4,6
31	13,4	5,9	4,3
32	13,2	7,8	4,6
33	14,3	7,1	4,3
34	12,5	7,0	4,0
35	12,5	7,0	4,3
36	13,5	7,5	4,5
37	13,3	6,8	4,0
38	13,2	6,2	3,5
39	13,2	7,1	4,0
40	13,5	6,4	3,3
41	12,9	6,0	3,7
42	13,4	7,3	4,2
43	12,0	7,0	3,8
44	13,6	6,9	4,0
45	13,8	7,6	4,9
46	15,0	7,7	4,3
47	13,1	5,3	3,5
48	13,8	7,7	3,7
49	13,6	5,9	4,0
50	13,5	6,5	4,2
51	13,3	6,7	3,8
52	14,5	7,8	4,8
53	14,8	6,8	3,5
54	14,6	5,7	4,0
55	12,0	8,0	4,7
56	12,9	7,8	4,6
57	11,8	6,9	4,2
58	10,8	6,8	4,0
59	12,7	6,4	3,3
60	10,3	6,3	3,2
61	12,7	5,7	4,4
62	12,3	6,0	3,2
63	14,5	6,2	4,2
64	13,4	7,1	3,5
65	11,4	6,6	4,2
66	12,2	7,7	4,5
67	11,7	7,5	3,5
68	10,0	7,0	3,8
69	11,4	5,7	3,6
70	14,8	7,8	3,6
71	12,2	4,9	4,0
72	13,6	6,2	4,7

i	Высота a_i , мм	Ширина b_i , мм	Толщина c_i , мм
73	13,1	5,5	4,1
74	11,2	6,2	4,5
75	15,5	6,5	3,1
76	14,0	6,6	3,6
77	11,0	6,8	3,8
78	13,3	7,3	3,9
79	16,2	7,9	3,2
80	13,5	6,7	3,1
81	16,3	5,8	3,7
82	9,9	5,8	4,1
83	11,7	5,7	4,0
84	12,7	7,8	4,4
85	12,4	6,1	3,8
86	14,6	6,5	5,0
87	15,7	5,8	4,3
88	14,0	7,9	4,5
89	17,4	7,1	3,4
90	10,5	7,8	4,0
91	11,7	7,9	3,8
92	16,6	6,6	4,2
93	14,8	7,3	2,9
94	14,6	6,5	3,5
95	12,3	7,9	4,6
96	15,1	5,8	3,3
97	15,0	6,0	3,5
98	11,5	7,7	4,4
99	11,9	5,7	3,0
100	11,5	6,4	5,1
Среднее значение	$\bar{a} = \frac{\sum_{i=1}^{100} a_i}{100} = 15,9$	$\bar{b} = \frac{\sum_{i=1}^{100} b_i}{100} = 8,1$	$\bar{c} = \frac{\sum_{i=1}^{100} c_i}{100} = 4,8$

3. Сорт Донской

i	Высота a_i , мм	Ширина b_i , мм	Толщина c_i , мм
1	11,1	4,7	2,7
2	11,1	4,8	3,2
3	11,5	4,0	2,5
4	10,7	5,0	3,1
5	10,3	4,8	2,8
6	9,7	3,5	2,9
7	10,4	4,0	2,3
8	10,1	4,0	2,7
9	10,1	5,3	2,6

i	Высота a_i , мм	Ширина b_i , мм	Толщина c_i , мм
10	9,8	4,7	3,0
11	10,0	5,0	2,3
12	8,8	3,6	2,4
13	12,2	5,8	3,1
14	10,5	4,7	2,6
15	11,3	4,3	2,6
16	9,6	4,2	2,0
17	9,7	5,0	2,7
18	10,4	3,9	2,3
19	9,5	4,2	2,6
20	10,4	4,0	2,3
21	11,1	4,7	2,7
22	9,3	4,2	3,7
23	10,3	5,2	3,5
24	9,8	4,3	2,4
25	9,0	4,7	2,7
26	10,2	4,6	2,9
27	10,4	4,9	3,1
28	11,0	4,2	3,3
29	11,3	5,4	2,9
30	10,6	5,8	3,0
31	11,0	4,7	2,7
32	9,0	4,5	2,6
33	11,4	4,8	3,2
34	10,3	5,2	3,5
35	10,3	5,1	3,6
36	9,5	3,9	2,6
37	10,2	3,6	1,8
38	11,0	4,9	2,3
39	10,3	3,6	2,7
40	8,3	3,5	2,4
41	10,7	4,3	2,6
42	9,3	4,4	2,9
43	10,6	4,6	3,3
44	10,6	4,7	3,2
45	10,3	4,4	2,2
46	10,0	5,2	2,5
47	10,4	4,5	2,4
48	9,0	4,0	3,3
49	10,8	4,1	2,1
50	10,1	5,1	2,7
51	10,0	4,3	2,1
52	10,3	4,4	2,8
53	10,3	4,8	3,2
54	10,3	4,8	3,3
55	9,7	5,6	3,3
56	9,3	4,6	3,1

i	Высота a_i , мм	Ширина b_i , мм	Толщина c_i , мм
57	9,8	4,5	2,3
58	11,0	3,7	2,2
59	11,3	4,3	3,3
60	11,0	4,5	2,5
61	10,2	5,0	2,6
62	10,8	4,3	2,2
63	11,9	5,2	2,9
64	10,1	4,7	2,9
65	8,1	4,7	3,2
66	9,8	4,5	2,6
67	10,6	4,7	2,7
68	10,3	4,7	3,1
69	10,0	4,4	2,3
70	9,1	4,9	3,4
71	11,3	4,9	2,5
72	10,0	4,7	2,8
73	9,6	4,3	2,4
74	10,6	4,3	3,6
75	10,8	4,8	3,5
77	10,0	4,8	2,9
78	10,2	3,9	2,2
79	10,2	5,4	3,3
80	8,7	4,6	1,3
81	11,3	4,4	2,5
82	11,7	5,2	3,1
83	10,8	4,0	2,7
84	9,0	4,0	3,0
85	11,1	4,8	3,1
86	11,3	5,4	2,9
87	12,6	6,2	2,6
88	10,1	3,7	2,6
89	12,1	5,7	3,5
90	9,5	4,6	3,0
91	8,7	5,2	2,8
92	8,5	4,0	2,6
93	10,3	4,8	2,6
94	8,5	3,5	2,6
95	10,2	3,8	2,9
96	9,8	5,2	3,1
97	11,7	4,0	2,6
98	10,0	4,3	2,6
99	10,7	4,2	2,3
100	10,0	4,9	2,5
Среднее значение	$\bar{a} = \frac{\sum_{i=1}^{100} a_i}{100} = 10,3$	$\bar{b} = \frac{\sum_{i=1}^{100} b_i}{100} = 4,6$	$\bar{c} = \frac{\sum_{i=1}^{100} c_i}{100} = 2,8$

**Результаты опытов по определению массы маслосемян
в одной корзинке подсолнечника**

№ п/п	Масса семян в одной корзинке $m_{\text{сем}}$			
	1	2	3	среднее
1	50,38	49,728	51,16	50,4
2	52,23	52,274	53,15	52,5
3	49,29	50,432	50,11	49,9
4	36,012	34,211	37,86	36,0
5	72,45	72,335	70,38	71,7
6	55,11	54,769	56,47	55,5
7	61,12	59,727	62,78	61,2
8	30,409	30,921	32,51	31,2
9	46,89	48,137	48,34	47,7
10	65,22	65,955	66,78	65,9
11	27,89	26,971	29,36	28,1
12	38,75	37,005	36,67	37,4
13	33,23	32,74	34,88	33,6
14	56,76	56,657	58,53	57,3
15	55,79	56,845	57,45	56,7
16	66,78	67,729	68,34	67,6
17	48,76	50,13	50,45	49,8
18	48,89	48,525	50,39	49,3
19	59,65	57,558	57,33	58,2
20	48,89	47,366	47,11	47,8
21	47,56	47,117	46,48	47,0
22	36,78	36,243	38,15	37,0
23	60,96	60,965	62,35	61,4
24	42,88	43,607	44,29	43,5
25	55,27	55,132	56,879	55,7
26	42,98	44,03	44,38	43,8
27	38,64	37,843	40,68	39,0
28	46,79	47,283	48,63	47,5
29	47,89	48,945	49,78	48,9
30	72,96	71,642	74,46	73,0
31	52,68	52,344	54,74	53,2
32	33,36	36,401	35,232	35,0
33	41,12	40,014	42,85	41,3
34	71,99	72,595	73,37	72,6
35	41,03	41,016	42,734	41,6
36	63,12	63,79	64,79	63,9
37	53,45	55,745	55,58	54,9
38	68,33	69,214	70,92	69,5
39	67,74	67,295	69,56	68,2
40	28,59	29,265	30,97	29,6
41	45,05	46,37	47,63	46,3
42	62,78	63,011	63,99	63,3
43	33,79	35,691	35,24	34,9

№ п/п	Масса семянков в одной корзинке $m_{\text{сем}}$			
	1	2	3	среднее
44	39,81	40,038	41,39	40,4
45	40,94	41,452	42,55	41,6
46	42,16	41,947	43,81	42,6
47	55,21	53,868	53,94	54,3
48	54,39	54,523	55,83	54,9
49	42,49	44,74	44,07	43,8
50	73,903	74,935	75,45	74,8
51	66,28	67,744	68,19	67,4
52	76,71	78,453	78,28	77,8
53	38,67	40,973	40,15	39,9
54	73,88	75,147	75,24	74,7
55	39,11	39,795	40,473	39,8
56	43,72	45,35	45,17	44,7
57	72,59	74,415	73,25	73,4
58	74,37	74,061	72,76	73,7
59	40,83	40,28	42,84	41,3
60	64,87	64,012	66,72	65,2
61	46,14	45,505	50,34	47,3
62	39,35	40,648	41,51	40,5
63	57,70	56,665	60,10	58,1
64	49,32	49,402	51,64	50,1
65	43,45	46,282	45,01	44,9
66	60,66	62,129	62,45	61,7
67	61,84	63,232	63,87	62,9
68	46,41	45,946	50,18	47,5
69	40,32	42,851	42,72	41,9
70	53,40	55,303	55,79	54,8
71	54,50	53,113	55,21	54,2
72	62,63	63,144	64,03	63,2
73	51,88	52,337	53,39	52,5
74	56,01	57,508	58,51	57,3
75	66,85	67,297	68,72	67,6
76	34,57	34,635	37,15	35,4
77	63,64	65,81	65,49	64,9
78	58,27	58,721	60,56	59,1
79	43,51	44,994	44,57	44,3
80	63,70	64,067	66,80	64,8
81	74,13	75,297	75,58	75,0
83	60,62	59,992	63,19	61,2
84	60,33	58,969	61,83	60,3
85	42,49	44,878	44,50	43,9
86	71,56	69,939	73,16	71,5
87	76,58	76,502	78,22	77,1
88	50,98	49,984	52,93	51,3
89	46,11	44,264	50,94	47,1
90	60,44	59,439	60,36	60,1

№ п/п	Масса семянков в одной корзинке $m_{\text{сем}}$			
	1	2	3	среднее
91	65,35	65,735	68,18	66,4
92	59,87	60,615	61,96	60,8
93	78,60	77,733	80,97	79,1
94	70,77	72,253	72,43	71,8
95	40,20	40,509	41,08	40,6
96	75,76	76,248	77,85	76,7
97	68,26	69,077	70,92	69,4
98	59,12	59,905	60,75	59,9
99	62,24	62,935	65,06	63,4
100	61,48	63,406	64,56	63,1
Математическое ожидание μ				53,99
Среднеквадратичное отклонение σ				12,475

Приложение II

1. Результаты полного факторного эксперимента по определению потерь маслосемян за жаткой П_ж от длины отсекаателя L_{отс} и показателя кинематического режима λ при фиксированных параметрах H_{выт} = 0,15 м, S_{шнек} и S_{ра} = 0,025 м (Г-образный отсекаатель с углом отгиба γ = 140°)

№ п/п	λ	Длина отсе- кателя $L_{отс}$, м	Ширина витка навивки $H_{вит}$, м	Расстояние от края от- секателя до шнека жатки $S_{шнек}$, м	Расстояние от края отсе- кателя до режущего аппарата $S_{ра}$, м	Потери семянok (повторения)			Среднее	Расчетное
						%				
						I	II	III		
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	7	8	9	y	%
1	2	3	4	5	6				10	11
1	1,5	0,34	0,15	0,025	0,025	1,25	1,38	1,41	1,35	1,30
2	1,5	0,38	0,15	0,025	0,025	1,72	1,86	1,78	1,79	2,36
3	1,5	0,42	0,15	0,025	0,025	4,28	4,56	4,4	4,4	3,97
4	1,5	0,46	0,15	0,025	0,025	5,42	5,32	5,4	5,38	5,42
5	1,6	0,34	0,15	0,025	0,025	0,95	1,14	1,05	1,05	1,06
6	1,6	0,38	0,15	0,025	0,025	1,54	1,48	1,42	1,48	1,46
7	1,6	0,42	0,15	0,025	0,025	2,41	2,31	2,42	2,38	2,4
8	1,6	0,46	0,15	0,025	0,025	3,66	3,75	3,72	3,71	3,72
9	1,7	0,34	0,15	0,025	0,025	0,54	0,66	0,58	0,59	0,63
10	1,7	0,38	0,15	0,025	0,025	0,92	1,12	0,95	1,0	0,96
11	1,7	0,42	0,15	0,025	0,025	1,78	1,85	1,92	1,85	1,98
12	1,7	0,46	0,15	0,025	0,025	3,26	3,34	3,30	3,30	3,30

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
13	1,8	0,34	0,15	0,025	0,025	2,42	2,46	2,52	2,4	2,3
14	1,8	0,38	0,15	0,025	0,025	2,92	2,97	3,00	2,96	3,38
15	1,8	0,42	0,15	0,025	0,025	3,32	3,40	3,34	3,35	3,38
16	1,8	0,46	0,15	0,025	0,033	4,63	4,60	4,55	4,59	4,57

2. Результаты полного факторного эксперимента по определению потерь маслосемян за жаткой $\Pi_{\text{ж}}$

от ширины навивки $H_{\text{внт}}$ и показателя кинематического режима λ .

при фиксированных параметрах $L_{\text{отс}} = 0,14 \text{ м}$, $S_{\text{шнек}} = 0,025 \text{ м}$

(Г-образный отсекаТЕЛЬ с углом наклона $\chi = 140^\circ$)

п/п №	λ	Длина отсека- секателя $L_{отс}$, м	Ширина витка навивки $S_{внт}$, м	Расстоя- ние от края от- секателя до шнека жатки, м	Расстояние от края отсе- кателя до режущего аппарата $S_{ра}$, м	Потери семян (повторения)			Среднее	Расчетное
						%				
						I	II	III		
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5				%	$\bar{y}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1,5	0,34	0,15	0,025	0,025	1,25	1,38	1,41	1,35	1,30
2	1,5	0,34	0,18	0,025	0,025	2,25	2,37	2,34	2,32	2,36
3	1,5	0,34	0,21	0,025	0,025	3,04	2,91	2,93	2,96	3,00

Продолжение прил. II

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
4	1,5	0,34	0,24	0,025	0,025	3,62	3,50	3,63	3,58	3,55
5	1,6	0,34	0,15	0,025	0,025	0,95	1,14	1,05	1,05	1,06
6	1,6	0,34	0,18	0,025	0,025	1,48	1,55	1,53	1,52	1,90
7	1,6	0,34	0,21	0,025	0,025	1,70	1,78	1,76	1,75	2,42
8	1,6	0,34	0,24	0,025	0,025	2,05	2,09	2,10	2,08	3,04
9	1,7	0,34	0,15	0,025	0,025	0,54	0,66	0,58	0,59	0,63
10	1,7	0,34	0,18	0,025	0,025	1,02	1,08	1,04	1,05	1,0
11	1,7	0,34	0,21	0,025	0,025	1,24	1,32	1,28	1,28	1,45
12	1,7	0,34	0,24	0,025	0,025	1,6	1,68	1,65	1,64	1,64
13	1,8	0,34	0,15	0,025	0,025	2,42	2,54	2,28	2,4	2,3
14	1,8	0,34	0,18	0,025	0,025	1,74	1,83	1,77	1,78	1,85
15	1,8	0,34	0,21	0,025	0,025	1,93	1,97	1,97	1,96	1,86
16	1,8	0,34	0,24	0,025	0,033	2,92	3,03	2,96	2,97	2,98

3. Результаты полного факторного эксперимента по определению потерь маслосемян за жаткой $\Pi_{\text{ж}}$ от зазора между крайней точкой отсекаателя и шнеком жатки $S_{\text{шнек}}$ и показателя кинематического режима λ при фиксированных параметрах $L_{\text{отс}} = 0,34$ м, $H_{\text{выт}} = 0,25$ м и $S_{\text{ра}} = 0,025$ м (Г-образный отсекаатель с углом наклона $\chi = 140^\circ$)

