

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление 35.03.06 «Агроинженерия»

Профиль «Технические системы в агробизнесе»

Кафедра машин и оборудования в агробизнесе

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
на соискание квалификации (степени) «бакалавр»**

Тема: Механизация возделывания пшеницы с модернизацией молотильно-сепарирующего устройства зерноуборочного комбайна

Шифр ВКР.35.03.06.092.18.МСУ

Студент 241 группы

Шакирзянов Р.Р.

Руководитель к.т.н., доцент

Халиуллин Д.Т.

Обсуждена на заседании кафедры и допущена к защите
(протокол №15 от 18 июня 2018)

Зав. кафедрой к.т.н., доцент

Халиуллин Д.Т.

Казань – 2018 г.

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Кафедра машин и оборудования в агробизнесе

Направление 35.03.06 «Агроинженерия»

Профиль «Технические системы в агробизнесе»

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой

_____ / _____ /

«____» 20____ г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу

Студенту Шакирзянову Рафису Рашитовичу.

**Тема ВКР «Механизация возделывания пшеницы с модернизацией
молотильно-сепарирующего устройства зерноуборочного комбайна»**

утверждена приказом по вузу от «24» мая 2018г. № 169

2. Срок сдачи студентом законченной ВКР 18.06.18

3. Исходные данные

- 1 Результаты научных работ;
- 2 Научно-техническая и справочная литература.

4. Перечень подлежащих разработке вопросов:

1. Литературно-патентный анализ;
2. Технологическая часть;
3. Конструкторская часть.

5. Перечень графических материалов:

1. Технологическая карта на возделывание пшеницы;
2. Обзор существующих конструкций;
3. Кинематический анализ механизма активатора соломы;
- 4, 5 – Сборочные чертежи и чертежи нестандартных деталей.
6. Операционно-технологическая карта;

6. Консультанты по ВКР

Раздел (подраздел)	Консультант
Экономическое обоснование	
Безопасность жизнедеятельности	Гаязиев И.Н.
Экологическая безопасность	Гаязиев И.Н.
Допуски и посадки	
Конструкторская часть	

7. Дата выдачи задания 04.05.2018

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов ВКР	Срок выполнения	Примечание
1	Литературно-патентный анализ	25.05.2018	
2	Технологическая часть	10.06.2018	
3	Конструкторская часть	15.06.2018	

Студент 241 группы Шакирзянов Р.Р.

(_____)

Руководитель ВКР к.т.н., доцент Халиуллин Д.Т.

(_____)

АННОТАЦИЯ

К выпускной квалификационной работе Шакирзянова Р.Р. на тему: «Механизация возделывания пшеницы с модернизацией молотильно-сепарирующего устройства зерноуборочного комбайна»

Работа состоит из пояснительной записи на 62 страницах машинописного текста и графической части на 6 листах формата А1.

Записка состоит из введения, трех разделов, заключения, библиографии и включает 12 рисунков, 2 таблицы и 86 формул. Список использованной литературы содержит 18 наименований.

В первой главе проведен литературно-патентный обзор технологических приёмы уборки зерновых культур и предъявляемые агротехнические требования к зерноуборочным комбайнам, проведен анализ существующих конструкций соломоотделителей отечественного и иностранных производств.

Во второй главе описана предлагаемая технология уборки зерновых культур, приведены технологические расчеты, рассмотрены вопросы физической культуры на производстве, а также проблемы охраны труда.

В третьей главе проведено обоснование схемы активного ворошителя соломотряса, расчет деталей и узлов конструкции и экономической эффективности конструкции, разработаны мероприятия по технике безопасности и безопасности жизнедеятельности, а также рассмотрена экологическая безопасность.

Записка завершается выводами и предложениями.

ABSTRACT

For the final qualifying work R.R. Shakirzyanov. on the theme: "Mechanization of wheat cultivation with the modernization of the threshing and separating device combine harvester»

The work consists of an explanatory note on 62 pages of typewritten text and a graphic part on 6 sheets of A1 format.

The note consists of an introduction, three sections, conclusion, bibliography and includes 12 figures, 2 tables and 86 formulas. The list of references contains 18 titles.

In the first Chapter, a literary and patent review of technological methods of harvesting grain crops and the requirements for agricultural harvesters, an analysis of the existing structures of Solomon separators of domestic and foreign industries.

The second Chapter describes the proposed technology of harvesting grain crops, technological calculations, considered the issues of physical culture in the workplace, as well as the problems of labor protection.

The third Chapter offers a rationale for the design of a live mixer walkers, calculation of details and knots of a design and economic efficiency of construction, measures on safety and safety, as well as the environmental safety.

The note concludes with conclusions and proposals.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	7
1. Литературно-патентный анализ	8
1.1 Технологические приёмы уборки зерновых культур	8
1.2 Агротехнические требования к зерноуборочным комбайнам.....	9
1.3 Назначение и типы соломоотделителей	14
1.4 Обоснование темы и задачи работы.....	19
2. Технологическая часть	21
2.1 Технологический процесс уборки зерновых.....	21
2.2 Технологические расчеты	24
2.3 Физическая культура на производстве	39
3. Конструкторская часть.....	41
3.1 Обоснование конструкции активного ворошителя соломотряса.....	41
3.2 Конструктивные расчеты	43
3.3 Обеспечение безопасности труда	49
3.4 Экономическое обоснование конструкции	52
3.5 Мероприятия по охране окружающей среды	58
Заключение	60
Библиография	61

ВВЕДЕНИЕ

Уборка является завершающей операцией в технологии возделывания сельскохозяйственных культур. Период уборки зерновых колосовых и зернобобовых культур ограничен агротехническими сроками в 6...7 дней от начала полной спелости зерна. В структуре общих затрат на возделывание сельскохозяйственных культур уборка занимает 31...50% затрат энергии и 45...60% трудозатрат.

Существующий в Республике комбайновый парк требует обновления новыми надежными и высокопроизводительными машинами. Одним из возможных путей решения данной проблемы является использование зарубежных комбайнов. Основными преимуществами зарубежных зерноуборочных комбайнов являются их высокая техническая надежность, качественная работа при минимальном уровне потерь, снижение удельных затрат труда и топлива.

Наряду с зарубежными комбайнами также широко используются на полях Республики и отечественные комбайны производства ОАО “Ростсельмаш”.

Данная работа направлена на решение проблемы снижения потерь зерна. Известно, что основными путями данных потерь на зерноуборочном комбайне отечественного производства является соломотряс. В конструкции зарубежных комбайнов предусмотрены различные дополнительные устройства для улучшения сепарации вороха соломотрясом. Однако в конструкции комбайнов “Ростсельмаш” данные устройства отсутствуют. В данной выпускной квалификационной работе разработана конструкция активного пальцевого ворошителя вороха на соломотрясе, позволяющая снизить потери зерна и, следовательно, повысить эффективности работы, как соломотряса, так и всего комбайна в целом.

1. ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ АНАЛИЗ

1.1 Технологические приёмы уборки зерновых культур

Систематическое увеличение производства зерна имеет огромное значение для нашей страны. Чем больше мы производим зерна, тем лучше развиваются животноводство и другие отрасли сельского хозяйства, тем быстрее повышается благосостояние всего народа.

Самой ответственной работой в зерновом хозяйстве является уборка. Именно она решает окончательную судьбу урожая. Если уборку проводят своевременно и быстро (в 10-12 рабочих дней), то урожай удается собрать полностью. В случае же опоздания неизбежны большие потери. А это значит, что зря пропадет много сил и средств, которые труженики сельского хозяйства затратили на выращивание урожая.

При помощи комбайнов, валковых жаток, подборщиков и других средств механизации урожай зерновых культур можно собрать быстро и полностью.

Сельскохозяйственные предприятия в настоящее время располагают недостаточным парком сельскохозяйственной техники. Отечественная промышленность вместе с тем наращивает темпы дальнейшего выпуска уборочной техники.

В результате долголетней практики определились следующие два способа комбайновой уборки зерновых культур: прямой и раздельный.

При прямом способе комбайн за один проход по полю полностью завершает все уборочные операции: он одновременно скашивает стебли, обмолачивает их, очищает зерно и собирает пожнивные остатки (солому и полову). Этот способ очень выгоден, но его можно применять лишь на сухом, полностью созревшем и незасоренном хлебе.

Также уборка проводится и раздельно - в два этапа, или, как принято говорить, в две фазы. Поэтому она получила название раздельной, или двухфазной.

Период времени от восковой до полной спелости зерна обычно равен 5...8 дням, причем на Урале и в Сибири он достигает 8...12 дней. Стебли в восковой спелости скашивают валковой жаткой и укладывают в виде валков на относительно высокую стерню. В валках они просыхают и дозревают. После этого вдоль валков пускают комбайн, который их подбирает и на ходу обмолачивает.

Жатки, используемые только для скашивания хлеба, навешивают обычно на комбайн вместо комбайновой жатки, применяемой для прямой уборки. Комбайновую жатку иногда называют хедером.

Существуют также валковые жатки, которые прицепляют к трактору или навешивают на него.

Для подбора стеблей из валков применяют специальное устройство - подборщик.

В практике сельхозпредприятий одинаково широко применяют оба способа уборки в зависимости от состояния культур и складывающихся условий погоды.

В хозяйствах РТ применяют самоходные комбайны, валковые жатки и подборщики.

1.2 Агротехнические требования к зерноуборочным комбайнам

1.2.1 Требования к зерновым культурам как к объекту уборки

Зерноуборочные машины обеспечивают качественную уборку только в том случае, если их рабочие органы выбраны и отрегулированы в соответствии со свойствами убираемой культуры, а растения приспособлены для машинной уборки. Пригодность той или иной культуры к машинной

уборке определяется физико-механическими свойствами и биологическими особенностями самих растений, а также их состоянием в период уборки.

При скашивании низкорослых и полёглых растений необходимо снижать высоту среза, что нередко связано с техническими трудностями. Высокорослые растения перегружают рабочие органы уборочной машины. В том и другом случае наблюдаются большие потери урожая. Приемлемая длина растений для зерновых колосовых должна быть не более 1...1,1 м и не менее 0,55...0,6 м, коэффициент вариации длины растений – не более 15%. Внедрение в производство короткостебельных сортов (0,6...0,8 м) позволит снизить полегание хлебов и увеличить производительность комбайнов.

Полёглость хлебов определяют делением разности между средней длиной выпрямленных стеблей и высотой их стояния на длину стеблей.

Допустимая полёглость длинностебельных хлебов до 55%, короткостебельных – до 20%.

1.2.2 Способы уборки

Раздельный способ применяют в следующих случаях:

- 1) в начальный период уборочной стады, когда хлеба в восковой спелости зерна можно начать косить раньше, а, следовательно, и раньше завершить;
- 2) при уборке полей, засеянных сортами с легкоосыпающимся зерном, потери которого с затяжкой кошения сильно возрастают;
- 3) на засоренных полях, так как зелень сорняков сильно усложняет работу при прямом комбайнировании, резко снижается производительность комбайна, повышаются потери зерна в солому и полову. Подсохшие в валках сорняки не затрудняют работу комбайнового агрегата;
- 4) на уборке полей с неравномерно созревающим зерном;
- 5) на полях, сильно поврежденных пилильщиком;

- 6) при недостаточной насыщенностью хозяйства зерноуборочной техникой.

При раздельном комбайнировании растительную массу срезают и обмолачивают не одновременно, а разделяют во времени на две фазы: вначале растения срезают и укладывают в валки валковыми жатками для подсыхания и дозревания (первая фаза), затем через 3...5 дней, подбирают растения из валков, обмолачивают и разделяют зерно, солому и полову (вторая фаза).

Раздельным способом зерновые культуры начинают убирать раньше, чем при прямом комбайнировании, когда зерно находится еще в стадии восковой спелости. При таком способе меньше теряется зерна от осипания, лучше обмолачивается масса, меньше теряется зерна в соломе и полове, особенно при уборке неравномерно созревающих и засоренных культур. Раздельным комбайнированием убирают участки с густой стеблей не менее 300...350 растений на 1 м².

Прямое комбайнирование применяют в следующих случаях:

- 1) при уборке незасоренных хлебов;
- 2) на редких и низкорослых хлебах, валки которых не могут хорошо удерживаться на стерне и проваливаются на землю, усложняя работу подборщика
- 3) на полеглых хлебах, требующих среза растений на минимальной высоте.

Раздельно убирать такие хлеба нельзя, так как валки приходится укладывать на землю. Полеглые хлеба убирают раздельно только на сильно засоренных полях и при условии, что до обмолота валки не попадут под дождь;

- 4) при частых кратковременных дождях. После них нескошенный стеблестой просыхает за 1-2 ч, а валки в этих условиях могут не подсохнуть до нормальной влажности в течение всего дня;
- 5) если предполагаются затяжные дожди. В таких условиях зерно в валках может погибнуть полностью или резко ухудшится его качество;

- 6) при достаточной насыщенностью хозяйства зерноуборочной техникой.

Прямое комбайнирование предусматривает срезание растений, обмолот растительной массы, выделение зерна из соломы, очистку зерна от примесей, сбор продуктов обмолота (зерна, половы, соломы). Все эти операции выполняет комбайн одновременно, в период полной спелости зерна.

Прямыми комбайнированием убирают равномерно созревающие, малозасоренные хлеба с густотой стеблей не более 300...350 растений на 1 м².

1.2.3 Допустимые уровни потерь, дробления и чистоты зерна

При раздельной уборке:

- потери зерна за валковой жаткой допускаются не более 0,5% для прямостоячих хлебов и 1,5% для полеглых;
- при подборе валков потери зерна не должны превышать 1%;
- чистота зерна в бункере должна быть не менее 96%.