№ п/п	λ	Длина отсека- теля $L_{отс}$, м	Шири- на вит- ка навинки $S_{вин}$, м	Растоя- ние от крайней точки отсекателя до шнека жатки $S_{шнек}$, м	Расстояние от крайней точки отсека- теля до ре- жущего ап- парата $S_{ра}$, м	Потери маслосемян (повторения)				Среднее	Расчетное
						%					
						I	II	III			
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5					%	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9		10	11
1	1,5	0,34	0,15	0,025	0,025	1,25	1,38	1,41		1,35	1,30
2	1,5	0,34	0,15	0,033	0,025	2,40	2,38	2,42		2,4	2,5
3	1,5	0,34	0,15	0,041	0,025	3,12	3,25	3,16		3,18	3,16
4	1,5	0,34	0,15	0,049	0,025	4,16	4,26	4,23		4,2	4,25

Продолжение прил. II

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
5	1,6	0,34	0,15	0,025	0,025	0,95	1,14	1,05	1,05	1,06
6	1,6	0,34	0,15	0,033	0,025	1,66	1,74	1,71	1,70	1,75
7	1,6	0,34	0,15	0,041	0,025	1,92	1,97	1,96	1,95	2,25
8	1,6	0,34	0,15	0,049	0,025	2,46	2,45	2,38	2,42	2,40
9	1,7	0,34	0,15	0,025	0,025	0,54	0,66	0,58	0,59	0,63
10	1,7	0,34	0,15	0,033	0,025	1,05	1,11	1,09	1,08	1,15
11	1,7	0,34	0,15	0,041	0,025	1,4	1,45	1,41	1,42	1,56
12	1,7	0,34	0,15	0,049	0,025	1,94	1,98	1,96	1,96	2,15
13	1,8	0,34	0,15	0,025	0,025	2,42	2,54	2,28	2,4	2,3
14	1,8	0,34	0,15	0,033	0,025	1,93	1,97	1,95	1,95	2,1
15	1,8	0,34	0,15	0,041	0,025	2,22	2,18	2,19	2,20	2,36
16	1,8	0,34	0,15	0,049	0,033	3,76	3,68	3,73	3,72	3,73

Продолжение прил. II

4. Результаты полного факторного эксперимента по определению потерь маслосемян за жаткой П_ж от зазора между крайней точкой отсекаателя и плоскостью режущего аппарата S_{ра} и показателя кинематического режима λ при фиксированных параметрах L_{отс} = 0,14 м, H_{выт} = 0,15 м и S_{шнек} = 0,025 м (Γ-образный отсекаатель с углом отгиба γ = 140°)

№ п/п	λ	Длина отсекате- ля $L_{отс}$, м	Ширина винта навиг- ации $S_{винт}$, м	Расстоя- ние от края отсе- каеля до шнека жатки $S_{шнек}$, м	Расстояние от края отсе- каеля до ре- жущего ап- парата $S_{ра}$, м	Потери семян (повторения)			Среднее	Расчетное
						%				
						I	II	III		
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	7	8	9	y	%
1	2	3	4	5	6					
1	1,5	0,34	0,15	0,025	0,025	1,25	1,38	1,41	1,35	1,30
2	1,5	0,34	0,15	0,025	0,033	2,71	2,83	2,75	2,76	2,75
3	1,5	0,34	0,15	0,025	0,041	3,65	3,52	3,54	3,6	3,54
4	1,5	0,34	0,15	0,025	0,049	4,38	4,32	4,34	4,35	4,26
5	1,6	0,34	0,15	0,025	0,025	0,95	1,14	1,05	1,05	1,06
6	1,6	0,34	0,15	0,025	0,033	1,72	1,76	1,80	1,76	1,77
7	1,6	0,34	0,15	0,025	0,041	2,12	2,18	2,16	2,15	2,10
8	1,6	0,34	0,15	0,025	0,049	2,80	2,88	2,86	2,84	2,92
9	1,7	0,34	0,15	0,025	0,025	0,48	0,64	0,56	0,56	0,63
10	1,7	0,34	0,15	0,025	0,033	1,06	1,12	1,12	1,10	1,08
11	1,7	0,34	0,15	0,025	0,041	1,50	1,58	1,59	1,56	1,58

Продолжение прил. II

<i>l</i>	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
12	1,7	0,34	0,15	0,025	0,049	2,11	2,08	2,12	2,0	2,05
13	1,8	0,34	0,15	0,025	0,025	2,42	2,54	2,28	2,4	2,3
14	1,8	0,34	0,15	0,025	0,033	2,92	2,86	2,82	2,86	2,84
15	1,8	0,34	0,15	0,025	0,041	3,25	3,17	3,18	3,20	3,15
16	1,8	0,34	0,15	0,025	0,049	4,26	4,17	4,16	4,2	4,0

5. Результаты полного факторного эксперимента по определению потерь маслосемян за жаткой $\Pi_{\text{ж}}$ от длины отсекаателя $L_{\text{отс}}$ и показателя кинематического режима λ при фиксированных параметрах $H_{\text{выт}} = 0,15$ м, $S_{\text{шнек}} = 0,025$ м и $S_{\text{ра}} = 0,025$ м (прямой отсекаатель)

№ п/п	λ	Длина отсекателя $L_{отс}$, м	Ширина витка навивки $H_{винт}$, м	Расстояние от края от- секателя до шнека жатки $S_{шнек}$, м	Расстояние от края отсе- кателя до ре- жущего аппа- рата $S_{ра}$, м	Потери семян (повторения)			Среднее	Расчетное
						%				
						I	II	III		
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5				%	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1,5	0,34	0,15	0,025	0,025	2,13	2,07	2,12	2,1	2,00
2	1,5	0,38	0,18	0,025	0,025	2,67	2,62	2,66	2,65	3,1
3	1,5	0,42	0,21	0,025	0,025	4,98	5,04	4,97	5,0	4,55
4	1,5	0,46	0,24	0,025	0,025	6,22	6,32	6,2	6,25	6,35
5	1,6	0,34	0,18	0,025	0,025	1,44	1,54	1,52	1,5	1,6
6	1,6	0,38	0,15	0,025	0,025	2,02	2,08	2,06	2,05	1,96

Продолжение прил. II

<i>I</i>	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
7	1,6	0,42	0,24	0,025	0,025	2,67	2,72	2,71	2,70	2,96
8	1,6	0,46	0,21	0,025	0,025	4,97	5,02	5,0	5,0	4,8
9	1,7	0,34	0,21	0,025	0,025	1,26	1,22	1,27	1,25	1,3
10	1,7	0,38	0,24	0,025	0,025	1,80	1,76	1,72	1,76	1,65
11	1,7	0,42	0,15	0,025	0,025	2,28	2,32	2,3	2,3	2,42
12	1,7	0,46	0,18	0,025	0,025	4,19	4,3	4,26	4,25	4,24
13	1,8	0,34	0,24	0,025	0,025	2,96	2,94	2,98	2,96	2,94
14	1,8	0,38	0,21	0,025	0,025	3,86	3,83	3,83	3,84	3,78
15	1,8	0,42	0,18	0,025	0,025	4,54	4,48	4,48	4,5	4,63
16	1,8	0,46	0,15	0,025	0,033	6,18	6,22	6,21	6,2	6,25

6. Результаты полного факторного эксперимента по определению потерь маслосемян за жаткой $\Pi_{\text{ж}}$ от ширины навивки $H_{\text{нав}}$ и показателя кинематического режима λ при фиксированных параметрах $L_{\text{отс}} = 0,34$ м, $S_{\text{шнек}} = 0,025$ м и $S_{\text{ра}} = 0,025$ м (прямой отсекаТЕЛЬ)

λ	x_1	Длина отсекателя $L_{\text{отс}}$, м	Ширина витка навивки $S_{\text{нав}}$, м	Расстояние от края отсекателя до шнека жатки, м	Расстояние от края отсекателя до режущего аппарата $S_{\text{ра}}$, м	Потери семян (повторения)			Среднее	Расчетное
						I	II	III		
						%			%	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1,5	0,34	0,15	0,025	0,025	2,13	2,07	2,12	2,1	2,12
2	1,5	0,34	0,18	0,025	0,025	2,95	3,03	2,96	2,98	2,97
3	1,5	0,34	0,21	0,025	0,025	3,81	3,76	3,77	3,78	3,8

Продолжение прил. II

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
4	1,5	0,34	0,24	0,025	0,025	4,48	4,42	4,45	4,45	4,46
5	1,6	0,34	0,15	0,025	0,025	1,44	1,54	1,52	1,5	1,6
6	1,6	0,34	0,18	0,025	0,025	2,02	2,07	2,05	2,05	2,0
7	1,6	0,34	0,21	0,025	0,025	2,58	2,52	2,55	2,56	2,55
8	1,6	0,34	0,24	0,025	0,025	3,12	3,16	3,14	3,14	3,12
9	1,7	0,34	0,15	0,025	0,025	1,26	1,22	1,27	1,25	1,3
10	1,7	0,34	0,18	0,025	0,025	1,69	1,75	1,73	1,72	1,70
11	1,7	0,34	0,21	0,025	0,025	2,02	2,07	2,06	2,05	2,0
12	1,7	0,34	0,24	0,025	0,025	2,63	2,57	2,61	2,6	2,63
13	1,8	0,34	0,15	0,025	0,025	2,96	2,94	2,98	2,96	2,94
14	1,8	0,34	0,18	0,025	0,025	3,38	3,34	3,36	3,36	3,3
15	1,8	0,34	0,21	0,025	0,025	3,81	3,76	3,77	3,78	3,74
16	1,8	0,34	0,24	0,025	0,033	4,15	4,21	4,17	4,18	4,25

Продолжение прил. II

7. Результаты полного факторного эксперимента по определению потерь маслосемян за жаткой П_ж от зазора между крайней точкой отсекаателя и шнеком жатки S_{шнек} и показателя кинематического режима λ, при фиксированных параметрах L_{отс} = 0,34 м, H_{внт} = 0,25 м и S_{ра} = 0,025 м (прямой отсекаатель)

№ п/п	λ	Длина отсека- теля $L_{отс}$, м	Ширина вилки навивки $S_{винт}$, м	Расстояние от крайней точки от- секателя до шнека жатки $S_{шнек}$, м	Расстояние от крайней точки отсека- теля до ре- жущего ап- парата $S_{ра}$, м	Потери маслосемян (повторения)				Среднее	Расчетное
						%			%		
						I	II	III			
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	I	II	III	y	%	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	1,5	0,34	0,15	0,025	0,025	2,13	2,07	2,12	2,1	2,12	
2	1,5	0,34	0,15	0,033	0,025	2,8	2,73	2,72	2,75	2,71	
3	1,5	0,34	0,15	0,041	0,025	3,50	3,48	3,47	3,48	3,5	
4	1,5	0,34	0,15	0,049	0,025	4,52	4,58	4,57	4,56	4,55	
5	1,6	0,34	0,15	0,025	0,025	1,44	1,54	1,52	1,5	1,6	
6	1,6	0,34	0,15	0,033	0,025	1,88	1,96	1,93	1,92	1,94	
7	1,6	0,34	0,15	0,041	0,025	2,59	2,53	2,54	2,56	2,52	
8	1,6	0,34	0,15	0,049	0,025	2,87	2,93	2,91	2,90	2,91	
9	1,7	0,34	0,15	0,025	0,025	1,26	1,22	1,27	1,25	1,3	
10	1,7	0,34	0,15	0,033	0,025	1,44	1,42	1,47	1,44	1,48	
11	1,7	0,34	0,15	0,041	0,025	2,07	2,08	2,02	2,06	1,97	
12	1,7	0,34	0,15	0,049	0,025	2,62	2,54	2,55	2,57	2,62	

<i>I</i>	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
13	1,8	0,34	0,15	0,025	0,025	2,96	2,94	2,98	2,96	2,94
14	1,8	0,34	0,15	0,033	0,025	2,91	3,0	2,97	2,96	2,91
15	1,8	0,34	0,15	0,041	0,025	3,38	3,33	3,37	3,36	3,28
16	1,8	0,34	0,15	0,049	0,033	3,76	3,84	3,81	3,8	3,83

8. Результаты полного факторного эксперимента по определению потерь маслосемян за жаткой $\Pi_{\text{ж}}$ от зазора между крайней точкой отсекаателя и плоскостью режущего аппарата $S_{\text{ра}}$ и показателя кинематического режима λ при фиксированных параметрах $L_{\text{отс}} = 0,14$ м, $H_{\text{внт}} = 0,15$ м и $S_{\text{шнек}} = 0,025$ м (прямой отсекатель)

№ п/п	λ	Длина отсекаателя $L_{отс}$, м	Ширина витка навивки $S_{вит}$, м	Расстояние от края от- секателя до шнека жатки $S_{шнек}$, м	Расстояние от края отсе- кателя до режущего аппарата $S_{ра}$, м	Потери семян (повторения)			Среднее	Расчетное
						%				
						I	II	III		
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5				%	$\bar{y}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1,5	0,34	0,15	0,025	0,025	2,13	2,07	2,12	2,1	2,12
2	1,5	0,34	0,15	0,025	0,033	3,38	3,46	3,43	3,42	3,38

Продолжение прил. II

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
3	1,5	0,34	0,15	0,025	0,041	4,21	4,28	4,26	4,25	4,21
4	1,5	0,34	0,15	0,025	0,049	6,21	6,27	6,24	6,24	6,3
5	1,6	0,34	0,15	0,025	0,025	1,44	1,54	1,52	1,5	1,6
6	1,6	0,34	0,15	0,025	0,033	2,16	2,18	2,14	2,16	2,12
7	1,6	0,34	0,15	0,025	0,041	2,91	2,86	2,85	2,87	2,92
8	1,6	0,34	0,15	0,025	0,049	3,92	4,0	3,98	3,96	3,94
9	1,7	0,34	0,15	0,025	0,025	1,26	1,22	1,27	1,25	1,3
10	1,7	0,34	0,15	0,025	0,033	1,75	1,79	1,80	1,78	1,8
11	1,7	0,34	0,15	0,025	0,041	2,36	2,43	2,42	2,4	2,41
12	1,7	0,34	0,15	0,025	0,049	3,40	3,33	3,35	3,36	3,39
13	1,8	0,34	0,15	0,025	0,025	2,96	2,94	2,98	2,96	2,94
14	1,8	0,34	0,15	0,025	0,033	3,65	3,71	3,67	3,68	3,65
15	1,8	0,34	0,15	0,025	0,041	4,72	4,69	4,76	4,72	4,78
16	1,8	0,34	0,15	0,025	0,049	5,22	5,28	5,26	5,25	5,29

Продолжение прил. II

9. Результаты полного факторного эксперимента по определению потерь маслосемян за жаткой $\Pi_{\text{ж}}$ от длины отсекаателя $L_{\text{отс}}$ и показателя кинематического режима λ при фиксированных параметрах $H_{\text{вит}} = 0,15$ м, $S_{\text{шнек}} = 0,025$ м и $S_{\text{ра}} = 0,025$ м (Γ -образный прямой отсекаатель с углом отгиба $\chi = 160^\circ$)

№ п/п	λ	Длина отсекаателя $L_{отс}$, м	Ширина витка навивки $H_{винт}$, м	Расстояние от края от- секателя до шнека жатки $S_{шнек}$, м	Расстояние от края отсе- кателя до ре- жущего ап- парата $S_{ра}$, м	Потери семян (повторения)			Среднее	Расчетное
						%				
						I	II	III		
	χ_1	χ_2	χ_3	χ_4	χ_5				%	$\overline{y}$
1	1,5	0,34	0,15	0,025	0,025	2,68	2,76	2,66	2,7	2,66
2	1,5	0,38	0,18	0,025	0,025	3,37	3,41	3,43	3,4	3,56
3	1,5	0,42	0,21	0,025	0,025	5,82	5,71	5,75	5,76	5,42
4	1,5	0,46	0,24	0,025	0,025	7,23	7,32	7,29	7,28	7,30
5	1,6	0,34	0,18	0,025	0,025	2,20	2,31	2,28	2,26	2,24
6	1,6	0,38	0,15	0,025	0,025	2,70	2,59	2,67	2,65	2,58
7	1,6	0,42	0,24	0,025	0,025	4,28	4,27	4,23	4,26	4,19
8	1,6	0,46	0,21	0,025	0,025	5,08	5,16	5,12	5,12	6,12
9	1,7	0,34	0,21	0,025	0,025	1,98	2,10	2,1	2,06	2,12
10	1,7	0,38	0,24	0,025	0,025	2,30	2,40	2,35	2,35	2,27
11	1,7	0,42	0,15	0,025	0,025	2,95	3,12	3,07	3,05	3,0
12	1,7	0,46	0,18	0,025	0,025	4,92	5,02	4,95	4,96	5,0
13	1,8	0,34	0,24	0,025	0,025	3,26	3,36	3,34	3,32	3,33
14	1,8	0,38	0,21	0,025	0,025	4,27	4,17	4,21	4,22	4,23
15	1,8	0,42	0,18	0,025	0,025	5,36	5,34	5,26	5,32	5,36
16	1,8	0,46	0,15	0,025	0,033	6,88	7,02	6,94	6,95	6,98

Продолжение прил. II

10. Результаты полного факторного эксперимента по определению потерь маслосемян за жаткой $\Pi_{\text{ж}}$ от ширины навивки $H_{\text{нав}}$ и показателя кинематического режима λ при фиксированных параметрах $L_{\text{отс}} = 0,34$ м, $S_{\text{шнек}} = 0,025$ м и $S_{\text{ра}} = 0,025$ м (Г-образный отсекаТЕЛЬ с углом отгиба $\chi = 160^\circ$)

№ п/п	λ	Длина отсекателя $L_{отс}$, м	Ширина витка навивки $S_{вит}$, м	Расстояние от края от- секателя до шнека жатки, м	Расстояние от края отсе- кателя до ре- жущего ап- парата $S_{ра}$, м	Потери семян (повторения)			Среднее	Расчетное
						%				
						I	II	III		
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5				%	%
1	1,5	0,34	0,15	0,025	0,025	2,68	2,76	2,66	2,7	2,66
2	1,5	0,34	0,18	0,025	0,025	3,60	3,48	3,55	3,54	3,49
3	1,5	0,34	0,21	0,025	0,025	4,07	4,16	4,14	4,12	4,16
4	1,5	0,34	0,24	0,025	0,025	5,20	5,32	5,26	5,26	5,2
5	1,6	0,34	0,15	0,025	0,025	2,20	2,31	2,28	2,26	2,24
6	1,6	0,34	0,18	0,025	0,025	3,11	3,18	3,16	3,15	2,98
7	1,6	0,34	0,21	0,025	0,025	3,58	3,48	3,52	3,53	3,56
8	1,6	0,34	0,24	0,025	0,025	4,42	4,50	4,44	4,45	4,43
9	1,7	0,34	0,15	0,025	0,025	1,98	2,10	2,1	2,06	2,08
10	1,7	0,34	0,18	0,025	0,025	2,38	2,48	2,41	2,42	2,46
11	1,7	0,34	0,21	0,025	0,025	3,14	3,20	3,16	3,17	3,18
12	1,7	0,34	0,24	0,025	0,025	3,95	4,03	4,02	4,0	4,02
13	1,8	0,34	0,15	0,025	0,025	3,26	3,36	3,34	3,32	3,33
14	1,8	0,34	0,18	0,025	0,025	4,4	3,94	3,88	4,0	4,0
15	1,8	0,34	0,21	0,025	0,025	4,65	4,43	4,60	4,56	4,57
16	1,8	0,34	0,24	0,025	0,033	5,1	4,91	4,98	5,0	5,2

Продолжение прил. II

11. Результаты полного факторного эксперимента по определению потерь маслосемян за жаткой П_ж от зазора между крайней точкой отсекаателя и шнеком жатки $S_{\text{шнек}}$ и показателя кинематического режима λ при фиксированных параметрах $L_{\text{отс}} = 0,34$ м, $H_{\text{выт}} = 0,25$ м и $S_{\text{ра}} = 0,025$ м (Г-образный отсекаатель с углом отгиба $\chi = 160^\circ$)

№ п/п	λ	Длина отсекателя $L_{отс}$, м	Ширина витка навивки $S_{вит}$, м	Расстояние от крайней точки отсекателя до шнека $S_{шнек}$, м	Расстояние от крайней точки отсекателя до режущего ап- парата $S_{ра}$, м	Потери маслосемян (повторения)			Среднее	Расчетное	
						%					%
						I	II	III			
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5					%	$\bar{y}$
1	1,5	0,34	0,15	0,025	0,025	2,68	2,76	2,66	2,7	2,66	2,66
2	1,5	0,34	0,15	0,033	0,025	3,47	3,60	3,48	3,52	3,48	3,48
3	1,5	0,34	0,15	0,041	0,025	4,07	4,19	4,16	4,14	4,16	4,18
4	1,5	0,34	0,15	0,049	0,025	5,4	5,52	5,44	5,45	5,44	5,17
5	1,6	0,34	0,15	0,025	0,025	2,20	2,31	2,28	2,26	2,28	2,24
6	1,6	0,34	0,15	0,033	0,025	2,78	2,84	2,86	2,82	2,86	2,8
7	1,6	0,34	0,15	0,041	0,025	3,25	3,30	3,24	3,26	3,24	3,22
8	1,6	0,34	0,15	0,049	0,025	3,86	3,94	3,89	3,9	3,89	3,94
9	1,7	0,34	0,15	0,025	0,025	1,98	2,10	2,1	2,06	2,1	2,12
10	1,7	0,34	0,15	0,033	0,025	2,37	2,46	2,42	2,42	2,42	2,44
11	1,7	0,34	0,15	0,041	0,025	2,87	2,85	2,84	2,85	2,84	2,87
12	1,7	0,34	0,15	0,049	0,025	3,37	3,44	3,42	3,41	3,42	3,45
13	1,8	0,34	0,15	0,025	0,025	3,26	3,36	3,34	3,32	3,34	3,33
14	1,8	0,34	0,15	0,033	0,025	3,94	4,06	4,0	4,0	4,0	3,97
15	1,8	0,34	0,15	0,041	0,025	4,56	4,61	4,58	4,58	4,58	4,62
16	1,8	0,34	0,15	0,049	0,033	2,12	5,22	5,19	5,18	5,19	5,47

Продолжение прил. II

12. Результаты полного факторного эксперимента по определению потерь маслосемян за жаткой П_ж от зазора между крайней точкой отсекаателя и плоскостью режущего аппарата S_{ра} и показателя кинематического режима λ при фиксированных параметрах L_{отс} = 0,14 м, H_{выт} = 0,15 м и S_{шнек} = 0,025 м (Γ-образный отсекаатель с углом отгиба γ = 160°)

№ п/п	λ	Длина отсекателя $L_{отс}$, м	Ширина витка навивки $S_{навт}$, м	Расстояние от края от- секателя до шнека жат- ки $S_{шек}$, м	Расстояние от края отсе- кателя до ре- жущего аппа- рата $S_{ра}$ м	Потери семян (повторения)			Среднее	Расчетное
						%				
						I	II	III		
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5				%	$\overline{y}$
1	1,5	0,34	0,15	0,025	0,025	2,68	2,76	2,66	2,7	2,66
2	1,5	0,34	0,15	0,025	0,033	3,34	3,40	3,37	3,37	3,35
3	1,5	0,34	0,15	0,025	0,041	4,26	4,18	4,21	4,22	4,26
4	1,5	0,34	0,15	0,025	0,049	6,78	6,70	6,76	6,75	6,8
5	1,6	0,34	0,15	0,025	0,025	2,20	2,31	2,28	2,26	2,24
6	1,6	0,34	0,15	0,025	0,033	2,88	2,86	2,78	2,84	2,89
7	1,6	0,34	0,15	0,025	0,041	3,48	3,57	3,54	3,52	3,48
8	1,6	0,34	0,15	0,025	0,049	4,15	4,17	4,13	4,15	4,16
9	1,7	0,34	0,15	0,025	0,025	1,98	2,10	2,1	2,06	2,12
10	1,7	0,34	0,15	0,025	0,033	2,57	2,66	2,62	2,62	2,60
11	1,7	0,34	0,15	0,025	0,041	3,08	3,16	3,12	3,12	3,1
12	1,7	0,34	0,15	0,025	0,049	3,65	3,74	3,72	3,7	3,65
13	1,8	0,34	0,15	0,025	0,025	3,26	3,36	3,34	3,32	3,33
14	1,8	0,34	0,15	0,025	0,033	4,23	4,15	4,17	4,18	4,23
15	1,8	0,34	0,15	0,025	0,041	4,97	4,87	4,93	4,92	4,96
16	1,8	0,34	0,15	0,025	0,049	5,43	5,38	5,42	5,41	5,38

Продолжение прил. II

13. Результаты полного факторного эксперимента по определению потерь маслосемян за жаткой $\Pi_{\text{ж}}$ от длины отсекаателя $L_{\text{отс}}$ и показателя кинематического режима λ при фиксированных параметрах $H_{\text{вит}} = 0,15 \text{ м}$, $S_{\text{шнек}}$ и $S_{\text{ра}} = 0,025 \text{ м}$ (дугообразный отсекаатель)

№ п/п	λ	Длина отсекаателя $L_{отс}$, м	Ширина витка навинки $H_{внт}$, м	Расстояние от края отсека- теля до шнека жатки $S_{шнек}$, м	Расстояние от края отсека- теля до режу- щего аппарата $S_{ра}$, м	Потери семян (повторения)			Среднее	Расчетное
						%				
						I	II	III		
	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	I	II	III	%	%
1	1,5	0,34	0,15	0,025	0,025	3,46	3,57	3,52	3,52	3,56
2	1,5	0,38	0,18	0,025	0,025	3,95	4,04	4,02	4,0	4,06
3	1,5	0,42	0,21	0,025	0,025	6,50	6,56	6,52	6,53	6,46
4	1,5	0,46	0,24	0,025	0,025	7,76	7,65	7,63	7,68	7,72
5	1,6	0,34	0,18	0,025	0,025	3,12	3,18	3,16	3,15	3,12
6	1,6	0,38	0,15	0,025	0,025	3,74	3,78	3,82	3,78	3,86
7	1,6	0,42	0,24	0,025	0,025	4,53	4,48	4,54	4,52	4,58
8	1,6	0,46	0,21	0,025	0,025	5,04	5,14	5,12	5,10	5,14
9	1,7	0,34	0,21	0,025	0,025	2,44	2,51	2,48	2,48	2,54
10	1,7	0,38	0,24	0,025	0,025	3,08	3,15	3,13	3,12	3,08
11	1,7	0,42	0,15	0,025	0,025	3,78	3,92	3,88	3,86	3,75
12	1,7	0,46	0,18	0,025	0,025	4,46	4,55	4,56	4,52	4,6
13	1,8	0,34	0,24	0,025	0,025	4,87	5,01	4,94	4,94	5,00
14	1,8	0,38	0,21	0,025	0,025	5,42	5,50	5,48	5,46	5,38
15	1,8	0,42	0,18	0,025	0,025	5,87	5,96	5,93	5,92	5,84
16	1,8	0,46	0,15	0,025	0,033	6,42	6,37	6,46	6,42	6,48

Продолжение прил. II

14. Результаты полного факторного эксперимента по определению потерь маслосемян за жаткой П_ж от ширины навивки $H_{\text{внт}}$ и показателя кинематического режима λ при фиксированных параметрах $L_{\text{отс}} = 0,34$ м, $S_{\text{шсек}} = 0,025$ м и $S_{\text{ра}} = 0,025$ м (дугообразный отсекаТЕЛЬ)

№ п/п	λ	Длина отсекателя $L_{отс}$, м	Ширина витка навивки $S_{винт}$, м	Расстояние от края отсека- теля до шнека жатки, м	Расстояние от края отсека- теля до режущего аппарата $S_{ра}$, м	Потери семян (повторения)			Среднее	Расчетное
						%				
						I	II	III		
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5				%	%
1	1,5	0,34	0,15	0,025	0,025	3,46	3,57	3,52	3,52	3,56
2	1,5	0,34	0,18	0,025	0,025	4,16	4,27	4,23	4,22	4,16
3	1,5	0,34	0,21	0,025	0,025	4,98	5,1	5,08	5,05	4,92
4	1,5	0,34	0,24	0,025	0,025	6,18	6,07	6,1	6,12	5,98
5	1,6	0,34	0,15	0,025	0,025	3,12	3,18	3,16	3,15	3,12
6	1,6	0,34	0,18	0,025	0,025	3,82	4,2	3,85	3,96	3,82
7	1,6	0,34	0,21	0,025	0,025	4,37	4,46	4,44	4,42	4,56
8	1,6	0,34	0,24	0,025	0,025	4,86	4,77	4,82	4,82	4,78
9	1,7	0,34	0,15	0,025	0,025	2,44	2,51	2,48	2,48	2,54
10	1,7	0,34	0,18	0,025	0,025	3,08	3,12	2,98	3,05	3,12
11	1,7	0,34	0,21	0,025	0,025	3,68	3,76	3,73	3,72	3,75
12	1,7	0,34	0,24	0,025	0,025	4,51	4,60	4,58	4,56	4,62
13	1,8	0,34	0,15	0,025	0,025	4,87	5,01	4,94	4,94	5,00
14	1,8	0,34	0,18	0,025	0,025	5,02	5,12	5,11	5,08	5,16
15	1,8	0,34	0,21	0,025	0,025	5,23	5,30	5,28	5,27	5,32
16	1,8	0,34	0,24	0,025	0,033	5,58	5,45	5,48	5,50	5,52

Продолжение прил. II

15. Результаты полного факторного эксперимента по определению потерь маслосемян за жаткой $\Pi_{\text{ж}}$ от зазора между крайней точкой отсекаателя и шнеком жатки $S_{\text{шсек}}$ и показателя кинематического режима λ при фиксированных параметрах $L_{\text{отс}} = 0,34$ м, $H_{\text{внт}} = 0,25$ м и $S_{\text{ра}} = 0,025$ м (дугообразный отсекатель)

№ п/п	λ	Длина отсека- теля, $L_{отс}$, м	Ширина витка навивки $S_{винт}$, м	Расстояние от крайней точки от- секателя до шнека жатки $S_{шнек}$, м	Расстояние от край- ней точки отсека- теля до режущего ап- парата $S_{ра}$, м	Потери маслосемян (повторения)			Среднее	Расчетное	
						%					
						I	II	III			
	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5				%	%	
1	1,5	0,34	0,15	0,025	0,025		3,46	3,57	3,52	3,52	3,56
2	1,5	0,34	0,15	0,033	0,025		4,15	4,24	4,16	4,18	4,22
3	1,5	0,34	0,15	0,041	0,025		5,32	5,18	5,22	5,24	5,36
4	1,5	0,34	0,15	0,049	0,025		5,88	6,05	5,96	5,96	6,12
5	1,6	0,34	0,15	0,025	0,025		3,12	3,18	3,16	3,15	3,12
6	1,6	0,34	0,15	0,033	0,025		3,33	3,20	3,25	3,26	3,32
7	1,6	0,34	0,15	0,041	0,025		3,48	3,34	3,40	3,41	3,54
8	1,6	0,34	0,15	0,049	0,025		3,70	3,58	3,68	3,65	3,72
9	1,7	0,34	0,15	0,025	0,025		2,44	2,51	2,48	2,48	2,54
10	1,7	0,34	0,15	0,033	0,025		2,67	2,82	2,77	2,75	2,86
11	1,7	0,34	0,15	0,041	0,025		3,04	2,88	2,95	2,96	3,05
12	1,7	0,34	0,15	0,049	0,025		3,20	3,12	3,18	3,16	3,28
13	1,8	0,34	0,15	0,025	0,025		4,87	5,01	4,94	4,94	5,00
14	1,8	0,34	0,15	0,033	0,025		4,97	5,14	5,06	5,07	5,15
15	1,8	0,34	0,15	0,041	0,025		5,26	5,38	5,32	5,32	5,27
16	1,8	0,34	0,15	0,049	0,033		5,62	5,54	5,53	5,56	5,41

Окончание прил. II

16. Результаты полного факторного эксперимента по определению потерь маслосемян за жаткой $\Pi_{\text{ж}}$ от зазора между крайней точкой отсекаателя и плоскостью режущего аппарата $S_{\text{ра}}$ и показателя кинематического режима λ при фиксированных параметрах $L_{\text{отс}} = 0,14$ м, $H_{\text{выт}} = 0,15$ м и $S_{\text{шнек}} = 0,025$ м (дугообразный отсекаатель)

№ п/п	λ	Длина от- секаателя $L_{отс}$, м	Ширина витка навивки $S_{винт}$, м	Расстояние от края отсекаателя до шнека жатки $S_{шнек}$, м	Расстояние от края отсекаателя до режущего аппарата $S_{ра}$, м	Потери семян (повторения)			Среднее	Расчетное
						%				
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	I	II	III	%	%
1	1,5	0,34	0,15	0,025	0,025	3,46	3,57	3,52	3,52	3,56
2	1,5	0,34	0,15	0,025	0,033	3,88	4,05	3,95	3,96	4,05
3	1,5	0,34	0,15	0,025	0,041	6,08	6,18	6,16	6,14	6,25
4	1,5	0,34	0,15	0,025	0,049	7,22	7,36	7,26	7,28	7,41
5	1,6	0,34	0,15	0,025	0,025	3,12	3,18	3,16	3,15	3,12
6	1,6	0,34	0,15	0,025	0,033	3,76	3,82	3,75	3,78	3,85
7	1,6	0,34	0,15	0,025	0,041	4,38	4,55	4,46	4,46	4,52
8	1,6	0,34	0,15	0,025	0,049	5,66	5,76	5,74	5,72	5,78
9	1,7	0,34	0,15	0,025	0,025	2,44	2,51	2,48	2,48	2,54
10	1,7	0,34	0,15	0,025	0,033	2,88	3,06	2,95	2,96	3,06
11	1,7	0,34	0,15	0,025	0,041	3,78	3,56	3,60	3,65	3,72
12	1,7	0,34	0,15	0,025	0,049	5,28	5,27	5,42	5,32	5,41
13	1,8	0,34	0,15	0,025	0,025	4,87	5,01	4,94	4,94	5,00
14	1,8	0,34	0,15	0,025	0,033	5,34	5,25	5,36	5,32	5,42
15	1,8	0,34	0,15	0,025	0,041	5,91	5,76	5,84	5,84	5,96
16	1,8	0,34	0,15	0,025	0,049	6,37	6,34	6,30	6,34	6,5