Наименьшие потери зерна на подборе валков наблюдаются при высоте среза 15...18 см для хлебостоя высотой 80...120 см. Более высокие хлеба скашивают на высоте 20...25 см. Если хлебостоя имеет высоту менее 80 см и его необходимо убирать раздельным способом, как, например, на уборке сильно засоренных хлебов, то высоту среза уменьшают настолько, чтобы не срезанных стеблей не осталось.

Высота среза зависит от густоты стояния растений: чем она больше, тем более мощный валок может удержать стерня. Поэтому высокорослые хлеба с густотой стояния выше 400 шт./м² срезают на высоте 20...25 см, а растения средней высоты при густоте 300...400 шт./м² срезают на высоте 15...18 см.

При прямом комбайнировании:

- за жаткой комбайна допускается до 1% потерь для прямостоячих хлебов и 1,5% для полеглых;

- общие потери зерна за молотилкой из-за недомолота и с соломой должны быть не более 1,5% при уборке зерновых и не более 2% при уборке риса;
- чистота зерна в бункере должна быть не ниже 95%;
- дробление семенного зерна не должно превышать 1%, продовольственного – 2%, зернобобовых и крупяных культур – 3%.

При прямом комбайнировании чем ниже высота среза, тем выше сбор соломы и лучшие условия для последующей обработки почвы. Вместе с тем, чем выше стерня, тем производительней работа комбайна, что резко сокращает сроки уборки, снижает общие потери зерна и повышает его валовой сбор. Если срезать только одни колосья, то производительность комбайна повышается на 30...60%. При задаче получить наивысший валовой сбор зерна, особенно на высокоурожайных массивах, стеблестой срезают возможно выше, лишь бы не оставались не срезанными полноценные колосья.

Общие потери за молотилкой (вследствие недомолота и невытряса) при номинальной секундной подачей хлебной массы - 1,5%. При неполной загрузке молотилки уровень допустимых потерь зерна уменьшают. Исключение составляют потери зерна из-за недомолота, которые всегда должны быть на определенном уровне и их уменьшают лишь в случае, если из-за неудовлетворительного состояния поверхности поля невозможно повысить скорость для номинальной загрузки комбайна.

Чтобы в работе была возможность правильно и быстро отрегулировать зерноуборочные комбайны, общие допустимые потери зерна за молотилкой целесообразно расчленить на потери:

- из-за недомолота, которые должны быть не более 0,5%;
- потери свободного зерна в солому - не более 0.5%;
- потери зерна в полову - не более 0,5%.

Такое расчленение допустимых потерь зерна, несмотря на некоторую условность, дает возможность быстрее и точнее установить оптимальные регулировки соответствующих рабочих органов комбайнов. В хозяйствах,

исходя из конкретных условий, может быть установлено другое распределение допустимых потерь зерна за молотилкой.

1.3 Назначение и типы соломоотделителей

1.3.1 Соломоотделители отечественного производства

Соломоотделители выделяют зерно из грубого вороха, полову и часть сбояны, направляют их на очистку и выводят солому из молотилки.

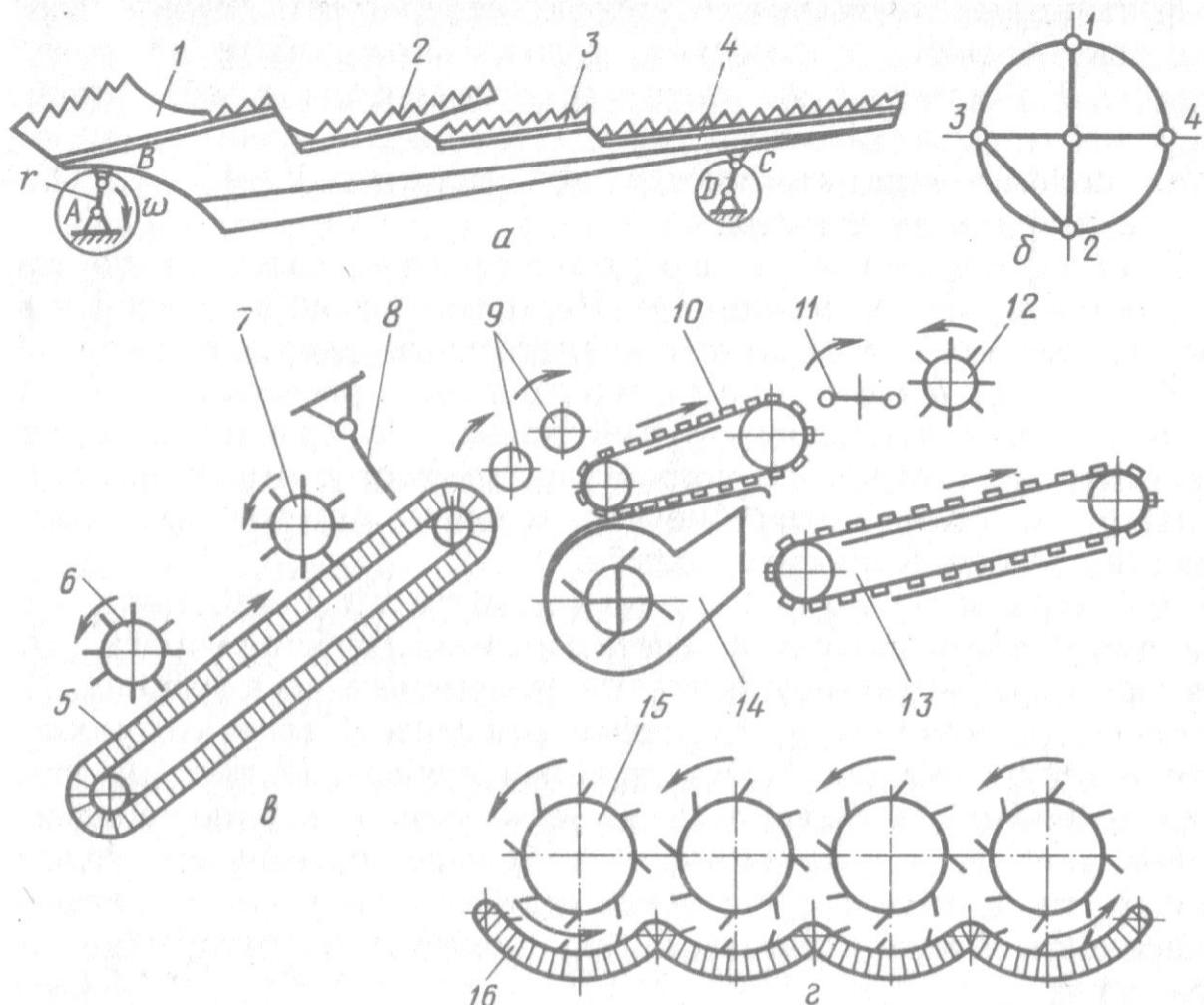
По воздействию на ворох различают соломоотделители встряхивающего, растаскивающего и ударного принципа. К первым относят клавишиные, платформенные и конвейерные соломотрясы.

Клавишиные соломотрясы подбрасывают, вспушивают и растаскивают ворох. Они бывают с тремя-шестью клавишами. Каждая из них представляет собой корпус 4 (рисунок 3.1) с решетчатой рабочей поверхностью 3, выполненной в виде каскадов. Мелкий ворох, просыпавшийся сквозь отверстия решетки клавиш, поступает на решета очистки по желобу корпуса. В некоторых комбайнах применяют клавиши без днища. Для перемещения вороха на очистку под соломотрясом устанавливают шнеки или колеблющуюся транспортную доску.

У клавишей с боков выступают гребенки 1 над рабочей поверхностью. Отдельные каскады снабжены граблинами 2. Гребенки и граблины препятствуют скольжению соломы назад, улучшают растаскивание и способствуют более равномерному ее перемещению к выходу из молотилки. На первом каскаде часто устанавливают более высокие две боковые и одну среднюю гребенки, посредством которых снижается скорость потока соломы и достигается интенсивный процесс выделения зерна.

Корпус каждой клавиши соломотряса шарнирно соединяют с двумя коленчатыми валами одинакового радиуса колен r . Колена AB и CD

параллельны, и расстояния $AD = BC$, т.е. валы и клавиша образуют четырехзвенный параллелограммный механизм $ABCD$. В таком механизме клавиша совершает плоскопараллельное движение, а каждая ее точка движется по окружности радиусом r . Колена валов двух соседних клавиш смещены одно относительно другого на некоторый угол.



а - клавишного двухвального; *б* - расположение колен четырехclaveшного; *в* - конвейерно-роторного; 1 - гребенка; 2 - граблина; 3 - решетчатая поверхность; 4 - корпус клавиши; 5 - транспортер вороха; 6 и 7 - битеры; 8 - секционный фартук; 9 - пиккеры; 10 и 13 - малый и большой транспортеры; 11 и 12 - двухпрутковый и отбойный битеры; 14 - вентилятор; 15 - ротор; 16 – решетка.

Рисунок 1.1 – Схемы соломотрясов

Клавишиные соломотрясы хорошо сепарируют грубый **ворох** колосовых культур с безостым колосом при работе на ровном рельефе. На остистых же хлебах отверстия клавиш забиваются и на уклонах теряется

много зерна. Показатели качества работы таких соломотрясов снижаются при подачах $q > 4,5...5,5$ кг/с на 1 м ширины молотилки.

Платформенные соломотрясы работают по тому же принципу, что и клавишиные. Несколько клавиш объединены в одну платформу с возвратно-поступательным движением.

Конвейерные соломотрясы расчесывают, растаскивают и вспушивают грубый ворох. По сравнению с клавишиными они сложнее по устройству, требуют повышенных энергозатрат и больше перебивают солому, перегружая решета очистки, особенно на сухом хлебе.

Роторные соломоотделители работают по принципу расчесывания и растаскивания грубого вороха. Они снабжены вращающимися роторами (соломочесами) с зубьями. Под каждым соломочесом установлена решетка. Такие соломоотделители по сравнению с соломотрясами лучше работают на уклонах, интенсивно выделяют зерно при уборке длинностебельных хлебов повышенной влажности и больше перебивают солому. Однако на влажных засоренных хлебах отверстия решетчатой поверхности могут забиваться, что приводит к увеличению потерь зерна.

Аксиально-роторные соломоотделители, выделяют зерно из грубого вороха ударом и растаскиванием. Их выполняют в виде ротора, расположенного вдоль или поперек молотилки с неподвижным или вращающимся кожухом. На роторе устанавливают планки по образующей цилиндрической поверхности кожуха или по винтовым линиям. Кожух изготавливают полностью (360°) или частично ($120...270^\circ$) решетчатым. На его внутренней поверхности закрепляют винтовые направители. Планки ротора монтируют с зазором 40...50 мм относительно поверхности кожуха.

Ворох движется между ротором и кожухом по винтовым линиям. Составляющая скорости потока вороха направлена вдоль оси ротора. Шаг винтовой линии тем меньше, чем больше угол наклона планок к образующей и круче поставлены винтовые направители. С уменьшением

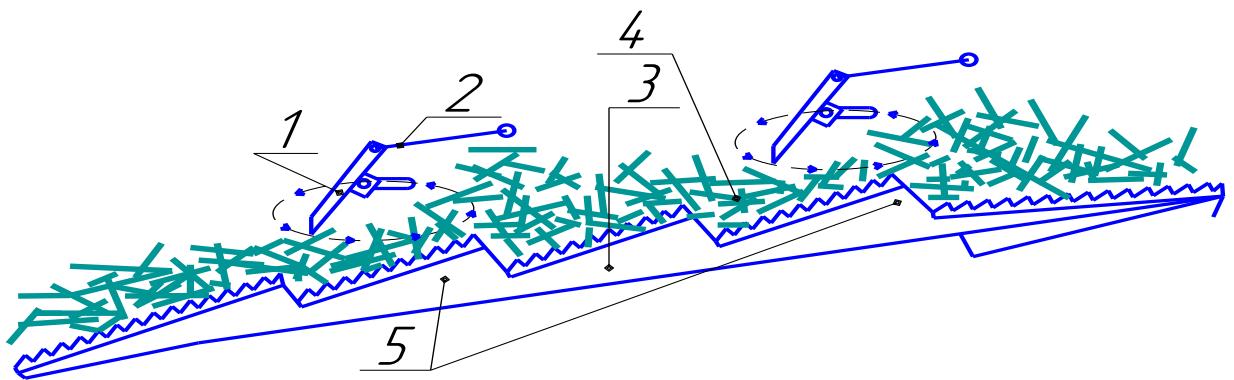
шага возрастает интенсивность сепарации зерна по длине кожуха, но увеличиваются энергозатраты и перебивание соломы.

Соломоотделители интенсивно выделяют зерно из вороха как на горизонтальном участке, так и на склоне. Они не только сепарируют зерно, но и домолачивают колосья. Такие устройства компактны. **Однако** они энергоемки и значительно перебивают солому.

1.3.2 Соломоотделители иностранных производителей

Рассмотрим основные конструктивные особенности соломоотделителей иностранных фирм *CLASS* и *John Deere*. Благодаря прогрессивной системе обмолота *APS* на комбайне *CLASS MEGA 350* до соломотряса комбайна доходит только около 10 процентов поступающего в комбайн зерна. С выделением такого количества зерна соломотряс справляется без труда. Над каждой клавишей соломотряса размещаются два ряда активных, приводимых в движение, захвата, которые производят ворошение соломы сверху. Боковые насадки на ступенях перепадов соломотряса дополнительно обеспечивает максимальный процент сепарации оставшихся в соломе зерен (рисунок 1.2).

Длинные открытые снизу клавиши соломотряса с отдельной возвратной доской работают без проблем даже в самых сложных условиях. На конце соломотряса расположены сенсоры, определяющий уровень загруженности машины, передающие соответствующий сигнал в кабину.