**Результаты полного факторного эксперимента по определению
повреждаемости маслосемян молотильным аппаратом
при фиксированном значении $n_6 = 200 \text{ мин}^{-1}$**

№ п/п	Подача q , кг/с	Ширина канавки бича B_k , м	Повреждаемость маслосемян (повторения)			Среднее	Расчетное
	x_1	x_2	%			%	%
			I	II	III	y	$\bar{y}$
1	4	6	2,54	2,72	2,63	2,63	2,65
2	6	6	1,52	1,65	1,56	1,58	1,48
3	8	6	0,68	0,60	0,64	0,63	0,66
4	10	6	0,54	0,57	0,52	0,55	0,46
5	4	8	2,08	2,16	2,18	2,14	2,1
6	6	8	1,26	1,18	1,23	1,2	0,98
7	8	8	0,40	0,36	0,37	0,38	0,42
8	10	8	0,43	0,46	0,52	0,47	0,46
9	4	10	1,65	1,58	1,60	1,6	1,45
10	6	10	0,84	0,81	0,78	0,81	0,75
11	8	10	0,19	0,22	0,18	0,24	0,2
12	10	10	0,38	0,44	0,41	0,41	0,42
13	4	12	3,42	3,35	3,36	3,38	2,42
14	6	12	1,42	1,38	1,41	1,40	1,36
15	8	12	0,56	0,48	0,51	0,52	0,57
16	10	12	0,58	0,50	0,57	0,55	0,52

**Результаты полного факторного эксперимента по определению
повреждаемости маслосемян молотильным аппаратом
при фиксированном значении $n_6 = 300 \text{ мин}^{-1}$**

№ п/п	Подача q , кг/с	Ширина канавки бича B_k , м	Повреждаемость маслосемян (повторения)			Среднее	Расчетное
	x_1	x_2	%			%	%
			I	II	III	y	$\bar{y}$
1	4	6	2,96	2,88	2,93	2,92	2,94
2	6	6	1,88	1,78	1,87	1,85	1,83
3	8	6	1,08	1,16	1,12	1,12	1,14
4	10	6	1,07	1,16	1,08	1,1	1,05
5	4	8	2,38	2,32	2,36	2,35	2,35
6	6	8	1,21	1,25	1,26	1,24	1,22
7	8	8	0,58	0,67	0,65	0,63	0,65
8	10	8	0,71	0,76	0,75	0,74	0,73
9	4	10	1,73	1,69	1,75	1,72	1,74
10	6	10	1,18	1,14	1,12	1,15	1,12
11	8	10	0,53	0,56	0,60	0,56	0,59
12	10	10	0,67	0,61	0,65	0,64	0,66
13	4	12	2,90	2,78	2,85	2,84	2,86
14	6	12	1,62	1,68	1,64	1,65	1,62
15	8	12	0,60	0,64	0,65	0,63	0,64
16	10	12	0,67	0,63	0,65	0,65	0,66

**Результаты полного факторного эксперимента по определению
повреждаемости маслосемян молотильным аппаратом
при фиксированном значении $n_6 = 400 \text{ мин}^{-1}$**

№ п/п	Подача q , кг/с	Ширина канавки бича B_k , м	Повреждаемость маслосемян (повторения)			Среднее	Расчетное
	x_1	x_2	%			%	%
			I	II	III	y	$\bar{y}$
1	4	6	3,08	3,14	3,15	3,12	3,16
2	6	6	1,80	1,87	1,85	1,84	1,89
3	8	6	1,26	1,22	1,30	1,26	1,29
4	10	6	0,98	1,03	1,05	1,02	1,04
5	4	8	2,47	2,37	2,42	2,42	2,38
6	6	8	1,48	1,41	1,43	1,44	1,40
7	8	8	0,83	0,74	0,78	0,78	0,82
8	10	8	0,68	0,75	0,73	0,72	0,73
9	4	10	1,83	1,86	1,78	1,82	1,85
10	6	10	1,16	1,21	1,21	1,19	1,22
11	8	10	0,74	0,82	0,79	0,78	0,80
12	10	10	0,86	0,79	0,82	0,82	0,86
13	4	12	2,86	2,85	2,82	2,84	2,85
14	6	12	1,72	1,77	1,76	1,75	1,65
15	8	12	0,82	0,86	0,84	0,84	0,76
16	10	12	0,68	0,75	0,72	0,72	0,68

**Результаты полного факторного эксперимента по определению
повреждаемости маслосемян молотильным аппаратом
при фиксированном значении $n_6 = 500 \text{ мин}^{-1}$**

№ п/п	Подача q , кг/с	Ширина канавки бича B_k , м	Повреждаемость маслосемян (повторения)			Среднее	Расчетное
	x_1	x_2	%			%	%
			I	II	III	y	$\bar{y}$
1	4	6	3,47	3,54	3,55	3,52	3,54
2	6	6	2,08	2,15	2,14	2,12	2,08
3	8	6	1,46	1,42	1,45	1,44	1,46
4	10	6	1,82	1,90	1,86	1,86	1,84
5	4	8	2,55	2,62	2,57	2,58	2,60
6	6	8	1,64	1,58	1,65	1,62	1,59
7	8	8	1,09	1,12	1,10	1,10	1,14
8	10	8	1,58	1,64	1,63	1,62	1,60
9	4	10	1,84	1,87	1,84	1,85	1,87
10	6	10	1,46	1,39	1,40	1,42	1,43
11	8	10	0,94	1,02	0,98	0,98	1,0
12	10	10	1,38	1,46	1,44	1,43	1,46
13	4	12	2,96	3,02	3,03	3,0	2,96
14	6	12	1,62	1,68	1,66	1,65	1,70
15	8	12	1,42	1,46	1,50	1,46	1,42
16	10	12	1,97	2,04	2,03	2,01	2,03

**Результаты экспериментальных исследований по определению содержания
сорных примесей в проходе вороха подсолнечника сорта Саратовский 20
через решето с регулируемыми отверстиями**

Исходные данные: $Q_1 = 12 \%$; $Q_3 = Q_1 - Q_2 = 12 - Q_2$.

Коэффициент смещения отверстий $\tau = 1$

№ опыта	Подача вороха подсолнечника q , кг/с	Скорость воздушного потока v_b , м/с	Ворох подсолнечника					Сорность в проходе Q_2 (y)			Среднее Q_2		Расчётное
			%			кг		%	%	%	%	кг	
	x_1	x_2	q_3	$q = q_2 + Q_2$	q_2	q_2	q_1	опыт № 1	опыт № 2	опыт № 3	y_{Q_2}	y	$\bar{y}$
1	1,5	1,5	1,5	91,1	86,5	1,2975	1,32	4,45	4,65	4,7	4,6	0,069	4,86
2	1,5	2,0	2,5	90,0	85,5	1,2825	1,32	4,4	4,55	4,55	4,5	0,0675	4,55
3	1,5	2,5	4,0	88,1	84,0	1,26	1,32	3,95	4,05	4,3	4,1	0,0615	4,15
4	1,5	3,0	5,0	86,97	83,0	1,245	1,32	3,8	3,96	4,15	3,97	0,05955	3,66
5	2,0	1,5	2,2	90,5	85,8	1,716	1,76	4,5	4,72	4,88	4,7	0,094	5,08
6	2,0	2,0	3,7	88,95	84,3	1,686	1,76	4,45	4,7	4,8	4,65	0,093	4,77
7	2,0	2,5	4,3	87,9	83,7	1,674	1,76	4,0	4,25	4,35	4,2	0,084	4,37
8	2,0	3,0	6,1	85,95	81,9	1,638	1,76	3,9	4,05	4,2	4,05	0,081	3,88
9	2,5	1,5	3,5	89,7	84,5	2,1125	2,2	5,0	5,23	5,37	5,2	0,13	5,89
10	2,5	2,0	5,5	87,5	82,5	2,0625	2,2	4,94	4,96	5,1	5,0	0,125	5,59
11	2,5	2,5	7,0	85,8	81,0	2,025	2,2	4,65	4,7	5,05	4,8	0,12	5,2
12	2,5	3,0	8,5	84,1	79,5	1,9875	2,2	4,55	4,55	4,7	4,6	0,115	4,73
13	3,0	1,5	6,0	88,5	82,0	2,46	2,64	6,3	6,7	6,5	6,5	0,195	6,64
14	3,0	2,0	7,7	86,5	80,3	2,409	2,64	6,05	6,15	6,4	6,2	0,186	6,34
15	3,0	2,5	9,0	84,6	79,0	2,37	2,64	5,5	5,45	5,85	5,6	0,168	5,97
16	3,0	3,0	11,0	82,2	77,0	2,31	2,64	5,15	5,02	5,43	5,2	0,156	5,51

Коэффициент смещения отверстий $\tau = 0,85$

№ опыта	Подача вороха подсолнечника q , кг/с	Скорость воздушного потока v_b , м/с	Ворох подсолнечника					Сорность в проходе Q_2 (y)			Среднее Q_2		Расчётное
			%			кг		%	%	%	%	кг	
	x_1	x_2	q_3	$q = q_2 + Q_2$	q_2	q_2	q_1	опыт № 1	опыт № 2	опыт № 3	y_{Q_2}	y	$\bar{y}$
1	1,5	1,5	3,0	89,2	85,0	1,275	1,32	3,8	4,4	4,4	4,2	0,063	4,23
2	1,5	2,0	4,2	87,6	83,8	1,257	1,32	3,5	3,85	4,05	3,8	0,057	3,91
3	1,5	2,5	5,5	85,9	82,5	1,2375	1,32	3,1	3,45	3,65	3,4	0,051	3,5
4	1,5	3,0	7,0	83,7	81,0	1,215	1,32	2,55	2,4	3,15	2,7	0,0405	3,01
5	2,0	1,5	3,3	89,0	84,7	1,694	1,76	4,1	4,25	4,55	4,3	0,086	4,41
6	2,0	2,0	5,5	86,4	82,5	1,65	1,76	3,7	3,8	4,2	3,9	0,078	4,09
7	2,0	2,5	6,8	84,8	81,2	1,624	1,76	3,3	3,75	3,75	3,6	0,072	3,69
8	2,0	3,0	7,5	83,5	80,5	1,61	1,76	2,85	2,95	3,2	3,0	0,06	3,19
9	2,5	1,5	5,0	87,6	83,0	2,075	2,2	4,5	4,47	4,83	4,6	0,115	4,69
10	2,5	2,0	7,4	84,7	80,6	2,015	2,2	3,91	4,09	4,3	4,1	0,1025	4,39
11	2,5	2,5	8,5	83,2	79,5	1,9875	2,2	3,63	3,62	3,85	3,7	0,0925	4,0
12	2,5	3,0	10,0	81,4	78,0	1,95	2,2	3,0	3,6	3,6	3,4	0,085	3,52
13	3,0	1,5	7,0	85,9	81,0	2,43	2,64	4,8	4,75	5,15	4,9	0,147	5,28
14	3,0	2,0	8,6	83,95	79,4	2,382	2,64	4,4	4,52	4,73	4,55	0,1365	4,99
15	3,0	2,5	10,0	82,3	78,0	2,34	2,64	4,0	4,4	4,5	4,3	0,129	4,61
16	3,0	3,0	11,5	80,65	76,5	2,295	2,64	3,9	4,22	4,33	4,15	0,1245	4,14

Коэффициент смещения отверстий $\tau = 0,7$

№ опыта	Подача вороха подсолнечника q , кг/с	Скорость воздушного потока v_b , м/с	Ворох подсолнечника					Сорность в проходе Q_2 (y)			Среднее Q_2		Расчётное
			%			кг		%	%	%	%	кг	
	x_1	x_2	q_3	$q = q_2 + Q_2$	q_2	q_2	q_1	опыт № 1	опыт № 2	опыт № 3	y_{Q_2}	y	$\bar{y}$
1	1,5	1,5	4,0	88,1	84	1,26	1,32	3,85	4,25	4,2	4,1	0,0615	3,54
2	1,5	2,0	5,9	85,5	82,1	1,2315	1,32	3,05	3,6	3,55	3,4	0,051	3,22
3	1,5	2,5	7,0	83,8	81,0	1,215	1,32	2,6	2,7	3,1	2,8	0,042	2,8
4	1,5	3,0	9,0	81,3	79,0	1,185	1,32	2,1	2,35	2,45	2,3	0,0345	2,3
5	2,0	1,5	5,5	86,75	82,5	1,65	1,76	4,2	4,05	4,5	4,25	0,085	3,72
6	2,0	2,0	7,3	84,25	80,7	1,614	1,76	3,3	3,65	3,7	3,55	0,071	3,4
7	2,0	2,5	9,1	81,86	78,9	1,578	1,76	2,7	2,98	3,2	2,96	0,0592	2,99
8	2,0	3,0	10,3	80,3	77,7	1,554	1,76	2,5	2,43	2,87	2,6	0,052	2,48
9	2,5	1,5	6,2	86,25	81,8	2,045	2,2	4,35	4,3	4,7	4,45	0,11125	3,79
10	2,5	2,0	9,4	82,5	78,6	1,965	2,2	3,6	4,1	4,0	3,9	0,0975	3,48
11	2,5	2,5	11,0	80,6	77,0	1,925	2,2	3,5	3,43	3,87	3,6	0,09	3,08
12	2,5	3,0	12,5	78,6	75,5	1,8875	2,2	3,0	3,05	3,25	3,1	0,0775	2,59
13	3,0	1,5	8,0	84,6	80,0	2,4	2,64	4,4	4,6	4,8	4,6	0,138	4,01
14	3,0	2,0	12,1	80,2	75,9	2,277	2,64	4,15	4,25	4,5	4,3	0,129	3,71
15	3,0	2,5	13,5	78,5	74,5	2,235	2,64	3,9	3,74	4,36	4,0	0,12	3,33
16	3,0	3,0	15,0	76,5	73,0	2,19	2,64	3,42	3,48	3,6	3,5	0,105	2,85

Коэффициент смещения отверстий $\tau = 0,58$

№ опыта	Подача вороха подсолнечника q , кг/с	Скорость воздушного потока v_b , м/с	Ворох подсолнечника					Сорность в проходе Q_2 (y)			Среднее Q_2		Расчётное
			%			кг		%	%	%	%	кг	
	x_1	x_2	q_3	$q = q_2 + Q_2$	q_2	q_2	q_1	опыт № 1	опыт № 2	опыт № 3	y_{Q_2}	y	$\bar{y}$
1	1,5	1,5	5,5	85,2	82,5	1,2375	1,32	2,55	2,75	2,8	2,7	0,0405	2,76
2	1,5	2,0	7,0	83,5	81,0	1,215	1,32	2,2	2,53	2,77	2,5	0,0375	2,42
3	1,5	2,5	8,5	81,7	79,5	1,1925	1,32	2,0	2,3	2,3	2,2	0,033	1,99
4	1,5	3,0	10,4	79,5	77,6	1,164	1,32	1,56	2,04	2,1	1,9	0,0285	1,67
5	2,0	1,5	7,0	83,95	81,0	1,62	1,76	2,6	2,9	3,35	2,95	0,059	2,94
6	2,0	2,0	9,0	81,7	79,0	1,58	1,76	2,4	2,58	3,12	2,7	0,054	2,61
7	2,0	2,5	10,5	79,85	77,5	1,55	1,76	2,05	2,4	2,6	2,35	0,047	2,18
8	2,0	3,0	11,5	78,55	76,5	1,53	1,76	1,7	2,0	2,45	2,05	0,041	1,86
9	2,5	1,5	8,0	83,15	80,0	2,0	2,2	2,9	3,05	3,5	3,15	0,07875	3,04
10	2,5	2,0	9,6	81,2	78,4	1,96	2,2	2,7	2,82	2,88	2,8	0,07	2,72
11	2,5	2,5	11,0	79,5	77,0	1,925	2,2	2,35	2,55	2,6	2,5	0,0625	2,3
12	2,5	3,0	12,5	77,7	75,5	1,8875	2,2	1,9	2,2	2,5	2,2	0,055	1,99
13	3,0	1,5	14,0	77,5	74,0	2,22	2,64	3,1	3,7	3,7	3,5	0,105	3,12
14	3,0	2,0	16,0	75,1	72,0	2,16	2,64	2,88	3,02	3,4	3,1	0,093	2,81
15	3,0	2,5	17,5	73,2	70,5	2,115	2,64	2,45	2,65	3,0	2,7	0,081	2,41
16	3,0	3,0	19,0	71,45	69,0	2,07	2,64	2,37	1,37	3,61	2,45	0,0735	2,1

**Результаты экспериментальных исследований по определению содержания
сорных примесей в проходе вороха подсолнечника сорта Лакомка
через решето с регулируемыми отверстиями**