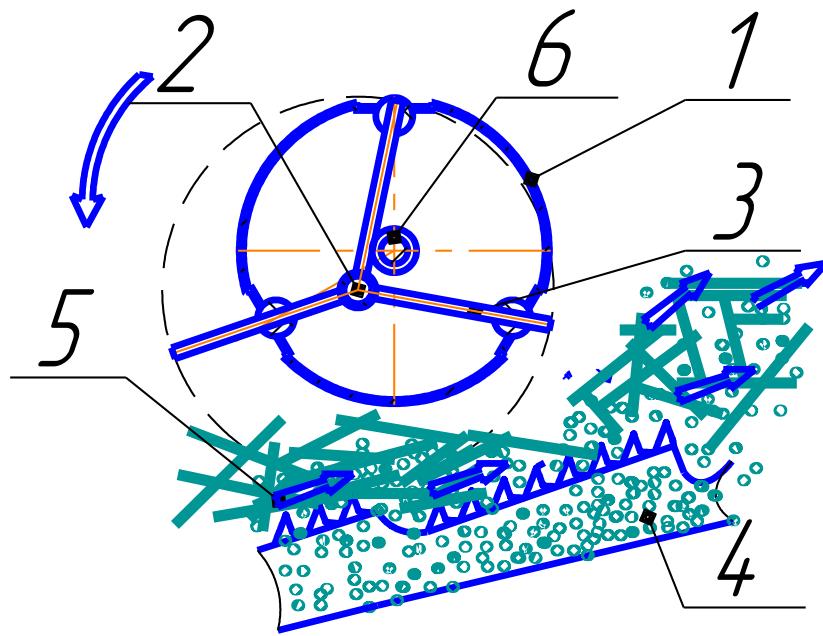
1 - палец (захват); 2 - рычажный механизм; 3 - соломотряс; 4 - поток хлебной массы; 5 - соломотряс.

Рисунок 1.2 - Схема соломотряса с ворошителем хлебной массы фирмы *CLAAS* (комбайн *CLAAS MEGA 350*)

На зерноуборочных комбайнах фирмы *John Deere* используется пальчиковый ворошители, которые вспушивает солому над соломотрясом, что обеспечивает лучшую просеваемость зерна в массе соломы (рисунок 1.3).

Пальцевый сепаратор (ворошитель) осуществляет дополнительную сепарацию в задней части соломотряса. Слой материала ускоряется и расчесывается с помощью пальцев сепаратора; освободившееся зерно проходит через щели в слое материала и попадает на верхнее решето системы очистки комбайна. Три специальные ступеньки за сепаратором обеспечивают дополнительную сепарацию.

Клавиши соломотряса выделяют основную часть зерна в передней части. Попадающая в заднюю часть соломотряса хлебная масса практически не имеет свободного зерна и для того, чтобы высвободить задержавшееся зерно, пальцевой сепаратор расчесывает спрессовавшийся слой соломы.



1-барабан; 2- ось вращения пальцевого механизма; 3- пальцевый механизм; 4- соломотряс; 5 - поток хлебной массы; 6 - ось вращения барабана.

Рисунок 1.3 - Схема соломотряса с активным ворошителем хлебной массы фирмы *John Deere*

Сепаратор работает по принципу проталкивания и освобождения материала. При протаскивании соломы по решеткам клавиш зубцы прочесывают обмолоченный материал, открывая тем самым каналы для отсепарированного зерна, которое падает на решетный стан. Пальцы сепаратора прочесывают соломистый слой, ускоряют движение хлебной массы, при этом соломистый слой утончается. Такой режим является идеальным при работе с соломистыми и плотными культурами.

1.4 Обоснование темы и задачи работы

Урожайность сельскохозяйственных культур относится к показателям, оценивающим высокую культуру земледелия. Из года в год в хозяйствах Республики урожайность зерновых и пропашных культур в последние годы повышается.

В республике Татарстан имеются все условия для ведения

растениеводства и производства продукции животноводства. В результате проведения анализа всей технологии возделывания и уборки зерновых и кормовых культур предприятия были выявлены некоторые недостатки. Однако имеются все возможности для улучшения выхода продукции на основании анализа перспективных существующих приемов по уменьшению потерь при уборке.

Целью данной работы является модернизация зерноуборочного комбайна для создания более эффективной работы и увеличения производительности при уборке зерновых культур хозяйства.

В связи с этим перед нами были поставлены следующие задачи:

- разработать технологическую карту на возделывание пшеницы;
- разработать схему и конструкцию активатора соломотряса, отвечающей требованиям предлагаемой технологии производства;
- произвести необходимые технологические и конструктивные расчёты предлагаемой технологии и конструкции;
- разработать мероприятие по улучшению условий труда и охране окружающей среды;
- произвести экономический анализ предлагаемой конструкции.

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Технологический процесс уборки зерновых

Технологический процесс зерноуборочного комбайна классического типа протекает следующим образом (рисунок 2.1).

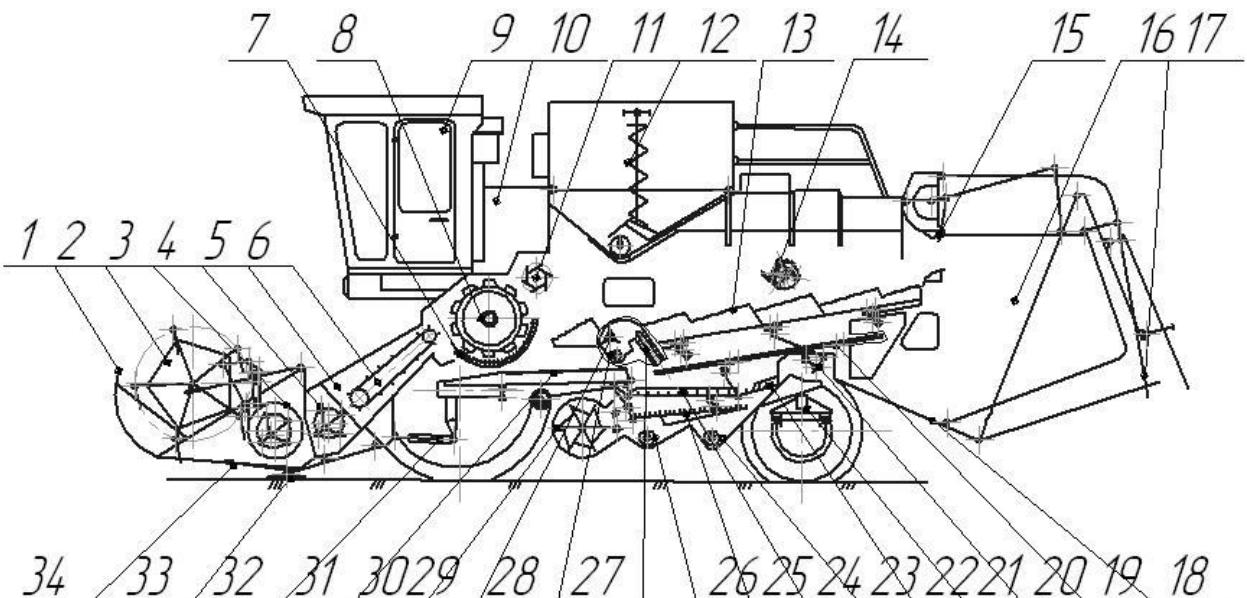


Рисунок 2.1 Схема технологического процесса зерноуборочного комбайна

Полосу стеблей убираемой культуры, отделяемую делителями 1 от хлебостоя, захватывают лопасти мотовила 2 и подводят к режущему аппарату 32. Срезанные стебли подаются мотовилом к шнеку жатки 3. Шнек 3, имея спирали правого и левого направления, перемещает срезанные стебли от краев к центру жатки, где расположен пальчиковый механизм. Пальчиковый механизм шнека 3 захватывает их, а также стебли, непосредственно поступающие на него, и направляет в окно жатки, из которого масса отбирается битером проставки 4 и передается к транспортеру 6 наклонной камеры 5, который направляет ее в приемную камеру молотилки 8.

В молотильном аппарате 8 масса обмолачивается и большая часть зерна и мелких соломенных фракций выделяется (идет проходом) через решетчатое подбарабанье 7 на транспортную доску 29. Из молотильного аппарата хлебная масса выходит в виде двух фракций - соломенного и зернового вороха. Соломенный ворох, содержащий в основном крупную солому и часть зерна, попадает на соломотряс 13, на котором выделяются оставшееся зерно и мелкие соломистые частицы, а солома по соломотрясу 13 поступает к копнителю 15. При сходе с соломотряса 13 солома захватывается граблинами соломонабивателя 14 и направляется в камеру копнителя 15.

По мере наполнения копнителя 15 растет усилие подпрессовки соломы, которое воздействует на клапан аварийного заполнения 16 и включает сигнал полного заполнения копнителя. Если механизатор почему-либо не заметил этого сигнала и не сбросил копну, то включается автомат сброса копны.

Зерновой ворох, выделенный через подбарабанье 7, а также зерно и мелкие соломистые частицы, выделенные на соломотрясе 13, поступают на транспортную доску, которая подает этот ворох на очистку.

На решетах очистки 22 и 23, обдуваемых вентилятором 28, зерно окончательно отделяется от соломистых примесей. Чистое зерно, прошедшее через оба решета 22 и 23, поступает по скатной доске решетного стана в зерновой шнек 24 и транспортируется элеватором в бункер 12.

Недомолоченные колоски, сходящие с нижнего решета 23 и с удлинителя верхнего решета 20 вместе с примесью свободного зерна и половы, попадают в колосовой шнек 21 и перемещаются шнеком 21 и элеватором 25 к автономному домолачивающему устройству 27, где выделяется оставшееся в колосках зерно.

Образовавшийся после домолота ворох поступает в горловину распределительного шнека 26, который сбрасывает его на конец транспортной доски 26 (благодаря специальной конструкции кожуха распределительного шнека ворох равномерно распределяется по ширине молотилки). При этом

труднообмолачиваемые колоски могут несколько раз циркулировать по контуру «домолот-очистка», пока не произойдет их полный вымолот.

Мелкая соломистая часть вороха транспортируется воздушным потоком и решетами к половонабивателю 18, который подает ее в камеру копнителя 15 или в шнек половоотборника измельчителя.

При использовании навесного измельчителя солома с соломотряса поступает непосредственно на измельчающий аппарат и после измельчения молотковыми ножами выбрасывается через дефлектор в тележку или на поле. При этом она проходит через нижний люк и лопатки разбрасывателя, которые можно устанавливать в одно из двух положений: для разбрасывания по полю или укладки в валок.

Комбайны “Дон-1500Б” при комплектации их соответствующими приспособлениями могут использоваться на уборке кукурузы, подсолнечника, сои, сорго, крупяных культур, семенников трав.

В этом случае технологический процесс в молотилке комбайна практически не изменяется - все рабочие органы остаются на месте. Однако, чтобы усилить действие этих рабочих органов на убираемую культуру с учетом ее свойств их подвергают некоторой доработке. Так, например, при уборке семенников трав на переднюю часть подбарабанья 7 молотилки устанавливают специальную сетку, которая способствует лучшему вытианию семян, а в очистку вводят сменное решето, что позволяет улучшить сход пыжины в колосовой шнек.

При уборке кукурузы функции молотильного аппарата остаются теми же, но для улучшения технологического процесса пространство между бичами перекрывают специальными щитками, а для повышения эксплуатационной надежности соломотряса также закрывают щитками его первый и второй каскады.

Наибольшие изменения жатвенная часть претерпевает при уборке кукурузы и подсолнечника, для которой применяют принципиально новые приспособления. Уборка некоторых других культур требует доработки шнека

и мотовила. Так, при уборке сорго на трубы граблины устанавливают специальные лопасти, обтянутые с одной стороны полотном, что способствует значительному снижению потерь зерна. При уборке люпина на мотовило монтируют граблины с удлиненными пальцами.

2.2 Технологические расчёты

2.2.1 Определение производительности комбайна. Задаемся следующими исходными данными:

- длина гона поля - 1000 м;
- ширина захвата жатки - $B = 7$ м;
- скорость движения агрегата $V = 2,8$ м/с.

Фактическая производительность агрегата в га/ч определяется как [3]

$$W = c_{\omega} \times B \times V \times \xi_{\beta} \times \xi_{v} \times \tau, \quad (2.1)$$

где c_{ω} - коэффициент, зависящий от того в каких единицах принята скорость

движения V , $c_{\omega} = 0,36$;

ξ_{β} - коэффициент использования конструктивной ширины захвата

агрегата, $\xi_{\beta} = 0,97$;

ξ_{v} - коэффициент использования скорости движения, $\xi_{v} = 1$;

τ - коэффициент степени использования времени смены, $\tau = 0,9$.

Теоретическая производительность агрегата составит

$$W_m = c_{\omega} \times B \times V = 0,36 \cdot 7 \cdot 2,8 = 7,1 \text{ га/ч.} \quad (2.2)$$

Соответственно, фактическая производительность агрегата равна

$$W = W_m \cdot \tau \cdot \xi_{\beta} \cdot \xi_{v} = 7,1 \cdot 0,9 \cdot 0,97 \cdot 1 = 6,2 \text{ га/ч.} \quad (2.3)$$

2.2.2 Кинематический режим работы соломотряса. Интенсивность встрихивания и растаскивания грубого вороха клавишами соломотряса зависят от движения точек рабочей поверхности клавиш соломотряса.

Режим работы соломотряса принято оценивать показателем кинематического режима k , представляющим собой отношение центростремительного ускорения $r\omega^2$ точек клавиш к ускорению свободного падения g

$$k = r\omega^2. \quad (2.4)$$

От показателя k зависят амплитуда встрихивания и скорость движения вороха u_e вдоль клавиши. График функции $u_e(k)$ линейно-возрастающий. При $k = 2,2$ средняя скорость вороха составляет $u_e = 0,35 \dots 0,40$ м/с. С повышением скорости u_e , уменьшается толщина слоя соломы и сокращается время пребывания ее на соломотрясе. При снижении толщины слоя сепарация увеличивается. В результате более продолжительной обработки вороха на соломотрясе повышается сепарация. Потери зерна в соломе в зависимости от показателя кинематического режима работы соломотряса показаны на рисунке 2.2.