Исходные данные: $Q_1 = 12\%$; $Q_3 = Q_1 - Q_2 = 12 - Q_2$

Коэффициент смещения отверстий $\tau = 1$

№ опыта	Подача вороха подсолнечника q , кг/с	Скорость воздушного потока v_b , м/с	Ворох подсолнечника					Сорность в проходе Q_2 (y)			Среднее Q_2		Расчётное
			%			кг		%	%	%	%	кг	
	x_1	x_2	q_3	$q = q_2 + Q_2$	q_2	q_2	q_1	опыт № 1	опыт № 2	опыт № 3	y_{Q_2}	y	$\bar{y}$
1	1,5	1,5	2,0	90,4	86	1,29	1,32	4,2	4,45	4,55	4,4	0,066	4,82
2	1,5	2,0	3,0	89,33	85	1,275	1,32	4,1	4,44	4,45	4,33	0,06495	4,50
3	1,5	2,5	4,5	87,4	83,5	1,2525	1,32	3,75	3,85	4,1	3,9	0,0585	4,10
4	1,5	3,0	6,2	85,56	81,8	1,227	1,32	3,5	3,87	3,91	3,76	0,0564	3,61
5	2,0	1,5	2,9	89,6	85,1	1,702	1,76	4,25	4,65	4,6	4,5	0,09	5,03
6	2,0	2,0	4,7	87,65	83,3	1,667	1,76	4,1	4,5	4,45	4,35	0,087	4,72
7	2,0	2,5	5,3	86,7	82,7	1,654	1,76	3,8	4,05	4,15	4,0	0,08	4,32
8	2,0	3,0	7,0	84,91	81,0	1,62	1,76	3,75	3,88	4,1	3,91	0,0782	3,83
9	2,5	1,5	4,0	89,0	84,0	2,1	2,2	4,9	4,7	5,4	5,0	0,125	5,84
10	2,5	2,0	6,4	86,43	81,6	2,04	2,2	4,54	4,85	5,1	4,83	0,12075	5,54
11	2,5	2,5	8,0	84,6	80,0	2,0	2,2	4,4	4,65	4,75	4,6	0,115	5,15
12	2,5	3,0	10,0	82,5	78,0	1,95	2,2	4,3	4,6	4,6	4,5	0,1125	4,68
13	3,0	1,5	6,5	87,93	81,5	2,445	2,64	6,3	6,09	6,9	6,43	0,1929	6,59
14	3,0	2,0	8,7	85,27	79,3	2,379	2,64	5,7	6,06	6,15	5,97	0,1791	6,30
15	3,0	2,5	10,0	83,3	78,0	2,34	2,64	5,05	5,35	5,5	5,3	0,159	5,92
16	3,0	3,0	11,5	81,65	76,5	2,295	2,64	4,85	5,2	5,4	5,15	0,1545	5,47

Коэффициент смещения отверстий $\tau = 0,85$

№ опыта	Подача вороха подсолнечника q , кг/с	Скорость воздушного потока v_B , м/с	Ворох подсолнечника					Сорность в про- ходе Q_2 (y)			Среднее Q_2		Расчётное
			%			кг		%	%	%	%	кг	
	x_1	x_2	q_3	$q = q_2 + Q_2$	q_2	q_2	q_1	опыт № 1	опыт № 2	опыт № 3	y_{Q_2}	y	$\bar{y}$
1	1,5	1,5	3,5	88,25	84,5	1,2675	1,32	3,6	3,81	3,84	3,75	0,05625	4,19
2	1,5	2,0	4,8	86,5	83,2	1,248	1,32	3,05	3,45	3,4	3,3	0,0495	3,87
3	1,5	2,5	6,2	84,7	81,8	1,227	1,32	2,75	2,85	3,1	2,9	0,0435	3,46
4	1,5	3,0	7,3	83,13	80,7	1,2105	1,32	2,3	2,47	2,52	2,43	0,03645	2,97
5	2,0	1,5	4,3	87,5	83,7	1,674	1,76	3,55	3,95	3,9	3,8	0,076	4,37
6	2,0	2,0	6,0	85,43	82,0	1,64	1,76	3,4	3,24	3,65	3,43	0,0686	4,05
7	2,0	2,5	7,5	83,6	80,5	1,61	1,76	3,0	2,9	3,4	3,1	0,062	3,65
8	2,0	3,0	8,5	82,07	79,5	1,59	1,76	2,4	2,71	2,6	2,57	0,0514	3,15
9	2,5	1,5	6,0	85,95	82,0	2,05	2,2	3,85	3,8	4,2	3,95	0,09875	4,66
10	2,5	2,0	7,9	83,82	80,1	2,0025	2,2	3,5	3,83	3,83	3,72	0,093	4,35
11	2,5	2,5	9,0	82,58	79,0	1,975	2,2	3,3	3,74	3,7	3,58	0,0895	3,96
12	2,5	3,0	10,5	80,8	77,5	1,9375	2,2	2,98	3,57	3,35	3,3	0,0825	3,48
13	3,0	1,5	8,0	84,6	80,0	2,4	2,64	4,5	4,55	4,75	4,6	0,138	5,24
14	3,0	2,0	9,3	83,08	78,7	2,361	2,64	4,25	4,39	4,5	4,38	0,1314	4,95
15	3,0	2,5	11,0	81,22	77,0	2,31	2,64	4,0	4,26	4,4	4,22	0,1266	4,57
16	3,0	3,0	13,0	79,05	75,0	2,25	2,64	3,85	4,1	4,2	4,05	0,1215	4,11

Коэффициент смещения отверстий $\tau = 0,7$

№ опыта	Подача вороха подсолнечника q , кг/с	Скорость воздушного потока v_b , м/с	Ворох подсолнечника					Сорность в проходе Q_2 (y)			Среднее Q_2		Расчётное
			%			кг		%	%	%	%	кг	
	x_1	x_2	q_3	$q = q_2 + Q_2$	q_2	q_2	q_1	опыт № 1	опыт № 2	опыт № 3	y_{Q_2}	y	$\bar{y}$
1	1,5	1,5	5,0	86,6	83,0	1,245	1,32	3,5	3,55	3,75	3,6	0,054	3,5
2	1,5	2,0	6,1	85,1	81,9	1,2285	1,32	3,1	3,1	3,4	3,2	0,048	3,18
3	1,5	2,5	9,0	81,65	79,0	1,185	1,32	2,45	2,63	2,87	2,65	0,03975	2,77
4	1,5	3,0	10,0	80,24	78,0	1,17	1,32	2,1	2,27	2,35	2,24	0,0336	2,26
5	2,0	1,5	5,9	85,88	82,1	1,642	1,76	3,55	3,89	3,9	3,78	0,0756	3,69
6	2,0	2,0	7,6	83,68	80,4	1,608	1,76	3,05	3,34	3,45	3,28	0,0656	3,37
7	2,0	2,5	9,8	81,05	78,2	1,564	1,76	2,7	2,95	2,9	2,85	0,057	2,95
8	2,0	3,0	11,0	79,35	77,0	1,54	1,76	2,2	2,25	2,6	2,35	0,047	2,45
9	2,5	1,5	7,0	84,9	81,0	2,025	2,2	3,65	3,9	4,15	3,9	0,0975	3,76
10	2,5	2,0	10,4	81,1	77,6	1,94	2,2	3,3	3,6	3,6	3,50	0,0875	3,45
11	2,5	2,5	12,0	79,25	76,0	1,9	2,2	3,0	3,35	3,4	3,25	0,08125	3,05
12	2,5	3,0	14,0	76,82	74,0	1,85	2,2	2,73	2,69	3,04	2,82	0,0705	2,56
13	3,0	1,5	9,0	83,3	79,0	2,37	2,64	4,15	4,24	4,51	4,3	0,129	3,98
14	3,0	2,0	12,6	79,57	75,4	2,262	2,64	4,0	4,21	4,3	4,17	0,1251	3,68
15	3,0	2,5	14,0	77,86	74,0	2,22	2,64	3,7	3,78	4,1	3,86	0,1158	3,29
16	3,0	3,0	15,5	75,7	72,5	2,175	2,64	2,95	3,37	3,28	3,2	0,096	2,82

Коэффициент смещения отверстий $\tau = 0,58$

№ опыта	Подача вороха подсолнечника q , кг/с	Скорость воздушного потока v_B , м/с	Ворох подсолнечника					Сорность в проходе Q_2 (y)			Среднее Q_2		Расчётное
			%			кг		%	%	%	%	кг	
	x_1	x_2	q_3	$q = q_2 + Q_2$	q_2	q_2	q_1	опыт № 1	опыт № 2	опыт № 3	y_{Q_2}	y	$\bar{y}$
1	1,5	1,5	9,0	81,5	79,0	1,185	1,32	2,35	2,55	2,6	2,5	0,0375	2,73
2	1,5	2,0	10,1	80,1	77,9	1,1685	1,32	2,1	2,04	2,46	2,2	0,033	2,4
3	1,5	2,5	13,0	76,95	75,0	1,125	1,32	1,8	2,0	2,05	1,95	0,02925	1,97
4	1,5	3,0	14,0	75,5	74,0	1,11	1,32	1,4	1,45	1,65	1,5	0,0225	1,64
5	2,0	1,5	10,0	80,8	78,0	1,56	1,76	2,65	2,85	2,9	2,8	0,056	2,92
6	2,0	2,0	11,9	78,55	76,1	1,522	1,76	2,2	2,6	2,55	2,45	0,049	2,58
7	2,0	2,5	13,6	76,55	74,4	1,488	1,76	2,0	2,15	2,3	2,15	0,043	2,16
8	2,0	3,0	15,0	74,9	73,0	1,46	1,76	1,85	1,75	2,1	1,9	0,038	1,83
9	2,5	1,5	12,0	79,1	76,0	1,9	2,2	3,0	3,0	3,3	3,1	0,0775	3,01
10	2,5	2,0	14,9	75,8	73,1	1,8275	2,2	2,6	2,75	2,75	2,7	0,0675	2,69
11	2,5	2,5	16,0	74,4	72,0	1,8	2,2	2,05	2,64	2,51	2,4	0,06	2,28
12	2,5	3,0	17,5	72,66	70,5	1,7625	2,2	1,95	2,28	2,25	2,16	0,054	1,96
13	3,0	1,5	14,0	77,3	74,0	2,22	2,64	3,1	3,35	3,45	3,3	0,099	3,1
14	3,0	2,0	16,8	74,0	71,2	2,136	2,64	2,7	2,75	2,95	2,8	0,084	2,79
15	3,0	2,5	19,0	71,65	69,0	2,07	2,64	2,55	2,6	2,8	2,65	0,0795	2,38
16	3,0	3,0	21,0	69,4	67,0	2,01	2,64	2,4	2,17	2,63	2,4	0,072	2,08

**Результаты экспериментальных исследований по определению содержания
сорных примесей в ворохе подсолнечника сорта Донской
через решето с регулируемыми отверстиями**

Исходные данные: $Q_1 = 12 \%$; $Q_3 = Q_1 - Q_2 = 12 - Q_2$

Коэффициент смещения отверстий $\tau = 1$

№ опыта	Подача вороха подсолнечника q , кг/с	Скорость воздушного потока v_b , м/с	Ворох подсолнечника					Сорность в проходе Q_2 (y)			Среднее Q_2		Расчётное
			%			кг		%	%	%	%	кг	
	x_1	x_2	q_3	$q = q_2 + Q_2$	q_2	q_2	q_1	опыт № 1	опыт № 2	опыт № 3	y_{Q_2}	y	$\bar{y}$
1	1,5	1,5	0,5	92,3	87,5	1,3125	1,32	4,55	4,95	4,9	4,8	0,072	5,22
2	1,5	2,0	1,4	91,3	86,6	1,299	1,32	4,48	4,77	4,85	4,7	0,0705	4,91
3	1,5	2,5	2,6	89,6	85,4	1,281	1,32	3,95	4,25	4,4	4,2	0,063	4,51
4	1,5	3,0	3,5	88,6	84,5	1,2675	1,32	3,8	4,25	4,25	4,1	0,0615	4,02
5	2,0	1,5	1,5	91,4	86,5	1,73	1,76	4,75	4,75	5,2	4,9	0,098	5,44
6	2,0	2,0	3,0	89,8	85,0	1,7	1,76	4,5	4,85	5,05	4,8	0,096	5,13
7	2,0	2,5	3,5	88,9	84,5	1,69	1,76	4,1	4,55	4,55	4,4	0,088	4,72
8	2,0	3,0	5,0	87,2	83,0	1,66	1,76	3,9	4,35	4,35	4,2	0,084	4,24
9	2,5	1,5	2,5	90,9	85,5	2,1375	2,2	5,15	5,35	5,7	5,4	0,135	6,23
10	2,5	2,0	4,0	89,65	84,0	2,1	2,2	5,45	5,6	5,9	5,65	0,14125	5,93
11	2,5	2,5	5,5	87,5	82,5	2,0625	2,2	4,85	4,65	5,5	5,0	0,125	5,55
12	2,5	3,0	6,5	86,35	81,5	2,0375	2,2	4,7	4,75	5,1	4,85	0,12125	5,07
13	3,0	1,5	4,5	90,4	83,5	2,505	2,64	6,55	6,85	7,3	6,9	0,207	6,97
14	3,0	2,0	6,0	88,5	82,0	2,46	2,64	6,2	6,4	6,9	6,5	0,195	6,68
15	3,0	2,5	8,0	85,8	80,0	2,4	2,64	5,65	5,55	6,2	5,8	0,174	6,3
16	3,0	3,0	9,0	84,4	79,0	2,37	2,64	5,2	5,35	5,65	5,4	0,162	5,84

Коэффициент смещения отверстий $\tau = 0,85$

№ опыта	Подача вороха подсолнечника q , кг/с	Скорость воздушного потока v_b , м/с	Ворох подсолнечника					Сорность в проходе Q_2 (y)			Среднее Q_2		Расчётное
			%			кг		%	%	%	%	кг	
	x_1	x_2	q_3	$q = q_2 + Q_2$	q_2	q_2	q_1	опыт № 1	опыт № 2	опыт № 3	y_{Q_2}	y	$\bar{y}$
1	1,5	1,5	2,0	90,4	86,0	1,29	1,32	4,1	4,45	4,65	4,4	0,066	4,54
2	1,5	2,0	3,4	88,3	84,6	1,269	1,32	3,55	3,5	4,05	3,7	0,0555	4,22
3	1,5	2,5	4,5	86,9	83,5	1,2525	1,32	3,2	3,5	3,5	3,4	0,051	3,81
4	1,5	3,0	6,0	84,9	82,0	1,23	1,32	2,7	2,95	3,05	2,9	0,0435	3,32
5	2,0	1,5	3,0	89,5	85,0	1,7	1,76	4,25	4,55	4,7	4,5	0,09	4,72
6	2,0	2,0	4,0	87,95	84,0	1,68	1,76	3,6	4,05	4,2	3,95	0,079	4,4
7	2,0	2,5	5,7	86,1	82,3	1,646	1,76	3,5	3,85	4,05	3,8	0,076	3,99
8	2,0	3,0	7,0	84,2	81,0	1,62	1,76	2,9	3,3	3,4	3,2	0,064	3,5
9	2,5	1,5	4,0	88,6	84,0	2,1	2,2	4,5	4,5	4,8	4,6	0,115	4,99
10	2,5	2,0	5,7	86,45	82,3	2,0575	2,2	3,95	4,1	4,4	4,15	0,10375	4,69
11	2,5	2,5	7,3	84,6	80,7	2,0175	2,2	3,7	3,9	4,1	3,9	0,0975	4,3
12	2,5	3,0	8,5	83,2	79,5	1,9875	2,2	3,45	3,75	3,9	3,7	0,0925	3,82
13	3,0	1,5	6,0	87,3	82,0	2,46	2,64	5,2	5,1	5,6	5,3	0,159	5,57
14	3,0	2,0	7,2	85,5	80,8	2,424	2,64	4,55	4,58	4,97	4,7	0,141	5,28
15	3,0	2,5	8,5	83,9	79,5	2,385	2,64	4,3	4,1	4,8	4,4	0,132	4,9
16	3,0	3,0	10,3	81,9	77,7	2,331	2,64	3,9	4,35	4,35	4,2	0,126	4,43

Коэффициент смещения отверстий $\tau = 0,7$

№ опыта	Подача вороха подсолнечника q , кг/с	Скорость воздушного потока v_b , м/с	Ворох подсолнечника					Сорность в проходе Q_2 (y)			Среднее Q_2		Расчётное
			%			кг		%	%	%	%	кг	
	x_1	x_2	q_3	$q = q_2 + Q_2$	q_2	q_2	q_1	опыт № 1	опыт № 2	опыт № 3	y_{Q_2}	y	$\bar{y}$
1	1,5	1,5	2,7	89,5	85,3	1,2795	1,32	3,9	4,35	4,35	4,2	0,063	3,79
2	1,5	2,0	4,6	87,0	83,4	1,251	1,32	3,5	3,25	4,05	3,6	0,054	3,47
3	1,5	2,5	6,0	84,9	82,0	1,23	1,32	2,7	2,7	3,3	2,9	0,0435	3,06
4	1,5	3,0	7,5	82,95	80,5	1,2075	1,32	2,1	2,65	2,6	2,45	0,03675	2,55
5	2,0	1,5	4,0	88,5	84,0	1,68	1,76	4,35	4,55	4,6	4,5	0,09	3,98
6	2,0	2,0	6,0	85,75	82,0	1,64	1,76	3,5	3,85	3,9	3,75	0,075	3,65
7	2,0	2,5	7,2	83,7	80,8	1,616	1,76	2,65	2,75	3,3	2,9	0,058	3,24
8	2,0	3,0	8,8	81,95	79,2	1,584	1,76	2,5	2,65	3,1	2,75	0,055	2,74
9	2,5	1,5	5,0	87,6	83,0	2,075	2,2	4,15	4,75	4,9	4,6	0,115	4,04
10	2,5	2,0	7,7	84,4	80,3	2,0075	2,2	4,0	4,0	4,3	4,1	0,1025	3,73
11	2,5	2,5	9,0	82,75	79,0	1,975	2,2	3,6	3,7	3,95	3,75	0,09375	3,33
12	2,5	3,0	10,6	80,7	77,4	1,935	2,2	3,0	3,35	3,55	3,3	0,0825	2,84
13	3,0	1,5	6,8	86,2	81,2	2,436	2,64	4,8	4,8	5,4	5,0	0,15	4,25
14	3,0	2,0	10,6	82,0	77,4	2,322	2,64	4,15	4,85	4,8	4,6	0,138	3,95
15	3,0	2,5	12,0	80,25	76,0	2,28	2,64	3,8	4,55	4,4	4,25	0,1275	3,56
16	3,0	3,0	13,6	78,1	74,4	2,232	2,64	3,6	3,55	3,95	3,7	0,111	3,09

Коэффициент смещения отверстий $\tau = 0,58$

№ опыта	Подача вороха подсолнечника q , кг/с	Скорость воздушного потока v_b , м/с	Ворох подсолнечника					Сорность в проходе Q_2 (y)			Среднее Q_2		Расчётное
			%			кг		%	%	%	%	кг	
	x_1	x_2	q_3	$q = q_2 + Q_2$	q_2	q_2	q_1	опыт № 1	опыт № 2	опыт № 3	y_{Q_2}	y	$\bar{y}$
1	1,5	1,5	4,6	86,3	83,4	1,251	1,32	2,65	2,95	3,1	2,9	0,0435	2,95
2	1,5	2,0	6,0	84,4	82,0	1,23	1,32	2,1	2,45	2,65	2,4	0,036	2,62
3	1,5	2,5	6,8	83,3	81,2	1,218	1,32	1,7	2,25	2,35	2,1	0,0315	2,19
4	1,5	3,0	8,0	81,6	80,0	1,2	1,32	1,25	1,65	1,9	1,6	0,024	1,86
5	2,0	1,5	5,6	85,6	82,4	1,648	1,76	2,8	3,4	3,4	3,2	0,064	3,13
6	2,0	2,0	8,0	82,65	80,0	1,6	1,76	2,45	2,7	2,8	2,65	0,053	2,8
7	2,0	2,5	9,2	81,1	78,8	1,576	1,76	1,95	2,45	2,5	2,3	0,046	2,37
8	2,0	3,0	10,6	79,4	77,4	1,548	1,76	1,7	2,1	2,2	2,0	0,04	2,05
9	2,5	1,5	7,0	84,4	81,0	2,025	2,2	3,25	3,15	3,8	3,4	0,085	3,22
10	2,5	2,0	8,2	82,7	79,8	1,995	2,2	2,75	2,95	3,0	2,9	0,0725	2,9
11	2,5	2,5	9,6	80,9	78,4	1,96	2,2	2,4	2,3	2,8	2,5	0,0625	2,49
12	2,5	3,0	11,3	78,95	76,7	1,9175	2,2	2,0	2,35	2,4	2,25	0,05625	2,17
13	3,0	1,5	12,8	78,65	75,2	2,256	2,64	3,3	3,3	3,75	3,45	0,1035	3,3
14	3,0	2,0	14,5	76,4	73,5	2,205	2,64	2,8	2,85	3,05	2,9	0,087	2,99
15	3,0	2,5	16,0	74,8	72,0	2,16	2,64	2,45	2,8	3,15	2,8	0,084	2,59
16	3,0	3,0	17,4	73,15	70,6	2,118	2,64	2,5	2,45	2,7	2,55	0,0765	2,28

**Результаты экспериментальных исследований по определению содержания
схода с решета семян подсолнечника сорта Лакомка**

Исходные данные: $Q_1 = 12 \%$; $Q_3 = Q_1 - Q_2 = 12 - Q_2$

Коэффициент смещения отверстий $\tau = 1$

№ опыта	Подача вороха подсол- нечника q , кг/с	Скорость воздушного потока v_B , м/с	Сход с решета q_3 , %			Среднее q_3 , %	Расчетное, %
	x_1	x_2	опыт № 1	опыт № 2	опыт № 3	y	$\bar{y}$
1	1,5	1,5	1,8	1,7	2,5	2,0	2,0
2	1,5	2,0	2,9	2,9	3,2	3,0	3,07
3	1,5	2,5	4,4	4,2	4,9	4,5	4,43
4	1,5	3,0	6,0	6,1	6,5	6,2	6,29
5	2,0	1,5	3,1	3,1	2,5	2,9	3,0
6	2,0	2,0	4,5	4,6	5,0	4,7	4,4
7	2,0	2,5	5,1	5,1	5,7	5,3	5,62
8	2,0	3,0	6,8	6,8	7,4	7,0	6,95
9	2,5	1,5	3,7	4,1	4,2	4,0	4,05
10	2,5	2,0	6,2	6,1	6,9	6,4	6,3
11	2,5	2,5	7,9	7,6	8,5	8,0	8,12
12	2,5	3,0	10,5	9,7	9,8	10,0	9,95
13	3,0	1,5	6,2	6,7	6,6	6,5	6,55
14	3,0	2,0	8,4	8,7	9,0	8,7	8,6
15	3,0	2,5	10,1	9,2	10,7	10,0	10,14
16	3,0	3,0	11,3	11,4	11,8	11,5	11,16

**Результаты экспериментальных исследований по определению содержания
схода с решета семян подсолнечника сорта Лакомка**

Исходные данные: $Q_1 = 12\%$; $Q_3 = Q_1 - Q_2 = 12 - Q_2$

Коэффициент смещения отверстий $\tau = 0,85$

№ опыта	Подача вороха подсол- нечника q , кг/с	Скорость воздушного потока, v_b , м/с	Сход с решета q_3 , %			Среднее q_3 , %	Расчетное, %
	x_1	x_2	опыт № 1	опыт № 2	опыт № 3	y	$\bar{y}$
1	1,5	1,5	3,3	3,6	3,6	3,5	3,51
2	1,5	2,0	4,5	4,9	5,0	4,8	4,9
3	1,5	2,5	6,1	5,8	6,7	6,2	6,3
4	1,5	3,0	7,2	7,2	7,5	7,3	7,32
5	2,0	1,5	4,3	4,1	4,5	4,3	4,31
6	2,0	2,0	6,2	5,9	5,9	6,0	6,05
7	2,0	2,5	7,1	7,6	7,8	7,5	7,45
8	2,0	3,0	8,2	8,5	8,8	8,5	8,6
9	2,5	1,5	5,9	5,7	6,4	6,0	6,07
10	2,5	2,0	7,5	8,0	8,2	7,9	7,76
11	2,5	2,5	8,6	9,2	9,2	9,0	9,14
12	2,5	3,0	10,4	10,2	10,9	10,5	10,4
13	3,0	1,5	7,7	7,8	8,5	8,0	8,0
14	3,0	2,0	9,2	9,2	9,5	9,3	9,32
15	3,0	2,5	11,1	11,4	10,5	11,0	10,97
16	3,0	3,0	12,8	12,6	13,6	13,0	13,05

**Результаты экспериментальных исследований по определению содержания
схода с решета семян подсолнечника сорта Лакомка**

Исходные данные: $Q_1 = 12\%$; $Q_3 = Q_1 - Q_2 = 12 - Q_2$

Коэффициент смещения отверстий $\tau = 0,7$

№ опыта	Подача вороха подсол- нечника q , кг/с	Скорость воздушного потока, v_b , м/с	Сход с решета q_3 , %			Среднее q_3 , %	Расчетное, %
	x_1	x_2	опыт № 1	опыт № 2	опыт № 3	y	$\bar{y}$
1	1,5	1,5	4,9	4,9	5,2	5,0	4,85
2	1,5	2,0	6,0	5,8	6,5	6,1	6,6
3	1,5	2,5	8,8	8,5	9,7	9,0	8,5
4	1,5	3,0	9,9	9,9	10,2	10,0	10,15
5	2,0	1,5	5,5	6,1	6,1	5,9	5,88
6	2,0	2,0	7,7	7,8	7,3	7,6	7,8
7	2,0	2,5	9,5	9,8	10,1	9,8	9,64
8	2,0	3,0	10,8	10,6	11,6	11,0	11,12
9	2,5	1,5	6,8	7,1	7,1	7,0	7,09
10	2,5	2,0	10,3	10,0	10,9	10,4	10,17
11	2,5	2,5	11,8	11,7	12,5	12,0	12,14
12	2,5	3,0	13,6	14,1	14,3	14,0	13,9
13	3,0	1,5	9,1	9,1	8,8	9,0	9,1
14	3,0	2,0	12,5	12,4	12,9	12,6	12,3
15	3,0	2,5	13,6	14,0	14,4	14,0	14,31
16	3,0	3,0	15,3	15,4	15,8	15,5	15,4

**Результаты экспериментальных исследований по определению содержания
схода с решета семян подсолнечника сорта Лакомка**

Исходные данные: $Q_1 = 12\%$; $Q_3 = Q_1 - Q_2 = 12 - Q_2$

Коэффициент смещения отверстий $\tau = 0,58$

№ опыта	Подача вороха подсол- нечника q , кг/с	Скорость воздушного потока v_b , м/с	Сход с решета q_3 , %			Среднее q_3 , %	Расчетное, %
	x_1	x_2	опыт № 1	опыт № 2	опыт № 3	y	$\bar{y}$
1	1,5	1,5	8,9	8,9	9,2	9,0	8,87
2	1,5	2,0	10,0	9,9	10,4	10,1	10,62
3	1,5	2,5	13,3	12,8	12,9	13,0	12,51
4	1,5	3,0	13,7	13,8	14,5	14,0	14,14
5	2,0	1,5	9,8	9,9	10,3	10,0	10,04
6	2,0	2,0	11,5	11,6	12,6	11,9	12,0
7	2,0	2,5	13,4	13,5	13,9	13,6	13,7
8	2,0	3,0	15,0	15,2	14,8	15,0	15,05
9	2,5	1,5	11,8	11,9	12,3	12,0	12,15
10	2,5	2,0	14,6	15,0	15,1	14,9	14,7
11	2,5	2,5	15,9	15,6	16,5	16,0	16,4
12	2,5	3,0	17,4	17,3	17,8	17,5	17,36
13	3,0	1,5	14,2	14,1	13,7	14,0	13,98
14	3,0	2,0	16,6	16,5	17,3	16,8	16,77
15	3,0	2,5	18,8	19,1	19,1	19,0	19,0
16	3,0	3,0	20,9	20,3	21,8	21,0	20,99



Концерн Тракторные заводы
ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
Красноярский проектно-конструкторский технологический
институт (ПКТИ) комбайностроения



ПРОТОКОЛ

№ 1

Технического совета
по модернизации жаток для уборки подсолнечника для комбайнов «Енисей»

г. Красноярск

19.04.2011

Присутствовали:

От ОАО «ПКТИ комбайностроения»

Генеральный конструктор	- Зиновьев А.М. - Председатель
И.о. генерального конструктора	- Горячев С.М.
Зам. главного конструктора ПКТИ	- Сомов А.А.
Начальник отдела МСУ	- Игнатъев В.Г.

От ОСП ООО «АМХ» в г. Красноярске

Директор управления продаж - Уланов А.Г.

От «Саратовского ГАУ им. Н.И. Вавилова»

инженер-механик - Попов И.Ю.

Рассмотрели:

Сообщения представителя «Саратовского ГАУ им. Н.И. Вавилова» о результатах конструкторской и научно-исследовательской работы по «Модернизация работы зерноуборочного комбайна при скашивании подсолнечника за счет разработки нового шнека-мотовила»

Авторов разработки: к.т.н., доцента Старцева Александра Сергеевича и инженера-механика Попова Михаила Юрьевича.

Докладчик: инженер-механик Попов Иван Юрьевич

Докладчику было задано 32 вопроса. В обсуждении приняли участие 4 человека.

В результате обсуждения доклада постановили принять следующее заключение.

АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ. Во всех районах России, в том числе, и в Поволжье, уборка подсолнечника проводится прямым комбайнированием. Уборка урожая - наиболее напряженный технологический процесс сельскохозяйственного производства. Производитель сельскохозяйственной продукции может соблюдать современную технологию возделывания культуры, затрачивать средства на приобретение удобрений, ядохимикатов, новой техники, но если он не обеспечит качественную уборку с минимальными потерями в оптимальные агротехнические сроки, то рискует не получить желаемого результата.

В настоящее время применяемые жатки и приспособления для уборки подсолнечника (как современные, так и устоявшиеся модели) по мнению механизаторов имеют ряд технологических недостатков. К которым можно отнести:

1. Потери урожая подсолнечника, происходящие по причине быстрого вращения лопастного мотовила (в случае уборки подсолнечника жаткой с лопастным мотовилом). В результате чего часть головок подсолнечника отрывается от стеблей в результате удара их лопастями мотовила, с их последующим отбрасыванием на поле (ряд отечественных жаток с лопастным мотовилом, а также жатка CASE (США).

2. Осыпание части урожая между стеблеподъемниками. Возникает как следствие «ударного эффекта». Как правило, эти потери незначительны (единичны) по сравнению с отрывом «корзинок».

3. Забивка частью урожая пространства между стеблеподъемниками, приводящая, опять же, к потере урожая (весьма существенный недостаток жаток, оснащенных вместо мотовила «лифтерами» - ПСП - 10М - 01, FALCOM). Уменьшение же линейной скорости комбайна, с целью сокращения потерь, приводит к снижению производительности.

4. Специализированные жатки для уборки подсолнечника, оснащенные мотовилом с захватами для стеблей ПС-4; 5; 6 (Украина), CASE (США) имеют способность к наматыванию стеблей вокруг мотовила, между захватами. Что также приводит к потерям семян.

Решение уже сложившейся проблемы можно найти путем принципиального изменения конструкции мотовила, и, соответственно, технологического процесса подвода стеблей подсолнечника к режущему аппарату и дальнейшему перемещению срезанного стеблестоя к шнеку жатки. Поставленная задача устранения вышеперечисленных недостатков достигается за счет разработанного шнека-мотовила.

Жатку, оснащенную данным шнеком-мотовилом можно агрегатировать с любым комбайном. За счет новой конструкции мотовила изменяется сам процесс захвата стеблей подсолнечника, в результате чего, при уборке удастся избежать «ударного эффекта», который возникает при уборке лопастным мотовилом. Потери семян в этом случае не превышают 0,7–2,0%.

Предложенная конструкция шнека-мотовила позволяет производить захват стеблей подсолнечника посредством Г-образных захватов и шнека с винтовой навивкой, что приводит к более бережной укладке стеблестоя, подвода его к режущему аппарату и передаче к шнеку жатки.

Подвод стеблестоя к режущему аппарату производится под некоторым углом. Не прямо против хода движения комбайна, как в случае использования лопастного мотовила, а диаметрально, в двух плоскостях. Что также позволяет увеличить линейную скорость движения комбайна, и повысить его производительность, сократив при этом расход горючего.

Кроме того, нужно заметить, что предложенная конструкция позволяет устранить недостаток жатки для уборки подсолнечника ПС-5; CASE. Так как, между рабочими органами данного шнека-мотовила установлена навивка шнека.

В настоящее время применяемые жатки и приспособления для уборки подсолнечника (как современные, так и устоявшиеся модели) по мнению механизаторов имеют ряд технологических недостатков. К которым можно отнести:

1. Потери урожая подсолнечника, происходящие по причине быстрого вращения лопастного мотвила (в случае уборки подсолнечника жаткой с лопастным мотвилем). В результате чего часть головок подсолнечника отрывается от стеблей в результате удара их лопастями мотвила, с их последующим отбрасыванием на поле (ряд отечественных жаток с лопастным мотвилем, а также жатка CASE (США).

2. Осыпание части урожая между стеблеподъемниками. Возникает как следствие «ударного эффекта». Как правило, эти потери незначительны (единичны) по сравнению с отрывом «корзинок».

3. Забивка частью урожая пространства между стеблеподъемниками, приводящая, опять же, к потере урожая (весьма существенный недостаток жаток, оснащенных вместо мотвила «лифтерами» - ПСП - 10М - 01, FALCOM). Уменьшение же линейной скорости комбайна, с целью сокращения потерь, приводит к снижению производительности.