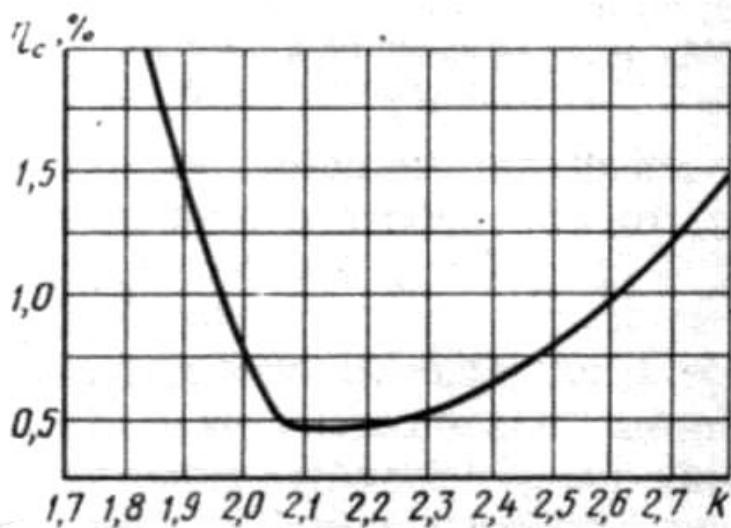


Рисунок 2.2 - Зависимость схода свободного зерна η_c с клавишного соломотряса от показателя кинематического режима k

При отклонении показателя кинематического режима от оптимального значения ($k = 2,1 \dots 2,3$) увеличиваются потери свободным зерном.

В условиях эксплуатации комбайна также необходимо соблюдать оптимальный кинематический режим работы соломотряса, то есть, загружая молотилку, не перегружать двигатель и не занижать его скоростной режим.

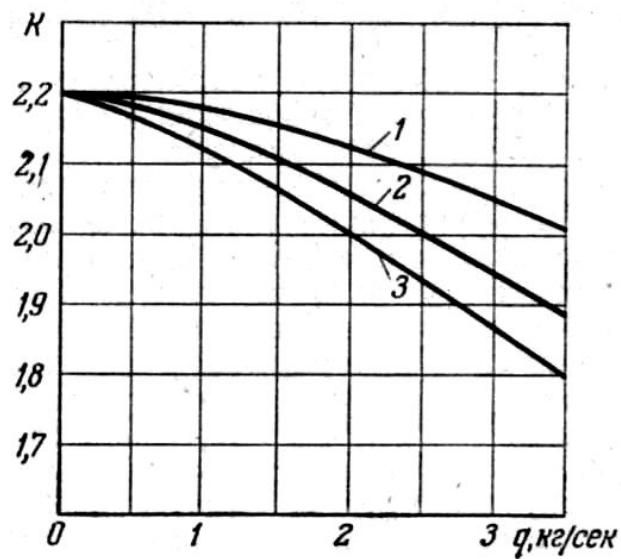
Приведенные зависимости указывают, что отклонение кинематического режима от оптимальной величины увеличивает потери свободным зерном. В условиях эксплуатации комбайна необходимо соблюдать постоянным заданный кинематический режим работы соломотряса. Для создания указанного условия необходимо, чтобы срезанная масса наиболее равномерно и непрерывным потоком подавалась в молотилку.

Однако, в действительности загрузка комбайна неравномерна и, по данным ряда исследований, колеблется относительно средней от $0,67^{q_{\text{н\delta}}}$ до $1,33^{q_{\text{н\delta}}}$. Такой характер нагрузки определяется, прежде всего, неравномерностью урожайности, неправильным выбором скорости движения, непостоянной шириной захвата комбайна, неточной регулировкой рабочих органов, транспортирующих хлебную массу. Кроме того, неравномерность загрузки зависит от квалификации комбайнеров.

Колебание загрузки вызывает отклонение частоты вращения вала соломотряса от заданной. Величина отклонения зависит от подачи и мощности двигателя комбайна.

На рисунке 2.3 приведены изменения максимального, среднего и минимального показателей кинематического режима соломотряса комбайна при работе на озимой пшенице при различной суммарной подаче хлебной массы.

Сопоставляя значение минимального показателя кинематического режима работы соломотряса с кривой, изображенной на рисунке 2.3 получим, что соломотряс будет давать потери свободным зерном в 3,5 раза больше, чем при оптимальном режиме. Эти данные указывают на важность соблюдения постоянной и близкой к оптимальной частоты вращения вала соломотряса.



1 - k_{\max} - максимальный; 2 - k_c - средний; 3 - k_{\min} - минимальный.

Рисунок 2.3 - Изменение показателя k кинематического режима работы соломотряса в зависимости от подачи q

2.2.3 Выделение зерна соломотрясом. Показатели работы соломотряса характеризуются коэффициентами s_c выделения (сепарации) и интенсивности сепарации μ_c зерна.

Коэффициент s_c – отношение массы m_a зерна, выделенного из вороха соломотрясом, к массе m_n вымоловченного (свободного) зерна, поступившего на начало соломотряса

$$s_c = \frac{m_a}{m_n} \quad (2.5)$$

Значение коэффициента s_c зависит от типа, параметров и режима работы соломотряса, свойств вороха.

Для комбайна «Дон-1500Б» с площадью рабочей поверхности соломотряса $f_c = 6,1 \text{ м}^2$ при подаче $q = 7,5 \dots 8,0 \text{ кг/с}$ коэффициент $s_c = 0,90 \dots 0,95$.

Интенсивность сепарации характеризуется коэффициентом

$$\mu_c = \frac{m_{\hat{a}}}{m_i} f_c \quad (2.6)$$

Коэффициент μ_c - доля свободного зерна, выделенного на 1 см² или на 1 м² площади f_c рабочей поверхности соломотряса. В расчетах коэффициент μ_c принимаем постоянным по всей площади рабочей поверхности сепаратора.

В зависимости от толщины слоя соломы μ_c изменяется по закону равносторонней гиперболы

$$\frac{\mu_{\hat{n}i}}{\mu_{\hat{n}}} = \frac{h_i}{h_o}, \quad (2.7)$$

где $\mu_{\hat{n}i}$ - коэффициент интенсивности сепарации при толщине слоя h_o ;
 μ_c - то же самое при толщине слоя h_i .

Так как толщина слоя пропорциональна приведенной подаче q , то при работе в одинаковых условиях

$$\frac{\mu_{\hat{n}i}}{\mu_{\hat{n}}} = \frac{q_i}{q_o} \quad (2.8)$$

Для двухвального клавишного соломотряса при уборке пшеницы влажностью $w_I=14...18\%$ и подаче $q_1^1=4,0..5,0$ кг/с на 1 м ширины молотилки $\mu_{\hat{n}i}=0,68...0,60$ 1/м2.

Заменив $\mu_{\hat{n}i}$ и q в формуле (2.8) и решив его, получим следующие выражения для определения среднего значения коэффициента интенсивности сепарации для клавишного соломотряса

$$\mu_c = (2,7..3,0) / q_1^1. \quad (2.9)$$

2.2.4 Потери зерна за соломотрясом. Если принять, что коэффициент μ_c остается постоянным по всей длине соломотряса, то коэффициент схода η_c зерна с соломой на элементе площади df_c (рисунок 2.4) может быть выражен следующим уравнением

$$\mu_c df_c = \frac{-d\eta_c}{\eta_c} \quad (2.10)$$

Решив это уравнение, получим

$$\eta_c = \eta_i e^{-\mu_c f_c}, \quad (2.11)$$

где η_i - коэффициент схода свободного зерна с соломой из молотильно-сепарирующего устройства на соломотряс (при $f_c=0$, $\eta_c = \eta_i$).

Коэффициент схода η_i зависит от подачи q . При уборке пшеницы влажностью $w_1=10\ldots20\%$ для комбайна с бильным молотильно-сепарирующим устройством

$$\eta_i = (17\ldots20) \cdot 10^{-3} q_1^1. \quad (2.12)$$

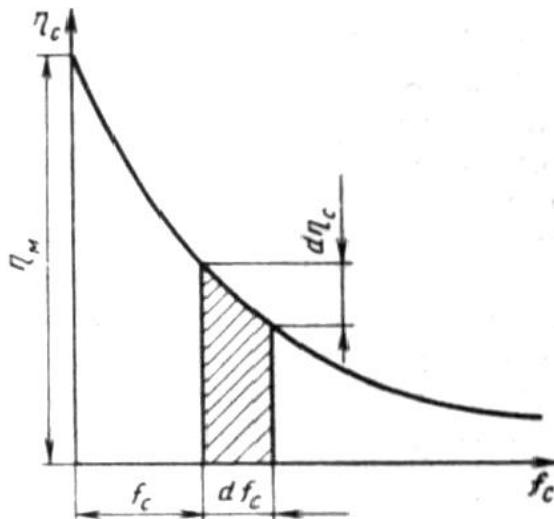


Рисунок 2.4 - Зависимость хода η_c свободного зерна от площади f_c соломотряса

У комбайна «Дон-1500Б» площадь соломотряса составляет $f_c=6,1 \text{ м}^2$.

Из выражения (2.12) для комбайна «Дон-1500Б» следует

$$q = q_1^1 \cdot 1,5 = 5 \cdot 1,5 = 7,5 \text{ кг/с.} \quad (2.13)$$

Соответственно

$$\eta_i = 18 \cdot 10^{-3} \cdot 5 = 0,09. \quad (2.14)$$

Значит

$$f = \frac{6,1}{1,5} = 4,1 \quad \text{м2.} \quad (2.15)$$

Следовательно

$$\mu_{\tilde{n}} = \frac{3,0}{5} = 0,6 \quad \text{м2.} \quad (2.16)$$

Сход свободного зерна с соломой составит

$$\eta_c = 0,09 \cdot e^{-0,6 \cdot 4,1} = 0,0077 \quad . \quad (2.17)$$

2.2.5 Подача на соломотряс. Пропускная способность соломотряса ограничивается допустимыми потерями. Установлено, что около 85% всех потерь за молотилкой приходятся на долю соломотряса. За допустимую величину потерю свободным зерном с соломой принимают потери, равные 0,4...0,5% от всего количества зерна, поступающего в комбайн.

Из выражения (2.11) потери зерна соломотрясом в % определяются следующей формулой

$$p = \frac{q_c}{\delta \cdot q} 100 = \frac{a \cdot 100}{\delta \cdot q} e^{-\mu L} \quad , \quad (2.18)$$

где a - подача зерна на соломотряс, кг/с;

δ - соломистость, т. е. отношение веса зерна к подаче хлебной массы,

L - длина соломотряса, см;

q - подача хлебной массы в комбайн, кг/с.

Учитывая просеивание зерна сквозь отверстия деки коэффициентом ε , получим

$$a = (1 - \varepsilon) \delta \cdot q \quad . \quad (2.19)$$

Подставляя это выражение в формулу (2.18), получим

$$p = 100(1 - \varepsilon) e^{-\mu L} = \frac{a \cdot 100}{\delta \cdot q} e^{-\mu L} \quad . \quad (2.20)$$

Так как коэффициент μ зависит от толщины слоя, то потери зависят от величины подачи q .

Выразим толщину H слоя соломы на соломотрясе, исходя из следующего. На соломотряс за 1 с поступает солома, объем которой равен

$$V_c = \frac{q(1-\delta)}{\gamma_c}, \quad (2.21)$$

где γ_c - плотность слоя соломы на соломотрясе, равная 12-17 кг/м³.

Если время пребывания любой частицы грубого вороха на соломотрясе длиной L при средней скорости $g_{\bar{n}\delta}$ перемещения массы равно

$$t = \frac{L}{g_{\bar{n}\delta}}, \quad (2.22)$$

то объем соломы, находящийся непрерывно на соломотрясе, равен

$$V = V_c t = \frac{V_c L}{g_{\bar{n}\delta}}. \quad (2.23)$$

Но $V = HBL$, следовательно

$$HBL = \frac{V_c L}{g_{\bar{n}\delta}} \quad \text{и} \quad HB = \frac{V_c}{g_{\bar{n}\delta}}. \quad (2.24)$$

Так как

$$V_c = \frac{q(1-\delta)}{\gamma_c}, \quad (2.25)$$

значит

$$HB = \frac{q(1-\delta)}{\gamma_c g_{\bar{n}\delta}}, \quad (2.26)$$

и, следовательно

$$H = \frac{q(1-\delta)}{B\gamma_c g_{\bar{n}\delta}}. \quad (2.27)$$

Используя формулы (2.8), (2.18) и (2.27), при заданных потерях свободным зерном в % вычисляем толщину H слоя соломы на соломотрясе, коэффициент μ сепарации и допустимую подачу q в комбайн.

На рисунке 2.5 изображена кривая изменения потерь зерна соломотрясом комбайна в зависимости от величины подачи хлебной массы q .

По характеру кривой можно определить, что потери зерна являются допустимыми в пределах подач 3,75-4 кг/с на 1 м ширины молотилки. Дальнейшее увеличение подачи приводит к резкому возрастанию потерь.

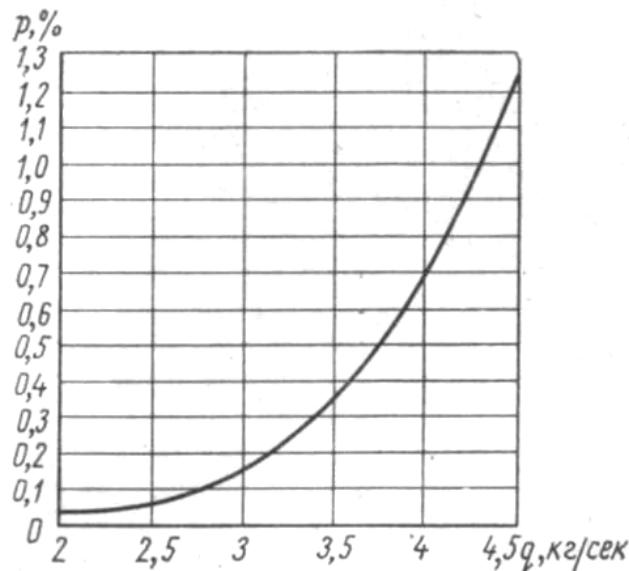


Рисунок 2.5 - Изменение величины потерь зерна соломотрясом в зависимости от загрузки q

В условиях эксплуатации содержание зерна в хлебной массе может быть различно в зависимости от состояния хлебостоя. Х. И. Изаксоном установлено (рисунок 2.6), что с увеличением соломистости δ сверх 0,4 суммарную подачу хлебной массы q можно увеличить при тех же потерях при условии, что подача q соломы, а следовательно, и толщина ее слоя H на соломотрясе остаются постоянными.

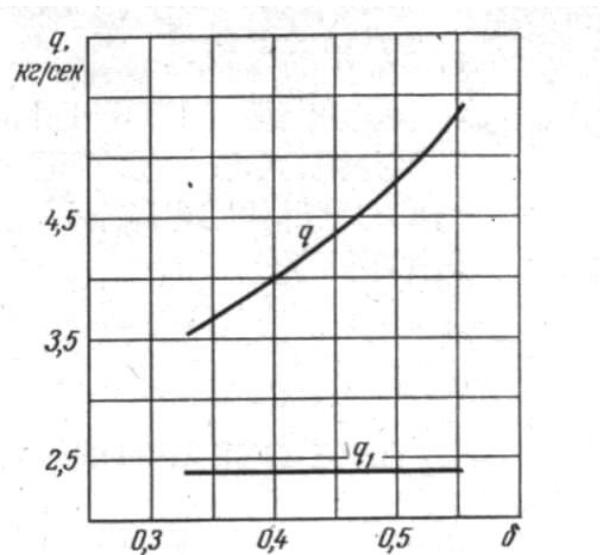


Рисунок 2.6 - Изменение подачи хлебной массы в комбайн на 1 м ширины молотилки в зависимости от соломистости δ (подача q_c соломы постоянна)

Из этих данных видно, что при постоянной подаче соломы $q_c = 2,4$ кг/с и соломистости $\delta = 0,55$, комбайн может работать при суммарной подаче до 5,4 кг/с на 1 м ширины молотилки. Повышение подачи соломы сверх 5,4 кг/с сопровождается ростом потерь зерна вследствие перегрузки соломотряса. Выделение зерна соломотрясом зависит также от равномерности подачи хлебной массы, от степени дробления соломы молотильным аппаратом, от забивания решетки соломотряса и от других факторов.

2.2.6 Определение потребной мощности. Для приблизительного подсчета потребной мощности на привод ворошителя соломотряса воспользуемся известным уравнением барабана В.П. Горячкина, которое имеет следующий вид

$$75N = J\omega \frac{d\phi}{dt} = \frac{qv^2}{1 - f_n}, \quad (2.28)$$

где N – мощность потребная для работы барабана, Вт;

J – момент инерции барабана, кг·м²;

ω – угловая скорость, с⁻¹;

$\frac{d\varphi}{dt}$ - угловое ускорение, с^{-2} ;

q – подачи хлебной массы за 1 с, кг;

v – окружная скорость барабана, м/с;

f_n – коэффициент перетирания.

Это уравнение устанавливает в общем виде связь между тремя элементами процесса: двигателем (N), барабаном (J) и хлебной массой (q).

Предположим, что хлебная масса, поступающая в барабан, в результате неупругого удара приобретает скорость, равную окружной скорости барабана v .

Удары сообщаются непрерывно поступающим массам, которые приобретают скорость v за время Δt .

Задаемся значением коэффициента перетирания $f_n = 07 \dots 0,8$.

Коэффициент перетирания f_n представляет собой неизвестную функцию многих переменных (свойств и состояния обмолачиваемой культуры, особенностей конструкции и размеров молотильного устройства, величины зазоров и т. д.) и может быть определен для данного частного случая лишь замером потребной мощности.

Далее приведем расчет потребной мощности с учетом основных факторов, определяющих процесс обмолота.

В общем виде

$$N = N_o + N_{nm} + N_{y\partial}, \quad (2.29)$$

где N_o - мощность, потребляемая на преодоление вредных сопротивлений;

N_{nm} - мощность, потребляемая на «перетирание» - обмолот хлеба в зазорах между барабаном и соломотрясом;

$N_{y\partial}$ - мощность, потребляемая на удар и сообщение скорости продуктам обмолота.

Мощность, потребная на преодоление вредных сопротивлений, изменяется в зависимости от угловой скорости по кубической параболе уравнением

$$75N_o = A\omega + B\omega^3, \quad (2.30)$$

выведенным В. П. Горячкиным в его теории барабана. Первый член правой части уравнения (3.30) отражает потери на трение, а второй – аэродинамические потери.

Согласно В.П. Горячкину конечное уравнение для определения вредных сопротивлений, кВт

$$102N_0 = R\psi\rho\omega + \frac{\gamma_e F i \varepsilon^2 r_a^3}{2g} \omega^3, \quad (2.31)$$

где R - сумма реакций на опорах, кг;

ψ - коэффициент трения;

ρ - радиус цапфы, м;

γ_e – объемный вес воздуха, м³/кг;

F - лобовая площадь одного бича, м²;

i - число бичей на барабане;

ε - коэффициент пропорциональности;

r_a - радиус центра лобовой площади, м;

g - ускорение свободного падения, м/с².

Для ворошителя соломотряса значением сопротивлений, возникающих вследствие аэродинамических потерь, можно пренебречь.

Следовательно, для опоры с двумя подшипниками качения $\psi\rho = (15-20)*10^{-6}$.

Исходя из уравнения (2.31) вредные сопротивления составят $N_0=29,4$ кВт.

Под перетиранием понимается комплекс различных деформаций и сопротивлений, возникающих при протаскивании хлеба через зазоры между барабаном и клавишей. Основными из них являются: трение на боковых гранях пальцев или на поверхности пальцев барабана, разрыв стеблей, поднятие нижнего слоя наверх. Мощность, потребная на перетирание соломы пальцами активатора (ворошителя) определяется как

$$N_{nm} = N_T + N_{u3} + N_3 + N_c, \quad (2.32)$$

где N_T – мощность, потребляемая на преодоление трения, вызванного сжатием хлеба в зазорах;

N_{uz} - мощность, потребляемая на преодоление трения от изгиба стеблей;

N_3 - мощность, потребляемая на разрушение колосьев;

N_c - мощность, потребляемая на разрыв стеблей.

Выражение для определения мощности, затрачиваемой на преодоление сил трения, вызванных сжатием хлеба в зазорах выглядит как, кВт

$$102N_T = \frac{fbb_0\eta lii_0 Ae^C}{2\pi r} \cdot \frac{\nu}{C\gamma\eta l \frac{\delta\nu_{ex}}{q}}, \quad (2.33)$$

где f - коэффициент трения хлебной массы о сталь;

b - ширина пальца при зазоре δ эквивалентная по воздействию ширине пальца с переменным зазором, м;

b_0 - толщина клавиши, м;

η - коэффициент использования длины барабана;

l - длина барабана, м;

i - число пальцев барабана;

i_0 - число клавиш соломотряса;

A и C - коэффициент постоянный для данной культуры;

e - основание натурального логарифма;

r - радиус барабана, м;

γ - объемный вес хлеба, кг/м³;

ν - окружная скорость, м/с;

ν_{ex} - окружная скорость на входе, м/с;

δ - обмолачивающий зазор, м;

q - подача, кг/с.

Для яровой пшеницы при объемном весе $\gamma = 35$ кг/м³, отношении зерна к соломе 1:1,8, средней длине стеблей $L = 80$ см и влажности соломы $W=12\%$, $A = 1$ кг/м², $C = 12$.

Следовательно, мощность, затрачиваемая на преодоление сил трения, вызванных сжатием хлеба в зазорах равна

$$102N_T = \frac{0,37 \cdot 0,001 \cdot 0,26 \cdot 0,98 \cdot 1,5 \cdot 2 \cdot 5 \cdot 1 \cdot 2,17^{12}}{2\pi 0,13} \cdot \frac{13}{2,71} = 0,124, \quad (2.34)$$

откуда $N_T = 12,4$ кВт.

Мощность, затрачиваемая на преодоление сил трения вследствие изгиба стеблей определяется как, кВт

$$102N_{uz} = \frac{9EJ_{co} f_i L q_v}{2,5\pi r^2 q_c v_{a\delta}}, \quad (2.35)$$

где ϑ - поправочный коэффициент;

EJ_{cm} - жесткость стебля;

L - средняя длина стеблей, м;

q_c - средний вес одного стебля, кг.

Жесткость стеблей EJ_{cm} зависит от их диаметра d и, согласно экспериментальным данным, может быть определена как

$$EJ_{cm} = \theta d^4, \quad (2.36)$$

где d - диаметр стеблей, по среднему междуузлию, м;

θ - коэффициент, для стеблей пшеницы $\theta = 38 \cdot 10^6$ кг/м².

Откуда

$$EJ_{cm} = 38 \cdot 10^6 \cdot 0,0025^4 = 1,4 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot \text{м}^2. \quad (2.37)$$

Исходя из выражения (2.35)

$$102N_{uz} \frac{0,05 \cdot 1,37 \cdot 10^{-3} \cdot 0,37 \cdot 4 \cdot 0,8 \cdot 3 \cdot 0,78}{2,5\pi \cdot 0,35^2 \cdot 0,0025 \cdot 0,672} = 0,012. \quad (2.38)$$

Следовательно, мощность, затрачиваемая на преодоление сил трения вследствие изгиба стеблей $N_{uz} = 12$ кВт.

Зерна из колосьев выделяются вследствие ударов пальцев барабана по ним, а также при протаскивании колосьев через зазоры. В результате ударов из них выделяются легкообмолачиваемые зерна и оставшиеся в толщине соломы, а протаскивание (калибровка) через зазор позволяет выделить остальные. На выделение одного зерна при ударе требуется значительно меньше энергии, чем при протаскивании через щель. Произведем расчет для случая, когда требуются большие затраты энергии, полагая, что все зерна выделяются из колосьев при их протаскивании через зазоры.

Определим мощность, затрачиваемую на разрушение колосьев, задавшись значением усилия на отрыв одного зерна из колоса равным 100 мг. Откуда мощность, затрачиваемая на отрыв одного зерна, будет равна, кВт

$$N_{30} = FV \cos \alpha, \quad (2.39)$$

где F – сила, необходимая на отрыв одного зерна, Н;

V - скорость перемещения зерна при ударе, м/с;

α - угол между направлениями скорости и перемещения, град.

Откуда

$$N_{30} = 0,00098 \cdot 0,720 \cdot \cos 0^0 = 0,00070 \text{ Вт.} \quad (2.40)$$

Мощность, затрачиваемая на разрушение колосьев

$$N_3 = \frac{\kappa q}{q_3} N_{30}, \quad (2.41)$$

где κ - отношение веса зерна к общему весу хлеба;

q_3 - средний вес одного зерна, кг;

N - мощность, затрачиваемая на отрыв одного зерна, Вт.

Откуда

$$N_3 = \frac{0,4 \cdot 3}{0,00005} 0,0007 = 16,8 \text{ Вт} = 0,0168 \text{ кВт.} \quad (2.42)$$

Мощность, затрачиваемая на разрыв стеблей (на ворошение), определяется как

$$N_c = \frac{(1-k)q}{q_c} (\mu - 1) N_{c0}, \quad (2.43)$$

где μ - степень перебивания соломы (отношение средней длины стеблей до обмолота к средней длине соломы после обмолота);

N_{c0} - мощность одинарного разрыва стебля, Дж;

$$N_{c0} = 0,3 \cdot 0,7 = 0,21 \text{ Вт.}$$

Следовательно

$$N_c = \frac{(1-0,4)8}{0,0025} (1,2 - 1) 0,21 = 80,64 \text{ Вт} = 0,08064 \text{ кВт.} \quad (2.44)$$

Степень перебивания соломы зависит от многих факторов: подачи q , окружной скорости, длины стеблей, угла их расположения к линии подачи,

величин зазоров, угла обхвата, свойств и состояния хлеба. В средних условиях для молотильного устройства $\mu = 1,2 - 1,8$.

Экспериментально установлено, что при увеличении угла расположения стеблей к линии подачи от 0° (продольная подача) до 90° (поперечная подача) степень перебивания в штифтовом молотильном устройстве увеличивается с 2,5 до 4,0, а в бильном уменьшается с 1,75 до 1,25.

Следовательно, мощность, затрачиваемая на перетирание соломы пальцами активатора (ворошителя) составляет

$$N_{nm} = 12,4 + 12 + 0,0168 + 0,08064 = 24,5 \text{ кВт.} \quad (2.45)$$

Мощность, затрачиваемая на удар и сообщение скорости продуктам обмолота, равна, кВт

$$N_{\delta\ddot{a}} = \xi \frac{m}{2t} v^2 = \zeta \frac{q}{2} v^2, \quad (2.46)$$

где ξ - поправочный коэффициент. Для бильного молотильного аппарата $\xi = 0,3$, для штифтового $\xi = 0,8$.

Откуда

$$N_{\delta\ddot{a}} = 0,3 \frac{8}{2} 0,7^2 = 0,6 \text{ кВт.} \quad (2.47)$$

Следовательно, мощность, затрачиваемая на привод ворошителя (активатора) составляет

$$N = 29,4 + 24,5 + 0,6 = 54,5 \text{ кВт.} \quad (2.48)$$

2.3 Физическая культура на производстве

Физическая культура на производстве – важный фактор ускорения производительности труда.