4. Специализированные жатки для уборки подсолнечника, оснащенные мотвилем с захватами для стеблей ПС-4; 5; 6 (Украина), CASE (США) имеют способность к наматыванию стеблей вокруг мотвила, между захватами. Что также приводит к потерям семян.

Решение уже сложившейся проблемы можно найти путем принципиального изменения конструкции мотвила, и, соответственно, технологического процесса подвода стеблей подсолнечника к режущему аппарату и дальнейшему перемещению срезанного стеблестоя к шнеку жатки. Поставленная задача устранения вышеперечисленных недостатков достигается за счет разработанного шнека-мотвила.

Жатку, оснащенную данным шнеком-мотвилем можно агрегатировать с любым комбайном. За счет новой конструкции мотвила изменяется сам процесс захвата стеблей подсолнечника, в результате чего, при уборке удастся избежать «ударного эффекта», который возникает при уборке лопастным мотвилем. Потери семян в этом случае не превышают 0,7–2,0%.

Предложенная конструкция шнека-мотвила позволяет производить захват стеблей подсолнечника посредством Г-образных захватов и шнека с винтовой навивкой, что приводит к более бережной укладке стеблестоя, подвода его к режущему аппарату и передаче к шнеку жатки.

Подвод стеблестоя к режущему аппарату производится под некоторым углом. Не прямо против хода движения комбайна, как в случае использования лопастного мотвила, а диаметрально, в двух плоскостях. Что также позволяет увеличить линейную скорость движения комбайна, и повысить его производительность, сократив при этом расход горючего.

Кроме того, нужно заметить, что предложенная конструкция позволяет устранить недостаток жатки для уборки подсолнечника ПС-5; CASE. Так как, между рабочими органами данного шнека-мотвила установлена навивка шнека.



Концерн Тракторные заводы
ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
Красноярский проектно-конструкторский технологический
институт (ПКТИ) комбайностроения



ПРОТОКОЛ

№ 2

Технического совета
по модернизации жаток для уборки подсолнечника для комбайнов «Енисей»

г. Красноярск

20.04.2011

Присутствовали:

От ОАО «ПКТИ комбайностроения»

Генеральный конструктор

- Зиновьев А.М. - Председатель

И.о. генерального конструктора

- Горячев С.М.

Зам. главного конструктора ПКТИ

- Сомов А.А. - секретарь

Начальник отдела МСУ

- Игнатьев В.Г.

От ОСП ООО «АМХ» в г. Красноярске

Директор управления продаж

- Уланов А.Г.

От «Саратовского ГАУ им. Н.И. Вавилова»

инженер–механик

- Попов И.Ю.

Рассмотрели:

Сообщения представителя «Саратовского ГАУ им. Н.И. Вавилова» Попова И.Ю. о результатах конструкторской и научно–исследовательской работы по теме «Модернизация технологического процесса сепарации зернового вороха в комбайне при уборке подсолнечника за счет использования универсального дополнительного решета с регулируемыми отверстиями»

Авторов разработки: к.т.н., доцента Старцева Александра Сергеевича и инженера–механика Попова Ивана Юрьевича.

Докладчик: инженер–механик Попов Иван Юрьевич

Докладчику было задано **26** вопросов. В обсуждении приняли участие **4** человека.

В результате обсуждения доклада постановили принять следующее заключение.

АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ. Добиться более качественной очистки семян подсолнечника в комбайне возможно лишь, усилив саму систему очистки, путем установки дополнительного решета, способного производить еще одну ступень очистки семян.

Данное решето должно располагаться под решетными станами и являться дополнительной ступенью очистки. В этом случае появляется возможность не только дополнительной очистки семян (просеивания), но и с учетом регулировки проходного отверстия, настройки решета на тот или иной сорт подсолнечника в зависимости от геометрических параметров семян.

Установка универсального дополнительного решета с регулируемыми отверстиями позволит при уборке подсолнечника повысить качество очистки и снизить содержание сорных примесей от 2,7 до 3,8%.

АПРОБАЦИЯ. Результаты работы были изложены и рекомендованы к внедрению на конференциях профессорско-преподавательского состава СГАУ им. Н.И. Вавилова в период с 2009–2011 гг., на конкурсе научных проектов молодых ученых «Инновационная наука – молодой взгляд в будущее» (22 октября СГАУ им. Вавилова), на «Всероссийской молодежной выставке–конкурсе прикладных исследований, изобретений и инноваций» (Саратов, СГУ им. Н.Г. Чернышевского, 27–28 октября 2009 г.).

Также, по работе был получен Диплом III-ей степени Всероссийской молодежной выставки – конкурса прикладных исследований, изобретений и инноваций» (Саратов, СГУ им. Н.Г. Чернышевского, 27–28 октября 2009 г.).

Результаты, полученные при исследовании, могут быть использованы в конструкторских бюро заводов по производству зерноуборочных комбайнов.

Комиссия конструкторского бюро «Красноярского завода комбайнов» рекомендует к внедрению «Универсальное дополнительное решето с регулируемыми отверстиями» в серийное производство.

Принятые решения:

1. Принять во внимание результаты исследований работы универсального дополнительного решета с регулируемыми отверстиями авторов Старцева А.С. и Попова И.Ю., и использовать при модернизации конструкций очистки комбайнов для уборки подсолнечника в ОАО «ПО «Красноярский завод комбайнов».

2. Технический совет ОАО «ПКТИ комбайностроения» рекомендует изготовить опытный образец универсального дополнительного решета с регулируемыми отверстиями.

Секретарь технического совета



А.А. Сомов



Міністэрства прамысловасці Рэспублікі Беларусь

Адкрытае акцыянернае таварыства
«Гомсельмаш»Кіруючая кампанія холдынгу
«ГОМСЕЛЬМАШ»
(ААТ«Гомсельмаш»)вул.Шашэйная, 41, 246004, г. Гомель
тэл.(0232) 63 90 66, факс (0232) 63 07 51
e-mail: post@gomselmash.byр.р. ВУ74АКВВ30120000200173100000
у філіяле № 302 ААТ «ААБ Беларусбанк» г. Гомеля
БІК АКВВВУ21302, УНП 400051757

Министерство промышленности Республики Беларусь

Открытое акционерное общество
«Гомсельмаш»Управляющая компания холдинга
«ГОМСЕЛЬМАШ»
(ОАО «Гомсельмаш»)ул.Шоссейная, 41, 246004, г. Гомель
тел. (0232) 63 90 66, факс (0232) 63 07 51
e-mail: post@gomselmash.byр.с. ВУ74АКВВ30120000200173100000
в филиале № 302 ОАО «АСБ Беларусбанк» г. Гомеля
БИК АКВВВУ21302, УНП 400051757

03.12.2018	№ 01156/325
На № 01/5529	ад 02.11.2018

Ректору Саратовского
государственного аграрного
университета имени Н.И.
Вавилова
Кузнецову Н.И.

Уважаемый Николай Иванович!

На 2-ой международной научно-практической конференции «Инновационные технологии в агропромышленном комплексе – сегодня и завтра», проходившей 4-5 октября 2018г. в НТЦК ОАО «Гомсельмаш», был представлен доклад доцента кафедры «Техническое обеспечение АПК» ФГБОУ ВО Саратовского ГАУ к.т.н. Старцева А. С. по научно-исследовательской работе, на тему: «Совершенствование технологии и технических средств уборки подсолнечника».

Представленные результаты работы по научно-обоснованным зависимостям технико-эксплуатационных показателей зерноуборочных комбайнов, рекомендациям к разработке шнека-мотовила жатки для уборки подсолнечника, молотильного барабана с бичами из полиуретана для обмолота корзинок подсолнечника, решета с регулируемыми отверстиями для очистки вороха подсолнечника на базе зерноуборочного комбайна, выполненной А. С. Старцевым на кафедре «Техническое обеспечение АПК» ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет имени Н. И. Вавилова» под руководством д-ра техн. наук, профессора Е. Е. Демина в соответствии с концепцией развития аграрной науки и научного обеспечения агропромышленного комплекса Российской Федерации на период до 2025 года, пункт 4. Стратегические направления фундаментальных и приоритетных прикладных исследований аграрной науки Исследование интенсивных машинных технологий и новой энергонасыщенной техники для производства продовольствия (приказ Минсельхоза РФ от 25.06.2007 г. № 342 «О концепции развития аграрной науки и научного обеспечения АПК»

России до 2025 г.)) являются актуальными и имеющими большой практический интерес для ОАО «Гомсельмаш».

Рекомендации по результатам исследований приняты к использованию с целью совершенствования технологии и технических средств зерноуборочных комбайнов ОАО «Гомсельмаш», используемых при уборке подсолнечника.

Генеральный конструктор



С.А. Федорович



ДИПЛОМ ПОБЕДИТЕЛЯ

III место

НАГРАЖДАЕТСЯ

АЛЕКСАНДР КУНЫШИН

аспирант кафедры «Процессы и сельскохозяйственные машины
в АПК» Саратовского государственного аграрного университета
им. Н.И. Вавилова

Проект: «Решето с регулируемыми отверстиями
для очистки вороха подсолнечника в комбайне»

Ростов-на-Дону, 2015

ОРГАНИЗАТОР КОНКУРСА

ROSTSELMASH

I ВСЕРОССИЙСКИЙ КОНКУРС
ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
АГРАРНОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ

Почетный председатель жюри:
генеральный советник
ГНУ ГОСНИИ
Евдоким А.А.



Генеральный директор
ООО «Комбайнмаш»
Ростовльмаш»
Мальцев В.В.

АКТ

о внедрении законченной научно-исследовательской, опытно-конструкторской работы

Мы, нижеподписавшиеся, представители Саратовского государственного аграрного университета имени Н.И. Вавилова, в лице руководителя работы к.т.н., доцента Старцева А.С. и представителя ИП «Глава К(Ф)Х Заикин Е.Б.» Балашовского района Саратовской области в лице руководителя хозяйства Заикина Евгения Борисовича, составили настоящий акт в том, что результаты научно-исследовательской и опытно-конструкторской работы по совершенствованию технологического процесса уборки подсолнечника обоснованием конструктивных и режимных параметров шнека-мотовила, выполненной на кафедре «Процессы и сельскохозяйственные машины в АПК» (исполнители: Старцев А.С. и Попов М.Ю.) СГАУ им. Н.И. Вавилова в 2008–2012 годах, внедрены в ИП «Глава К(Ф)Х Заикин Е.Б.» Балашовского района Саратовской области путем использования в течение двух недель с 10 по 23 сентября 2010г.

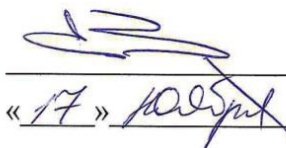
Внедрение результатов исследований дало возможность предприятию получить годовую экономию эксплуатационных затрат на один комбайн 130019 руб. Также, было установлено, что при использовании комбайна, оснащенного жаткой с шнеком-мотовилом, сократились сроки уборки на 2 дня.

Замечания и предложения о дальнейшей работе по внедрению: для уменьшения потерь семян подсолнечника при уборке необходимо в конструкции жатки предусмотреть более совершенную конструкцию стеблеподъемников.

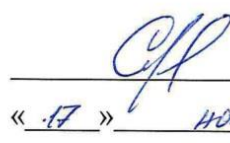
Проректор по научно-исследовательской работе

Руководитель ИП «Глава К(Ф)Х Заикин Е.Б.»

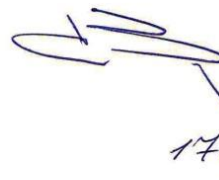

И.Л. Воротников
« 17 » *нояб* 2010 г.


Е.Б. Заикин
« 17 » *нояб* 2010 г.

Научный руководитель работы


А.С. Старцев
« 17 » *нояб* 2010 г.




Е.Б. Заикин
17 нояб 2010 г.



УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ИП «Глава К(Ф)Х Заикин Е.Б.»

Балашовского района Саратовской области


 _____ Заикин Е.Б.

« 9 » _____ 2010 г.

АКТ

**производственных испытаний жатки для уборки подсолнечника,
оснащенной новым шнеком-мотовилом**

Комиссия в составе представителей ИП «Глава К(Ф)Х Заикин Е.Б.» руководителя предприятия Заикина Е.Б., главного инженера Тарасова С.Н. и аспиранта СГАУ им. Н.И. Вавилова Попова М.Ю. составила настоящий акт на хозяйственные испытания и производственную проверку сконструированного на кафедре «Процессы и сельскохозяйственные машины в АПК» (исполнители: доцент Старцев А.С., аспирант Попов М.Ю.) Саратовского государственного аграрного университета им. Н.И. Вавилова опытного образца шнека-мотовила жатки для уборки подсолнечника на базе комбайна СК-5-М-1 «Нива», работающего по принципу захвата стеблей подсолнечника Г-образными отсекаателями и навивкой шнека, подводу к режущему аппарату с последующей укладкой их на днище жатки.

Испытания и производственная проверка шнека-мотовила проводилась в период с 10 по 23 сентября 2010 года на уборке подсолнечника сорта «Саратовский-20».

Производственные испытания опытного образца жатки, оснащенной шнеком-мотовилом для уборки подсолнечника показали его работоспособность. Уборка подсолнечника сорта «Саратовский-20» проводилось при следующих условиях:

– биологическая урожайность подсолнечника, ц/га	– 10,7
– влажность семян подсолнечника, %	– 7,9
– площадь загона, га	– 180
– средняя высота стеблестоя, м	– 1,35
– кол-во растений на 1м ² , шт	– 7

При уборке подсолнечника базовым комбайном «Нива-Эффект» с жаткой с лопастным мотовилом, также, комбайном «Нива-Эффект» с жаткой ПС-5 с трубным мотовилом и комбайном СК-5-М-1 «Нива», с жаткой, оснащенной шнеком-мотовилом были получены следующие показатели:

Наименование показателя	Уборка комбайном «Нива-Эффект» с жаткой с лопастным мотовилом	Уборка комбайном «Нива-Эффект» с жаткой ПС-5 с трубным мотовилом	Уборка комбайном СК-5М-1 Нива» с жаткой со шнеком-мотовилом
1	2	3	4
Урожайность, ц/га	10,7	10,7	10,7
площадь испытаний, (га.)	180	180	180
ширина захвата жатки, (м).	5	5	5
рабочая скорость, (км/ч)	8	11,2	11,2
часовая производительность, (га/ч)	2,6	3,55	3,55
расход топлива, (кг/га)	4,5	3,5	3,1
уровень рентабельности, (%)	70,5	86,7	95,4
годовая экономия эксплуатационных затрат, (руб.)	–//–	–//–	130 019
срок окупаемости, (год)	–//–	–//–	0,37
потери, (%)	10,2	4,3	0,63

При сравнении работы базового комбайна «Нива-Эффект» с жаткой ЖСК-5 с трехлопастным мотовилом, и с жаткой ПС-5 с трубным мотовилом с захватами и с комбайном СК-5-М-1 «Нива» с предлагаемым шнеком-мотовилом получены следующие технико-экономические показатели по процессу уборки подсолнечника:

- снижение эксплуатационных затрат на 4,6% в сравнении с технологией уборки лопастным мотовилом;
- снижение общих затрат на 2,8% в сравнении с технологией уборки лопастным мотовилом.

Отмечено отсутствие отбрасывания корзинок при уборке, наматывания стеблей подсолнечника на рабочие органы шнека-мотовила.

Для повышения эффективности работы необходимо в конструкции жатки для уборки подсолнечника предусмотреть более совершенную конструкцию стеблеподъемников.

По результатам производственных испытаний комиссия пришла к выводу, что шнек-мотовило жатки для уборки подсолнечника можно использовать в хозяйстве в соответствии с предложенными рекомендациями.

Члены комиссии:



Е.Б. Зайкин

С.Н. Тарасов

А.С. Старцев

АКТ**о внедрении законченной научно-исследовательской,
опытно-конструкторской работы**

Мы, нижеподписавшиеся, представители Саратовского государственного аграрного университета имени Н.И. Вавилова, в лице руководителей работы канд. техн. наук, доцента Старцева А.С. и представителя ИП «Глава К(Ф)Х Заикин Е.Б.» Балашовского района Саратовской области в лице руководителя хозяйства Заикина Евгения Борисовича, составили настоящий акт в том, что результаты научно-исследовательской и опытно-конструкторской работы на тему: «Повышение качества очистки вороха подсолнечника при уборке за счет применения решета с регулируемыми отверстиями», выполненной на кафедре «Процессы и сельскохозяйственные машины в АПК» (исполнители: Старцев А.С. и Попов И.Ю.) СГАУ им. Н.И. Вавилова в 2012 – 2013 годах внедрены в ИП «Глава К(Ф)Х Заикин Е.Б.» Балашовского района Саратовской области путем использования в течение двух недель с 10 по 23 сентября 2013 года разработанного по результатам исследований решета с регулируемыми отверстиями.