С учётом преобладания умственного или физического труда и его

тяжести специалисты механизаторы подразделяются на 2 группы: водители самоходных агрегатов и машин (шоферы, трактористы) и специалисты стационарных установок (мотористы, слесари, электрифициаторы). Поэтому работа одних связана с управлением транспорта, с большой психофизической нагрузкой, а других – со сложной координацией движения и работой в непростых условиях (на высоте, в узких помещениях). Это требует выносливости, силы отдельных мышц, специальной координации движений. Занятия по физической культуре для выпускников должны включать следующие виды спорта: гиревой спорт, армспорта, борьбу, гимнастику, спортивные игры и другие виды спорта.

3. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Обоснование конструктивной схемы активного ворошителя соломотряса

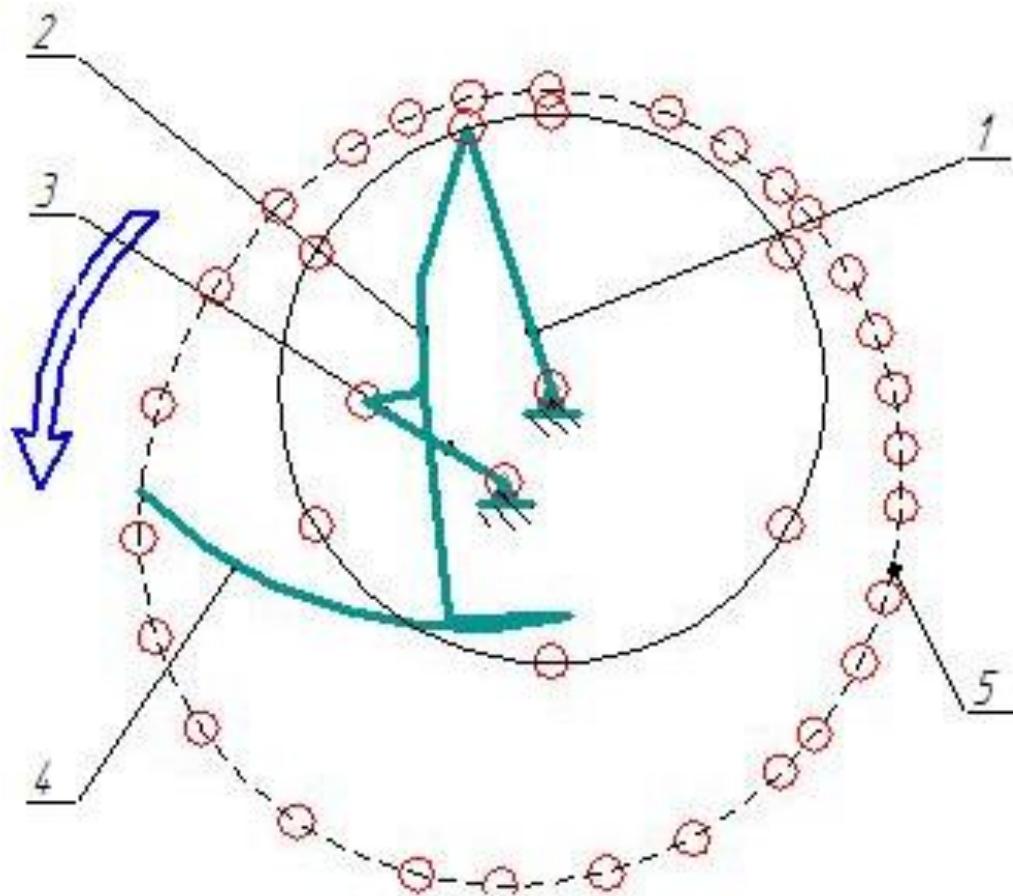
В качестве прототипа для усовершенствования соломотряса зерноуборочного комбайна “Дон-1500Б” выбрана конструкция ворошителя, применяемого на комбайнах *CLAAS Dominator* (рисунок 3.1).

Данная конструкция представляет собой пальцевый разрыхлитель соломы, установленный над клавишным соломотрясом. Саблевидные пальцы в отличие от прямых, применяемых на комбайнах *John Deere*, предотвращают наматывание на барабан соломистой массы. Данное преимущество особо заметно при уборке сильно засоренных и переувлажненных хлебов.

Даже, несмотря на превосходную работу молотильного аппарата, в соломе

всегда остаётся значительное количество зерна. Очень важной является задача по их извлечению, решение которой и возлагается на соломотряс. Однако процесс осложняется тем фактом, что солома при современных методах возделывания зачастую остаётся зелёной, влажной и жёсткой.

					<i>BKP 35.03.06.092.18.00.00.000</i>		
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>			
<i>Разработ.</i>		<i>Шакирзянов Р.Р.</i>		<i>06.18</i>			
<i>Руковод.</i>		<i>Халиллин Д.Т</i>		<i>06.18</i>			
<i>Консульт.</i>							
<i>Нормокон.</i>		<i>Халиллин Д.Т</i>		<i>06.18</i>			
<i>Зав. каф.</i>		<i>Халиллин Д.Т</i>		<i>06.18</i>			
<i>Конструкторская часть</i>					<i>Лист</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
					<i>BKP</i>	<i>1</i>	<i>19</i>
					<i>Казанский ГАУ</i>		



1 - кривошип (барабан); 2 - шатун (вилка); 3 - коромысло (серъга); 4 - палец; 5 - траектория движения конечной точки пальца

Рисунок 3.1 – Кинематическая схема конструкции ворошителя грубого вороха компании CLAAS (комбайн Dominator)

Решающее значение для высокой эффективности сепарации, особенно в сложных условиях уборки, например при высокой влажности соломы или большом количестве зелёных побегов, имеет интенсивное разрыхление слоя соломы. Таким образом, с целью повышения качества работы соломотряса (снижения потерь свободным зерном) в данном дипломном проекте нами предложено установить активный ворошитель пальчикового типа над соломотрясом зерноуборочного комбайна “Дон-1500Б”.

Установлено, что, аналогичная и применяемая на соломотрясах некоторых иностранных комбайнов, мультипальцевая система сепарации

(MSS), представляющая собой установленный над соломотрясом барабан с управляемыми пальцами, гарантирует эффективную сепарацию остаточного зерна практически при любых условиях уборки.

Система MSS обеспечивает активное разрыхление соломистой массы множеством своих управляемых пальцев. Врезаясь сверху в плотный слой соломы, они взбивают его и придают ускорение, что способствует эффективному управлению потоком растений.

Толщина слоя, благодаря этому, уменьшается, и процесс сепарации начинается раньше. В данном случае с максимальной эффективностью используется вся длина соломотряса, а солома сохраняет оптимальную структуру и не теряет своего качества.

3.2 Конструкторские расчёты

3.2.1 Расчет шпоночного соединения. Нагрузку данного соединения ограничиваем напряжением смятия

$$\sigma_{cm} = \frac{2M}{d(h-t_1) \times l_p}, \quad (3.1)$$

где M - передаваемый врачающий момент;

d - диаметр вала в месте установки шпонки, $d=25$ мм (рисунок 3.2);

l_p - рабочая длина шпонки $l_p=l-b$, $l_p=25-10=15$ мм;

l - длина шпонки, $l=25$ мм;

b - ширина шпонки, $b=10$ мм;

h - высота шпонки, $h=8$ мм;

t_1 - глубина паза вала; $t_1=5$ мм.

Выбираем шпонку 10x8x25 ГОСТ 23360-78. $|\sigma_{cm}|=150$ МПа.

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист
					3

ВКР 35.03.06.092.18.00.00.000

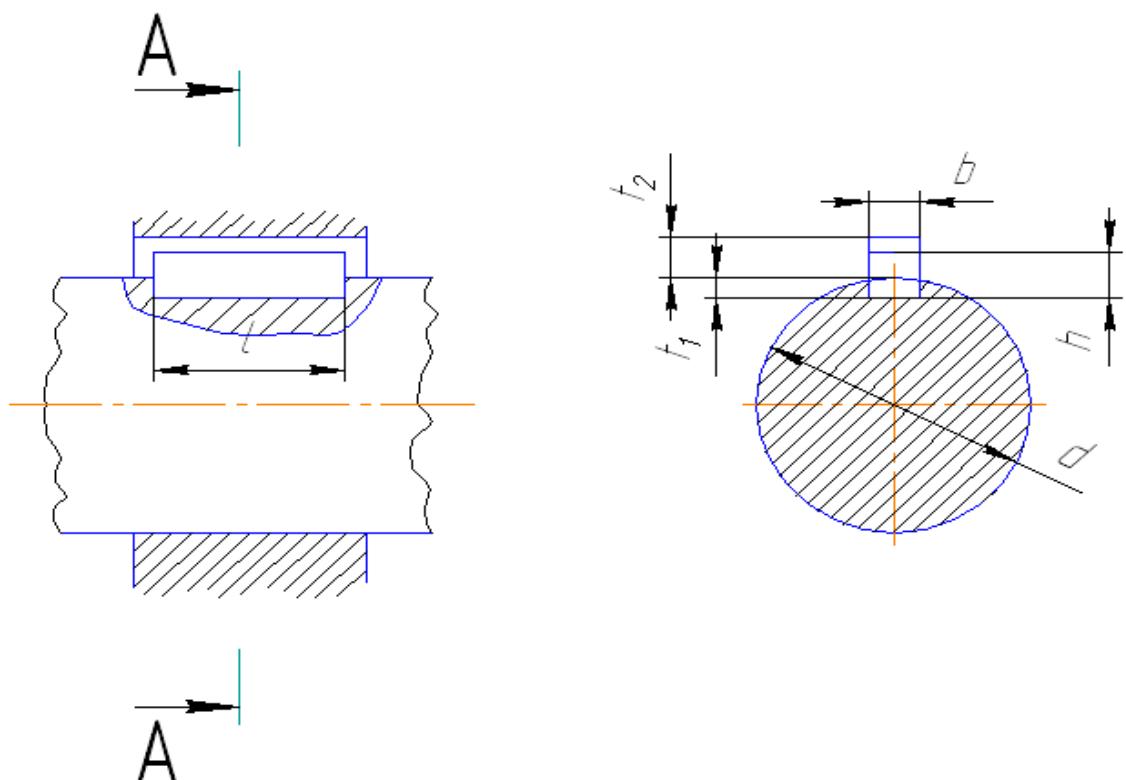


Рисунок 3.2 - Схема к расчету шпоночного соединения

Определим передаваемый вращающий момент

$$M = P \cdot r, \quad (3.2)$$

так как

$$\omega_p = \frac{\pi \times n_{\text{акт}}}{30} = \frac{3,14 \cdot 270}{30} = 28,26 \text{ c}^{-1}, \quad (3.3)$$

следовательно

$$M = 3,2256 \cdot 0,09 = 0,290 \text{ H} \cdot \text{м}. \quad (3.4)$$

Таким образом

$$\sigma_{cm} = \frac{2 \times 0,290 \times 10^3}{25 \times (8-5) \times 15} = 0,515 \text{ MPa}, \quad (3.5)$$

и

$$\sigma_{cm} = 0,515 \text{ MPa} \prec [\sigma_{cm}] = 150 \text{ MPa}. \quad (3.6)$$

Следовательно, прочность шпоночного соединения обеспечена.

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
-----	------	----------	---------	------

3.2.2 Расчет клиноременной передачи. По графику 12.23/7/ рекомендуется выбрать сечение ремня “сечение Б”, имеющее следующие параметры:

- $h=10,5$ мм;
- $b_0=17$ мм;
- $b_p=14$ мм;
- $b_{pmin}=800$ мм;
- $l_{pmax}=6300$ мм;
- $d_{pmin}=125$ мм;
- $A=138 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$;
- $q=0,18 \text{ кг/м}$,

где A - площадь сечения ремня;

q - масса 1 метра длины;

l_p - расчётная длина по нейтральному слою.

В качестве приводного вала выбираем вал задний вал соломотряса имеющий диаметр шкива $d_1=365$ мм.

Принимаем передаточное число ременной передачи $i=2$ исходя из того факта, что для удовлетворительной работы активатора соломотряса необходимо увеличить его частоту вращения, учитывая при этом то, что частота ведущего вала составляет 135 мин^{-1} .

Определим диаметр ведомого шкива

$$d_2 = 365/2 = 182,5 \text{ мм.} \quad (3.7)$$

Предварительно принимаем $a=1$, $2d_2=1,2 \cdot 365=438$ мм.

Расчётная длина ремня

$$l_p = 2a + 0,5 \cdot \pi \cdot (d_1 + d_2) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4a} = 2 \cdot 438 + 0,5 \cdot 3,14 \cdot (180 + 36) + \frac{(365 - 180)^2}{4 \cdot 438} = 876 + 855,65 + 19,5 = 1751 \text{ мм.} \quad (3.8)$$

Принимаем $l_p=1800$ мм

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист
					5

ВКР 35.03.06.092.18.00.00.000

Уточняем значение a

$$a = 0,125 \left[2 \cdot l_p - \pi(d_1 + d_2) + \sqrt{(2 \cdot l_p - \pi(d_2 + d_1))^2 - 8 \cdot (d_2 - d_1)^2} \right] = 463 \quad (3.9)$$

Определим угол обхвата

$$\alpha = 180^\circ - 57^\circ \cdot (d_2 - d_1) / a = 180^\circ - 57^\circ \cdot (365^\circ - 180^\circ) / 463 = 10^\circ \quad (3.10)$$

Определим предварительное натяжение ремня одного ремня при скорости равной

$$V = \frac{\pi \cdot d_1 \cdot n_1}{60} = \frac{3,14 \cdot 0,18 \cdot 30}{60} = 2,5 \text{ м/с}, \quad (3.11)$$

откуда

$$F_v = \rho \cdot A \cdot v^2 = 1250 \cdot 138 \cdot 10^{-6} \cdot 2,5 = 1,078 \text{ Н}. \quad (3.12)$$

Следовательно

$$\begin{aligned} F_0 &= 0,85 \cdot P \cdot c_p \cdot c_l / (z \cdot v \cdot c_\alpha \cdot c_i) + F_v = \\ &= 0,85 \cdot 7,3 \cdot 10^3 \cdot 1,2 \cdot 1 / (2 \cdot 2,5 \cdot 0,95 \cdot 1,13) + 1,078 = 1387,6 \text{ Н}. \end{aligned} \quad (3.13)$$

3.2.3 Выбор и расчет подшипников

На опорах вала активатора соломотряса устанавливаем радиально упорные подшипники № 50205: $d=25$ мм, $D=52$ мм, $B=15$ мм, $C=14000$ Н, $Co=6950$ Н.

Определим долговечность подшипников

$$C_{\text{расч}} = P \cdot \sqrt[p]{\frac{L_{HE}}{a_1 \cdot a_2}} \leq C_{\text{нагн}}, \quad (3.14)$$

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
-----	------	----------	---------	------

ВКР 35.03.06.092.18.00.00.000

Лист

где P - эквивалентная нагрузка на опоре, $P=3$ для шариковых подшипников;

L - динамическая грузоподъёмность подшипников в миллионах оборотов;

a_1 - коэффициент надежности;

a_2 - обобщенный коэффициент совместного влияния качества металла и условий эксплуатации.

Эквивалентная нагрузка на опоре

$$P = (X \cdot V \cdot R_B + Y \cdot F_{a2}) \cdot K_\delta \cdot K_t, \quad (3.15)$$

где X - коэффициент осевой нагрузки;

V - коэффициент, учитывающий который из колец вращается, $V=1$ если вращается внутреннее кольцо;

R_B - радиальная нагрузка на опоре;

Y - коэффициент осевой нагрузки;

F_{a2} - осевая нагрузка на опоре;

K_δ - коэффициент безопасности, $K_\delta = 1$;

K_t - температурный коэффициент, $K_t = 1$.

Динамическая грузоподъёмность подшипников

$$L_{HE} = L_H \cdot K_{HE} = 0,447. \quad (3.16)$$

$a_1 = 1$ при вероятности $p = 0,95$.

$a_2 = 0,7$.

Опора В

$$R_B = \sqrt{(R_B)^2 + (R_B^A)^2} = \sqrt{674,3^2 + 8746^2} = 8772. \quad (3.17)$$

$F_{a2} = 772,5$ Н.

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР 35.03.06.092.18.00.00.000

Лист

$$\frac{F_{a2}}{C_0} = \frac{772,5}{85300} = 0,009.$$

$$\frac{F_{a2}}{v \cdot R_B} = \frac{772,5}{8772} = 0,088.$$

$$e = 0,30.$$

$$X=1, \quad Y=0.$$

Следовательно

$$P = (1 \cdot 1 \cdot 8772 + 0) \cdot 1 \cdot 1 = 8772, \quad (3.18)$$

$$\begin{cases} L_H = L_H \cdot K_{HE} = 8.67 \cdot 0,44 = 3,8, \\ C_{pacu} = 8772 \cdot \sqrt[3]{\frac{3,8}{1 \cdot 0,7}} = 15416, \\ C_{pacu} = 15416 \cdot H \leq 127000 \cdot H = C, \\ L_{HE} = \left(\frac{C}{P}\right)^3 \cdot a_1 \cdot a_2 = 2124, \\ t = \frac{L_H \cdot 10^6}{60 \cdot n} = \frac{8.67 \cdot 10^6}{60 \cdot 23,3} = 6180 < 6200 \text{ ч.} \end{cases} \quad (3.19)$$

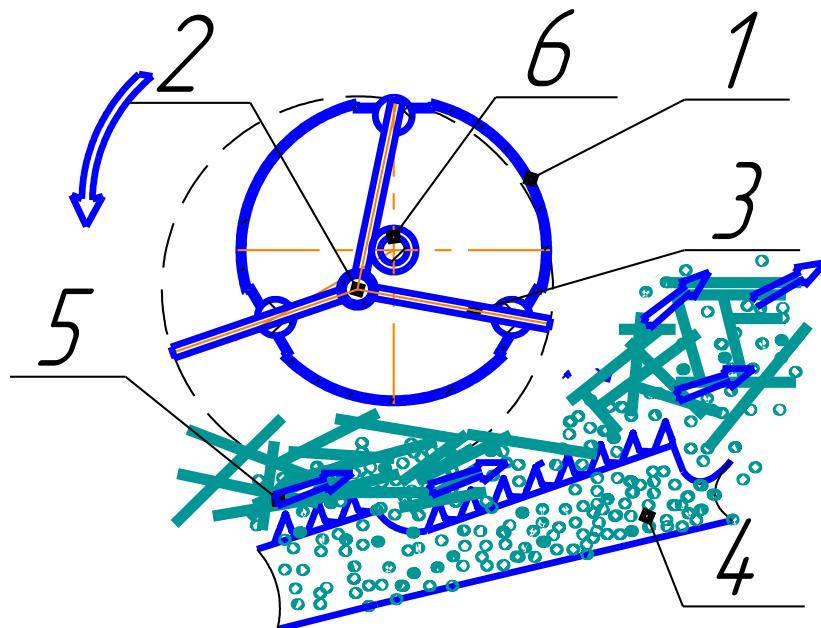
Следовательно, долговечность подшипников опор вала активатора соломотряса обеспечена.

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР 35.03.06.092.18.00.00.000	Лист
						8

3.3 Обеспечение безопасности труда

Требования безопасности к конструкции активатора соломотряса

1. Активный ворошитель (рисунок 3.3) расположен внутри корпуса комбайна над клавишами соломотряса прикреплен болтами к боковым стенкам молотилки и находится на расстоянии от верхней стенки молотилки 10...15см. Так как рабочие органы конструкции находятся внутри корпуса молотилки, которая обеспечивает безопасность обслуживающего персонала.



1-барабан; 2- ось вращения пальцевого механизма; 3- пальцевый механизм; 4- соломотряс; 5 - поток хлебной массы; 6 - ось вращения барабана.

Рисунок 3.3 - Схема соломотряса с активным ворошителем хлебной массы

2. Расположение и конструкция узлов обеспечивают удобный доступ к ним и безопасность при монтаже, эксплуатации и ремонте.
3. Все детали рабочих органов ворошителя сконструированы с достаточным запасом прочности.

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист
					9

VKP 35.03.06.092.18.00.00.000

4. Привод активный ворошитель получает с вала клавиш соломотряса при помощи шкива и клиноременной передачи, все вращающиеся детали и узлы должны быть ограждены защитными кожухами.

5. Любые работы по очистке и другие операции по уходу следует производить только при остановленном комбайне и заглушенном двигателе.

Расчет искусственного заземлителя

Определим сопротивление растеканию одного вертикального электрода-колышка диаметром 50мм:

$$R_{03} = 0,366 \cdot \frac{\rho}{l} \cdot \left(\lg \frac{2l}{d} + 0,5 \lg \frac{4h+l}{4h-l} \right), \text{ Ом} \quad (3.20)$$

где ρ - сопротивление почвы, $0,2 \cdot 10^4$ Ом;

l - длина заземляющей цепи, мм;

d - диаметр цепи, мм;

h - расстояние от поверхности земли до середины заземлителя, мм.

$$R_{03} = 0,366 \cdot \frac{0,2 \cdot 10^4}{200} \cdot \left(\lg \frac{2 \cdot 200}{50} + 0,5 \lg \frac{4 \cdot 100 + 200}{4 \cdot 100 - 200} \right) = 7,90 \text{ м.}$$

Находим количество колышков.

$$N_m = \frac{R_{03} \cdot \eta_c}{R_k \cdot \eta_e}, \text{ шт} \quad (3.21)$$

где R_k - общее сопротивление растеканию тока с контура, не более 40 м;

η_e - коэффициент экранирования;

η_c - коэффициент сменности.

$$N_m = \frac{7,9 \cdot 1,6}{4 \cdot 0,9} = 3,6 \text{ шт.}$$

Принимаем 4 штуки.

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

BKP 35.03.06.092.18.00.00.000

Лист

10

Разработка инструкция по безопасности труда комбайнера при эксплуатации комбайна

Инструкция по безопасности труда для комбайнера при уборке зерновых культур

1. Общие требования безопасности:

- к работе допускаются лица не моложе 18 лет и имеющие права на управление комбайном;
- к выполнению работ допускаются лица, прошедшие специальное обучение, овладевшие практическими навыками по безопасному ведению работ и получившими инструктаж по охране труда;
- во время работы на комбайнера влияют следующие вредные факторы: шум, пыль, высокая температура, качение, вибрация и так далее.

2. Требования безопасности перед началом работы:

- надеть специальную рабочую одежду. Осмотреть комбайн, проверить крепления, если ослабли, то необходимо затянуть.
- завести двигатель, проверить навесное устройство на пригодность к работе.

3. Требования по безопасности во время работы:

- запрещается оставлять рабочее место;
 - не разрешается двигаться со скоростью более 25 км/ч;
 - не разрешается чистить рабочие органы в поднятом положении;
 - нельзя проводить ремонтные работы во время движения, а также при включенном двигателе;
 - запрещается снимать защитные кожухи вращающихся деталей и узлов во время работы.
 - не допускать посторонних лиц на комбайн во время работы;
 - запрещено работать в неисправном состоянии комбайна.
4. Требования безопасности в случае аварийной ситуации:
- необходимо немедленно остановиться и заглушить двигатель;

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР 35.03.06.092.18.00.00.000	Лист
						11

- принять меры по ликвидации аварийной ситуации;
- предупредить вышестоящие органы;
- при необходимости оказать первую медицинскую помощь самому себе и пострадавшим.

5. Требования безопасности по окончании работ:

- очищать жатвенную часть от грязи и поживных остатков при опущенном состоянии жатки и заглушенном двигателе;
- все неисправности необходимо устранить;
- снять специальную рабочую одежду и принять душ.

6. Ответственность:

За нарушение правил безопасности труда и требований данной инструкции комбайнер несет дисциплинарную, материальную ответственность.

3.4 Экономическое обоснование конструкции пальцевого активатора соломотряса к зерноуборочному комбайну ДОН-1500Б

Расчет массы и стоимости конструкции

Масса новой конструкции определяется по формуле:

$$G = (G_k + G_{\Gamma}) \cdot K, \quad (3.22)$$

где G_k - масса сконструированных деталей, кг;

$G_{\tilde{A}}$ - масса готовых деталей, узлов, кг;

K - коэффициент, учитывающий массу расходуемых на изготовление конструкции монтажных материалов ($K= 1,05...1,15$)

Масса сконструированных деталей равна: $G_k = 16 \cdot 12 = 192 \text{ кг}$

Масса готовых деталей равна: $G_{\Gamma} = 58 \text{ кг}$

Тогда

$$G = (192 + 58) \cdot 1,1 = 275 \text{ кг.}$$

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	VKP 35.03.06.092.18.00.00.000	Лист
						12

Соответственно масса проектируемого комбайна будет равна:

$$G = 12860 + 275 = 13135 \text{ кг.}$$

Определяем балансовую стоимость конструкции по сопоставимости массы [4]:

$$C_{\delta 1} = \frac{C_{\delta 0} \cdot C_1 \cdot \sigma}{C_0}, \quad (3.23)$$

где $C_{\delta 0}$, $C_{\delta 1}$ – соответственно балансовая стоимость существующей и проектируемой конструкции, руб.; $C_{\delta 0}$ (ДОН-1500Б)=2500000руб. G_0 , G_1 – соответственно масса существующей и проектируемой конструкции, кг; σ – коэффициент удешевления конструкции $\sigma = 0,9 \dots 0,95$.

$$C_{\delta 1} = \frac{2500000 \cdot 12860 \cdot 0,95}{13135} = 2325275 \text{ руб.}$$

Расчет технико-экономических показателей эффективности конструкции и их сравнение

Исходные данные для расчета технико-экономических показателей представлены в таблице 6.1

Таблица 3.1 - Исходные данные, сравниваемых агрегатов

№ п/п	Наименование	базовый	проектируемый
		ДОН-1500Б	ДОН-1500БМ
1	2	3	4
1.	Масса конструкции, кг	12860	13135
2.	Балансовая стоимость, тыс. руб.	250000	2325275
3.	Потребляемая мощность, кВт.	173	173
4.	Количество обслуживающего персонала, чел.	2	2
5.	Разряд работы	V	V
6.	Тарифная ставка, руб./чел.-ч.	80	80
7.	Норма амортизации, %	12,5	12,5
8.	Норма затрат на ремонт и ТО, %	21,5	21,5
9.	Годовая загрузка конструкции, час.	500	500
10.	Срок службы, лет	10	10

Показатели базового варианта обозначаются, как X_B , а проектируемого как X_{Π} .