Внедрение результатов исследований дало возможность предприятию получить годовую экономию по приведенным затратам на один комбайн 14787,95 рублей. Также, было установлено, что при использовании комбайна с воздушно-решетной очисткой, оснащенной решетом с регулируемыми отверстиями влажность бункерного вороха снизилась на 4,1 %.

Замечания и предложения о дальнейшей работе по внедрению: для повышения эффективности работы воздушно-решетной очистки необходимо в конструкции решета с регулируемыми отверстиями предусмотреть очистительное приспособление, автоматическое регулирование отверстий.

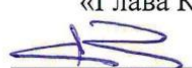
Проректор по научно-
-исследовательской работе

 И.Л. Воротников

« 02 » сентября 2013 г.

Директор ИП

«Глава К(Ф)Х Заикин Е.Б.»

 Е.Б. Заикин

« 02 » сентября 2013 г.

Научный руководитель работы

 А.С. Старцев

« 02 » сентября 2013 г.

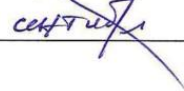




УТВЕРЖДАЮ

Директор ИП «Глава К(Ф)Х Заикин Е.Б.»

Балашовского района Саратовской области

 Е.Б. Заикин
«02»  2013 г.

АКТ

**производственных испытаний решета с регулируемыми отверстиями
при уборке подсолнечника**

Комиссия в составе представителей ИП «Глава К(Ф)Х Заикин Е.Б.» руководителя предприятия Заикина Е. Б., главного инженера Тарасова С.Н. и представителей Саратовского Государственного Аграрного Университета имени Н.И. Вавилова канд. техн. наук, доцента Старцева А.С. и соискателя Попова И.Ю. составила настоящий акт на хозяйственные испытания и производственную проверку сконструированного на кафедре «Процессы и сельскохозяйственные машины в АПК» (исполнители: доцент Старцев А.С., соискатель Попов И.Ю.) СГАУ имени Н.И. Вавилова опытного образца решета с регулируемыми отверстиями для очистки зерна различных культур, на очистке вороха подсолнечника комбайна СК-5М-1 «Нива», работающего по принципу смещения отверстий нижнего решета относительно верхнего.

Испытания и производственная проверка решета с регулируемыми отверстиями проводилась в период с 10 по 23 сентября 2013 года на уборке подсолнечника сорта «Саратовский-20».

Производственные испытания опытного образца решета с регулируемыми отверстиями показали его работоспособность. Уборка подсолнечника проходила при следующих условиях:

- средняя урожайность подсолнечника, ц/га. – 11
- влажность семян подсолнечника, % – 8
- масса решета с регулируемыми отверстиями, кг. – 9,2

При уборке подсолнечника базовым комбайном СК-5М-1 «Нива» и комбайном СК-5М-1 «Нива» с воздушно-решетной очисткой, оснащенной решето с регулируемыми отверстиями были получены следующие показатели:

Показатели работы	Базовая модель – комбайн СК-5М-1 «Нива»	Экспериментальный образец – комбайн СК-5М-1 «Нива» + решето с регулируемыми отверстиями
Производительность		
– часовая, га/ч (т/га)	3,2 (3,52)	3,2 (3,52)
– сменная, га/см (т/см)	22,4 (24,64)	22,4 (24,64)
Сорность, %	6,3	2,3
Влажность бункерного вороха, %	13,2	9,1
Потери семян за молотилкой, %.	0,4	0,8
Расход топлива, кг/га (кг/т)	5,51 (5,0)	5,51 (5,0)
Затраты труда, чел.-ч	0,28	0,28
Эксплуатационные затраты, руб.	6144378	6070484
Общие затраты, руб	7901498	7813414

При сравнении работы базового комбайна СК-5М-1 «Нива» с воздушно-решетной очисткой с двумя жалюзийными решетками и с предлагаемым решетом с регулируемыми отверстиями получены следующие технико-экономические показатели по очистке вороха подсолнечника:

- снижение сорности семян в бункере на 3 % от общей массы вороха в сравнении с технологией очистки вороха двумя жалюзийными решетками;
- снижение влажности бункерного вороха на 4,1 %;
- повышение массы выдуваемых семян на 0,4 %;
- увеличение расхода топлива отсутствует;
- снижение затрат труда отсутствует;
- снижение эксплуатационных затрат в сравнении с технологией очистки вороха двумя жалюзийными решетками на 1,2 %;
- снижение общих затрат в сравнении с технологией очистки вороха двумя жалюзийными решетками на 1,11 %.

Отмечено выдувание воздушным потоком сорных примесей крупной и средней длины, также наличие легких и пустых семян в сходе с решета.

Для повышения качества работы воздушно-решетной очистки необходимо в конструкции решета с регулируемыми отверстиями предусмотреть очистительное приспособление и автоматическое регулирование отверстий.

По результатам производственных испытаний комиссия пришла к выводу, что решето с регулируемыми отверстиями на базе воздушно-решетной очистки комбайна СК-5М-1 «Нива» при уборке подсолнечника можно использовать в хозяйстве в соответствии с предложенными рекомендациями.

Члены комиссии:



Е. Б. Заикин

С. Н. Тарасов

А. С. Старцев



УТВЕРЖДАЮ
К(Ф)Х «Прокофьев Н.В.»

Н.В. Прокофьев
17.09.2018 г.

АКТ ВНЕДРЕНИЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ

Мы, нижеподписавшиеся, в лице представителя К(Ф)Х «Прокофьев Н.В.» Ртищевского района Саратовской области главный инженер Шмелёв К.Г. и представителя ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, исполнителя работы канд. техн. наук, доцента Старцева А.С., удостоверяем что молотильный аппарат для обмолота корзинок подсолнечника (патенты РФ № 190890 и № 190894) и решето с регулируемыми отверстиями для очистки зерна различных культур (патент РФ № 79805) внедрены в сельскохозяйственное производство.

Разработанный молотильный аппарат с бичами из полиуретана позволяет снизить повреждаемость маслосемян до 0,4 %, решето с регулируемыми отверстиями уменьшить содержание сорных примесей в бункерном ворохе до 2,2 %, потери распылом до 3,7 %.

Разработанные технические средства (молотильный аппарат с бичами из полиуретана и решето с регулируемыми отверстиями) следует рекомендовать к внедрению на сельскохозяйственных предприятиях, занимающихся уборкой подсолнечника.

Эффективность применения молотильного аппарата с бичами из полиуретана заключается в уменьшении дробления и облущивания маслосемян на 5,6 %, решета с регулируемыми отверстиями в снижении сорных примесей в бункерном ворохе на 3,0 %.

Экономический эффект от внедрения предлагаемого шнека-мотовила составляет 1526,87 руб./га при урожайности подсолнечника 18,5 ц/га.

Главный инженер

К.Г. Шмелёв

17.09.2018 г.

Исполнитель работы

А.С. Старцев

17.09.2018 г.

AKT

При уборке подсолнечника базовым комбайном «ACROS 530» с жаткой ПСП-810-05 и комбайном «ACROS 530», с молотильным аппаратом с бичами из полиуретана с шириной канавки 10 мм, решетом с регулируемыми отверстиями были получены следующие показатели:

Наименование показателя	Уборка комбайном «ACROS 530» с жаткой ПСП-810-05	Уборка комбайном «ACROS 530» с жаткой с молотильным аппаратом с бичами из полиуретана, с решетом с регулируемыми отверстиями
1	3	4
урожайность, ц/га	18,5	18,5
площадь испытаний, (га.)	400	400
ширина захвата жатки, (м).	5,6	5,6
рабочая скорость, (км/ч)	9,0	9,0
часовая производительность, (га/ч)	4,05	4,05
расход топлива, (кг/га)	4,2	4,2
дробление и облущивание маслосемян при обмолоте, (%)	6,0	0,4
содержание сорных примесей в бункерном ворохе, (%)	5,2	2,2
потери маслосемян распылом, (%)	5,0	3,7
влажность бункерного вороха, %	12,2	9,5
годовой экономический эффект, (руб.)	—/—	610 750
годовая экономия на 1 комбайн, (руб.)	—/—	610 750
срок окупаемости, (сезон)	—/—	1

Отмечено отсутствие забивания прутковой решётки подбарабання, забивание решета с регулируемыми отверстиями.

По результатам производственных испытаний комиссия пришла к выводу, что шнек-мотовило жатки для уборки подсолнечника, молотильный аппарат с бичами из полиуретана и решето с регулируемыми отверстиями можно использовать в хозяйстве.

Члены комиссии:



Н.В. Прокофьев

К.Г. Шмелёв

А.С. Старцев

УТВЕРЖДАЮ

Глава К(Ф)Х «Антипцев Р.С.»

Р.С. Антипцев

01.10.2019 г.



АКТ ВНЕДРЕНИЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ

Мы, нижеподписавшиеся, в лице представителя К(Ф)Х «Антипцев Р.С.» Руднянского района Волгоградской области механика Худолеева И.В. и представителя ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, исполнителя работы канд. техн. наук, доцента Старцева А.С., удостоверяем что шнек-мотовило для уборки подсолнечника (патент РФ № 72115) внедрён в сельскохозяйственное производство.

Разработанное техническое средство, устанавливаемое на базовую жатку комбайна, позволяет снизить потери маслосемян за жаткой при уборке до 0,67 % от биологической урожайности.

Данное техническое средство (шнек-мотовило) следует рекомендовать к внедрению на сельскохозяйственных предприятиях, занимающихся уборкой подсолнечника.

Эффективность применения шнека-мотовила заключается в снижении потерь маслосемян за жаткой до 7,3 раз в сравнении с серийными образцами.

Экономический эффект от внедрения предлагаемого шнека-мотовила составляет 1367 руб./га при урожайности подсолнечника 20,4 ц/га.

Механик

Исполнитель работы

Kipp

И.В. Худолеев

9

А.С. Старцев

01.10.2019 г.

01.10.2019 г.

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель К(Ф)Х «Антипцев Р.С.»
 Руднянского района Волгоградской области
 _____ Антипцев Р.С.
 « 01 » _____ 10 2019 г.

АКТ

**хозяйственных испытаний жатки для уборки подсолнечника,
 оснащенной шнеком-мотовилом**

Комиссия в составе представителей К(Ф)Х «Антипцев Р.С.» руководителя предприятия Антипцева Р.С., механика Худолеева И.В. и докторанта СГАУ им. Н.И. Вавилова Старцева А.С. составила настоящий акт на хозяйственные испытания и производственную проверку разработанного на кафедре «Техническое обеспечение АПК» (исполнитель: доцент Старцев А.С.) Саратовского государственного аграрного университета им. Н.И. Вавилова опытного образца шнека-мотовила жатки для уборки подсолнечника (патент РФ № 72115), работающего по принципу плавного захвата стеблестоя с минимальными потерями маслосемян Г-образными отсекателями и навивкой шнека, подводу к режущему аппарату при использовании на комбайне «Нива-Эффект».

Испытания и производственная проверка шнека-мотовила проводились в период с 14 по 27 сентября 2019 года на уборке подсолнечника сорта «Лакомка».

Хозяйственные испытания опытного образца жатки, оснащенной шнеком-мотовилом для уборки подсолнечника показали его работоспособность. Уборка подсолнечника сорта «Лакомка» проводилась при следующих условиях:

– биологическая урожайность подсолнечника, ц/га	– 20,4
– влажность семян подсолнечника, %	– 8,2
– площадь загона, га	– 140
– средняя высота стеблестоя, м	– 1,57
– кол-во растений на 1 м ² , шт	– 7

При уборке подсолнечника базовым комбайном «Нива-Эффект» с жаткой ПС-5 с трубным мотовилом и комбайном «Нива-Эффект», с жаткой, оснащенной шнеком-мотовилом были получены следующие показатели:

Наименование показателя	Уборка комбайном «Нива-Эффект» с жаткой ПС-5 с трубным мотовилом	Уборка комбайном «Нива-Эффект» с жаткой со шнеком–мотовилом
1	3	4
урожайность, ц/га	20,4	20,4
площадь испытаний, (га.)	140	140
ширина захвата жатки, (м).	5	5
рабочая скорость, (км/ч)	11,2	11,2
часовая производительность, (га/ч)	3,55	3,55
расход топлива, (кг/га)	5,61	5,2
экономия на 1 га, (руб.)	—/—	1367
годовой экономический эффект, (руб.)	—/—	191450
срок окупаемости, (год)	—/—	0,51
потеримаслосемян, (%)	4,9	0,67

Отмечено отсутствие отбрасывания корзинок при уборке, наматывания стеблей подсолнечника на рабочие органы шнека-мотовила.

По результатам производственных испытаний комиссия пришла к выводу, что шнек-мотовило жатки для уборки подсолнечника можно использовать в хозяйстве.

Члены комиссии:

Р.С. Антипцев

И.В. Худолеев



А.С. Старцев

УТВЕРЖДАЮ

Глава К(Ф)Х «Антипцев Р.С.»

01.10.2019 г.



Р.С. Антипцев

АКТ ВНЕДРЕНИЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ

Мы, нижеподписавшиеся, в лице представителя К(Ф)Х «Антипцев Р.С.» Руднянского района Волгоградской области механика Худолеева И.В. и представителя ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, исполнителя работы канд. техн. наук, доцента Старцева А.С., удостоверяем что решето с регулируемыми отверстиями для очистки зерна различных культур (патент РФ № 73805) внедрено в сельскохозяйственное производство.

Разработанное техническое средство, устанавливаемое в базовую систему очистки зерноуборочного комбайна позволяет уменьшить содержание сорности в бункерном ворохе до 2,4 %.

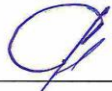
Данное техническое средство (решето с регулируемыми отверстиями для очистки зерна различных культур) следует рекомендовать к внедрению на сельскохозяйственных предприятиях, занимающихся уборкой подсолнечника.

Эффективность применения решета с регулируемыми отверстиями заключается в снижении содержания сорных примесей в бункерном ворохе подсолнечника до 3 раз в сравнении с базовой системой очистки комбайна.

Экономический эффект от внедрения предлагаемого решета с регулируемыми отверстиями составил 557,14 руб./га при урожайности подсолнечника 20,4 ц/га.

Механик

Исполнитель работы


И.В. Худолеев
А.С. Старцев

01.10.2019 г.

01.10.2019 г.

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель К(Ф)Х «Антипцев Р.С.»
Руднянского района Волгоградской области
 Антипцев Р.С.
« 01 » 10 2019 г.

АКТ

**хозяйственных испытаний комбайна,
оборудованного дополнительным решетом с регулируемыми
отверстиями
для очистки зерна различных культур**

Комиссия в составе представителей К(Ф)Х «Антипцев Р.С.» руководителя предприятия Антипцева Р.С., механика Худолеева И.В. и докторанта СГАУ им. Н.И. Вавилова Старцева А.С. составила настоящий акт на хозяйственные испытания и производственную проверку разработанного на кафедре «Техническое обеспечение АПК» (исполнитель: доцент Старцев А.С.) Саратовского государственного аграрного университета им. Н.И. Вавилова опытного образца решета с регулируемыми отверстиями для очистки зерна различных культур (патент РФ № 79805), работающего по принципу смещения нижнего подвижного листа относительно верхнего неподвижного с подбором размера регулируемых отверстий под вид или сорт маслосемян подсолнечника.

Испытания и производственная проверка решета с регулируемыми отверстиями для очистки зерна различных культур проводились в период с 14 по 27 сентября 2019 года на уборке подсолнечника сорта «Лакомка».

Хозяйственные испытания зерноуборочного комбайна «Нива-Эффект» с системой очистки, оборудованной дополнительным решетом с регулируемыми отверстиями, показали его работоспособность.

Уборка подсолнечника сорта «Лакомка» проводилась при следующих условиях:

– площадь загона, га	– 140
– средняя высота стеблестоя, м	– 1,57
– кол-во растений на 1м ² , шт.	– 7

При уборке подсолнечника серийным комбайном «Нива-Эффект» и комбайном «Нива-Эффект», оборудованным дополнительным решетом с регулируемыми отверстиями для очистки зерна различных культур были получены следующие показатели:

Наименование показателя	Уборка комбайном «Нива-Эффект» с жаткой ПС-5 с трубным мотовилом	Уборка комбайном «Нива-Эффект» с жаткой со шнеком-мотовилом
1	3	4
урожайность, ц/га	20,4	20,4
площадь испытаний, (га.)	140	140
ширина захвата жатки, (м).	5	5
рабочая скорость, (км/ч)	11,2	11,2
часовая производительность, (га/ч)	3,55	3,55
расход топлива, (кг/га)	5,61	5,2
экономия на 1 га, (руб.)	–/–	557,14
годовой экономический эффект, (руб.)	–/–	78000
срок окупаемости, (год)	–/–	0,04
содержание сорных примесей, (%)	7,2	2,4

При производственной проверке решета с регулируемыми отверстиями на уборке подсолнечника отмечено снижение влажности маслосемян бункерного вороха на 4,1 %.

По результатам испытаний комиссия пришла к выводу, что решетос регулируемые отверстия для очистки зерна различных культур можно использовать в серийных комбайнах на уборке подсолнечника.

Члены комиссии:



 Р.С. Антипов
 И.В. Худолеев
 А.С. Старцев