Часовая производительность машины определяется по формуле:

$$W_B = 0,36 \cdot B_P \cdot V_P \cdot \tau, \quad (3.24)$$

где B_P - рабочая ширина захвата агрегатов, м;

V_P - рабочая скорость движения агрегатов, м/с;

τ - коэффициент использования рабочего времени смены, ($\tau = 0,5 \dots 0,95$)

$$W_B = 0,36 \cdot 6 \cdot 1,9 \cdot 0,95 = 3,9 \text{ га/ч};$$

$$W_{\Pi} = 0,36 \cdot 6 \cdot 2,7 \cdot 0,95 = 5,5 \text{ га/ч};$$

Энергоемкость процесса определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_e = \frac{N_e}{W_u}, \quad (3.25)$$

где N_e - потребляемая агрегатом мощность, кВт.

$$\mathcal{E}_{eB} = \frac{173}{3,9} = 44,36 \text{ кВт/га};$$

$$\mathcal{E}_{e\Pi} = \frac{173}{5,5} = 31,45 \text{ кВт/га};$$

Металлоемкость процесса определяется по формуле:

$$M_e = \frac{G}{W_u \cdot T_{год} \cdot T_{сл}}, \quad (3.26)$$

где G - масса конструкции, кг;

$T_{год}$ - годовая загрузка машин и орудий, ч;

$T_{сл}$ - срок службы машин и орудий, лет.

$$M_{eB} = \frac{12860}{3,9 \cdot 500 \cdot 10} = 0,66 \text{ кг/га};$$

$$M_{e\Pi} = \frac{13135}{5,5 \cdot 500 \cdot 10} = 0,48 \text{ кг/га};$$

Фондоемкость процесса определяется по формуле:

$$F_e = \frac{C_o}{W_u \cdot T_{год}}, \quad (3.27)$$

где \tilde{N}_a - балансовая стоимость конструкции, руб.

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист
					14

ВКР 35.03.06.092.18.00.00.000

$$F_{eБ} = \frac{2500000}{3,9 \cdot 500} = 1282 \text{ руб/га};$$

$$F_{eП} = \frac{2325275}{5,5 \cdot 500} = 846 \text{ руб/га};$$

Себестоимость работы, выполняемой с помощью спроектированной конструкции и в исходном варианте, определяется по формуле:

$$S = C_{зп} + C_{з} + C_{pmo} + A, \quad (3.28)$$

где $C_{зп}$ - затраты на оплату труда, руб./ед.

$$C_{зп} = Z \cdot T_e \cdot K_{δ} \cdot K_{cm} \cdot K_{om} \cdot K_{cou.c.}, \quad (3.29)$$

где Z - средняя часовая тарифная ставка, руб./ч;

$K_{δ}$ - коэффициент дополнительной оплаты;

K_{cm} - коэффициент доплаты за стаж,

K_{om} - коэффициент доплаты за отпуск,

$K_{cou.c.}$ - коэффициент доплаты за социальное страхование,

$K_{cou.c.} = 1,12$.

$$T_e = \frac{n_p}{W_q}, \quad (3.30)$$

T_e - трудоемкость, чел.-ч/га.

$$T_{eБ} = \frac{2}{3,9} = 0,51 \text{ чел.-ч/га};$$

$$T_{eП} = \frac{2}{5,5} = 0,36 \text{ чел.-ч/га};$$

$$C_{зпБ} = 80 \cdot 0,51 \cdot 1,9 \cdot 1,2 \cdot 1,4 \cdot 1,12 = 145,9 \text{ руб./га};$$

$$C_{зпП} = 80 \cdot 0,36 \cdot 1,9 \cdot 1,2 \cdot 1,4 \cdot 1,12 = 102,9 \text{ руб./га};$$

Затраты на ГСМ определяются по формуле:

$$C_{ГСМ} = \mathcal{L}_{ком} \cdot g_{et}, \quad (3.31)$$

где $\mathcal{L}_{ком}$ - комплексная цена топлива, руб./л;

g_{et} - удельный расход топлива, л/га.

ВКР 35.03.06.092.18.00.00.000

Лист

15

$$C_{\text{ГСМБ}} = 25 \cdot 10 = 250 \text{ руб/га};$$

$$C_{\text{ГСМП}} = 25 \cdot 10 = 250 \text{ руб/га}.$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание конструкции определяется по формуле:

$$C_{\text{pmo}} = \frac{C_{\delta} \cdot H_{\text{pmo}}}{100 \cdot W_u \cdot T_{\text{год}}}, \quad (3.32)$$

где H_{pmo} — суммарная норма затрат на ремонт и ТО, %.

$$C_{\text{pmoB}} = \frac{2500000 \cdot 21,5}{100 \cdot 3,9 \cdot 500} = 275,6 \text{ руб./га}$$

$$C_{\text{pmoII}} = \frac{2325275 \cdot 21,5}{100 \cdot 5,5 \cdot 500} = 181,8 \text{ руб./га},$$

Амортизационные отчисления по конструкции определяется по формуле:

$$A = \frac{C_{\delta} \cdot a}{100 \cdot W_u \cdot T_{\text{год}}}, \quad (3.33)$$

где a - норма амортизации, %

$$A_B = \frac{2500000 \cdot 12,5}{100 \cdot 3,9 \cdot 500} = 160,26 \text{ руб./га};$$

$$A_{II} = \frac{2325275 \cdot 12,5}{100 \cdot 5,5 \cdot 500} = 105,69 \text{ руб./га},$$

$$S_B = 145,9 + 250 + 275,6 + 160,26 = 831,76 \text{ руб},$$

$$S_{II} = 102,9 + 250 + 181,8 + 105,69 = 640,39 \text{ руб.}$$

Приведенные затраты на работу конструкции определяется по формуле:

$$C_{\text{нпв}} = S + E_n \cdot F_e, \quad (3.34)$$

где E_n - нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, равный 0,15.

$$C_{\text{нпвB}} = 831,76 + 0,15 \cdot 1282 = 2113,91 \text{ руб./га},$$

$$C_{\text{нпвII}} = 640,39 + 0,15 \cdot 846 = 1486,54 \text{ руб./га.}$$

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР 35.03.06.092.18.00.00.000

Лист

16

Годовая экономия определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (S_B - S_{\Pi}) \cdot W_q \cdot T_{\text{год}}, \quad (3.35)$$

где $T_{\text{год}}$ — годовая нормативная загрузка конструкции.

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (831,76 - 640,39) \cdot 5,5 \cdot 500 = 526267,5 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект определяется по формуле:

$$E_{\text{год}} = (C_{\text{приБ}} - C_{\text{приП}}) \cdot W_q \cdot T_{\text{год}}, \quad (3.36)$$

$$E_{\text{год}} = (2113,91 - 1486,54) \cdot 5,5 \cdot 500 = 1725267,5 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости капитальных вложений определяется по формуле:

$$T_{\text{ок}} = \frac{C\delta_1}{\mathcal{E}_{\text{год}}}, \quad (3.37)$$

где $C\delta_1$ - балансовая стоимость спроектированной конструкции, руб.

$$T_{\text{ок}} = \frac{2325275}{526267,5} = 4,4 \text{ года.}$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений определяется по формуле:

$$E_{\text{эф}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{год}}}{C\delta_1} = \frac{1}{T_{\text{ок}}}, \quad (3.38)$$

$$E_{\text{эф}} = \frac{1}{4,4} = 0,23$$

Полученные результаты расчетов заносим в таблицу 3.2

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
-----	------	----------	---------	------

ВКР 35.03.06.092.18.00.00.000

Лист

17

Таблица 3.2 - Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции

№ п/п	Наименование показателей	Варианты		Проект в % к базовому
		Базовый	Проектный	
1	2	3	4	5
1.	Часовая производительность, га.ч.	3,9	5,5	141
2.	Фондоемкость процесса, руб./га.	1282	846	66
3.	Энергоемкость процесса, кВт/га.	44,36	31,45	71
4.	Металлоемкость процесса, кг/га.	0,66	0,48	73
5.	Трудоемкость процесса, чел.-ч/га.	0,51	0,36	70
6.	Уровень эксплуатационных затрат, руб.	831,76	640,39	77
7.	Уровень приведенных затрат, руб./га.	2113,91	1486,54	70
8.	Годовая экономия, руб.	—	526267,5	
9.	Годовой экономический эффект, руб.	—	1725267,5	
10.	Срок окупаемости капитальных вложений, лет.	—	4,4	
11.	Коэффициент эффективности капитальных вложений.	—	0,23	

3.5 Мероприятия по охране окружающей среды

Охрана окружающей среды - это система мероприятий, направляемых на рациональное использование от загрязнения и разрушения природного фонда. Проведение мероприятий по созданию оптимальных условий тоже является охраной окружающей среды.

В настоящее время вопросы охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов приобретает исключительное значение. С каждым годом появляются все больше экономических проблем, связанных с жизнедеятельностью человека – это загрязнение атмосферного воздуха, водных ресурсов, разрушение почвы и т.д.

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР 35.03.06.092.18.00.00.000	Лист
						18

Антропогенным фактором является загрязнение вод, выбрасывание ядохимикатов, а также физические отходы производства.

В условиях сельскохозяйственного производства существуют определенные нормы и требования к расположению животноводческих комплексов, кормоцехов и кормовых дворов. Поэтому для контроля этих норм и требований необходимо проводить экологическую экспертизу. Экологическая экспертиза проводится на уровне ведомственного контроля на стадии эксплуатации с целью соблюдения экологических требований при отводе и охране земель, выполняемое Министерством охраны природы Республики Татарстан на основании закона об охране окружающей среды от 19.04.1991 года.

Отходы внедряемой технологии такие как: выхлопные газы и отработанная вода должны соответствовать ГОСТом 17.1.3.13-86 «Охрана природы. Гидросфера», «Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнения». Учет загрязнения пестицидами должны соответствовать ГОСТу 17.11.01-84 «Охрана здоровья человека от ядохимикатов». Качество приготавливаемого корма должен соответствовать ГОСТу 17.43.14-84. санитарные нормы должны соответствовать СНиП 2.10.03-84.

Экологический контроль проводится на эксплуатационной стадии в соответствии с указанными ГОСТами по установленным нормам.

На комбайне используется двигатель внутреннего сгорания, работающий на дизельном топливе. Подвод энергии к ходовой части и молотильному барабану осуществляется гидрообъемным приводом. Для исключения загрязнения окружающей среды топливом и техническими жидкостями, применяемыми в гидроприводе, следует строго следить за герметичностью системы питания двигателя и системы гидропривода. Для уменьшения уплотнения почвы от колес комбайна применяются арочные шины большого диаметра. При уборке на влажных почвах предусмотрена установка двойных колес.

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

BKP 35.03.06.092.18.00.00.000

Лист

19

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе на основе анализа существующих конструкций и обзора научно-технической литературы была выполнена модернизация соломотряса зерноуборочного комбайна. Разработана конструкция активного пальцевого ворошителя соломотряса, отвечающая требованиям ЕСКД и технология, позволяющая снизить потери зерна и, следовательно, повысить эффективность работы, как соломотряса, так и всего комбайна в целом.

Пальцевый ворошитель осуществляет дополнительную сепарацию в задней части соломотряса. Слой материала ускоряется и расчесывается с помощью пальцев сепаратора; освободившееся зерно проходит через щели в слое материала и попадает на верхнее решето системы очистки комбайна. Пальцы сепаратора прочесывают соломистый слой, ускоряют движение хлебной массы, при этом соломистый слой утончается. Такой режим является идеальным при работе с соломистыми и плотными культурами.

Были произведены все технологические и конструктивные расчеты, подтверждающие работоспособность изделия.

Полученные сравнительные показатели дают возможность сделать возможность следующие выводы:

1. Размер годовой экономии составляет более 500 тыс. руб.
2. Годовой экономический эффект составляет более 1,5 млн. руб
3. Срок окупаемости капитальных вложений 4,4 года
4. Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений составляет 0,41

Кроме того рассмотрено состояние вопросов безопасности жизнедеятельности, пожарной безопасности и экологии и разработаны мероприятия по их улучшению.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Анульев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т. Т. 1...3, -5-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 2001.
2. Боголюбов С. К., Волкова. В. Черчение: Учебник для машиностроительных специальностей средних специальных заведений. – 2 - е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1984. – 304 с.
3. Белинский А.В. Технологический расчет узлов зерноуборочного комбайна. Казань , 2002. – 35 с.
4. Булгариев Г.Г. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов и выпускных квалификационных работ (для студентов ИМ и ТС) Казань , 2009
5. Дунаев П.Ф., Леликов О.П. Детали машин. Курсовое проектирование. – М.: Высш. шк., 2003. - 399с.
6. Зангиев А.А., Лышко Г.П., Скороходов А.Н. Производственная эксплуатация машинно-тракторного парка. – М.: Колос, 1996.
7. Зотов Б.И., Курдюмов В.И. Безопасность жизнедеятельности на производстве. - М.:Колос, 2000, - 424 с.
8. Иванов М.Н. Детали машин. – М.: Высш. шк., 1991. - 383 с.
9. Карпенко А.Н. Сельскохозяйственные машины. – М.: Колос, 1989. - 465 с.
10. Кленин М.Н. Сельскохозяйственные машины. – М.: Колос, 1996. – 381 с.
11. Клочков А.В. и др. Комбайны зерноуборочные зарубежные. – Минск: УП “Новик”, 2000. – 192 с.
12. Кочетов В.Т. Сопротивление материалов. – Издательство Ростовского университета, 1987.
13. Кухаренко В.С. Требования безопасности к конструкции машин, механизаторов и оборудованию. - М.:1978. - 242 с.
14. Машиностроение. Энциклопедия. Ред. Совет: К. Фролова (пред.) и др. М: Машиностроение. Сельскохозяйственные машины и оборудование

Т. IV— 16 / И. П. Ксеневич, Г. П. Варламов, И. Н. Колчин и д-р; Под ред. И. П. Ксеневича. 1998. – 720 с.

15. Пособие к решению задач по сопротивлению материалов: Учеб. Пособие для технических вузов/ Миролюбов И.Н., Енгалычев С.А., Сергиевский Н.Д. и др. – 5 - е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1985. – 399с.
16. Скотников В. А. Практикум по сельскохозяйственным машинам: [Для с.-х. вузов по спец. «Механизация сел. хоз-ва» / В.А. Скотников, В.Н. Кондратьев, Р.С. Сташинский и др.]; - Мн.: Ураджай, 1984. – 375 с.
17. Турбин. Сельхозмашины. Теория и технологический расчет. – Л.: Машиностроение, 1967. - 580 с.
18. Чекмарев А.А., Осипов В.К. Справочник по машиностроительному черчению. – М.: Высш. шк., 1994. – 671 с.