

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление Агроинженерия

Профиль Технические системы в агробизнесе

Кафедра Машины и оборудование в агробизнесе

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на соискание квалификации (степени) «бакалавр»

Тема: Совершенствование технологии возделывания ячменя с разработкой
конструкции аэратора-смесителя компостов

Шифр: ВКР 35.03.06.427.18.00.00.00.ПЗ

Студент	<u>2311</u>	_____	<u>/Самороков Д.Н./</u>
		подпись	Ф.И.О.

Руководитель	<u>ст. препода</u>	_____	<u>/Иванов Б.Л./</u>
	ученое звание	подпись	Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
(протокол № _____ от _____)

Зав. кафедрой	_____	_____	_____
	ученое звание	подпись	Ф.И.О.

Казань – 2018 г.

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса

Направление Агроинженерия

Профиль Технические системы в агробизнесе

Кафедра Машины и оборудование в агробизнесе

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой

_____/_____/

«___» _____ 2018 г.

ЗАДАНИЕ
на выпускную квалификационную работу

Студенту Саморокову Д.Н.

Тема ВКР Совершенствование технологии возделывания ячменя с разработкой конструкции аэратора-смесителя компостов

утверждена приказом по вузу от «___» _____ 2018 г. № _____

2. Срок сдачи студентом законченной: ВКР _____.

3. Исходные данные: Материалы преддипломной практики; Научно-техническая и справочная литература; Патенты и проспекты аэраторов-смесителей компостов

4. Перечень подлежащих разработке вопросов:

- 1) Обзор и анализ существующих технологий возделывания ячменя;
- 2) Обзор и анализ существующих конструкций аэратора-смесителя компостов;
- 3) Разработка новой технологии возделывания ячменя;
- 4) Разработка новой конструкции аэратора-смесителя компостов.

5. Перечень графических материалов:

- 1) Технологическая карта возделывания и уборки ячменя;

- 2) Обзор существующих конструкций аэраторов-смесителей компостов;
- 3) Общий вид предлагаемой конструкции;
- 4) Сборочный чертеж аэратора-смесителя компостов;
- 5) Рабочий чертеж предлагаемой конструкции;
- 6) Операционно-технологическая карта

6. Консультанты по ВКР

Раздел (подраздел)	Консультант
Безопасность жизнедеятельности	
Экономическое обоснование	
Конструктивная часть	

7. Дата выдачи задания _____

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов ВКР	Срок выполнения	Примечание
1.	1 раздел		100%
2.	2 раздел		100%
3.	3 раздел		100%

Студент _____ /Самороков Д.Н./

Руководитель ВКР _____ /Иванов Б.Л./

АННОТАЦИЯ

К выпускной квалификационной работе Саморокова Дениса Николаевича на тему: «Совершенствование технологии возделывания ячменя с разработкой конструкции аэратора-смесителя компостов».

Работа состоит из пояснительной записки на листах машинописного текста и графической части на ____ листах формата А1.

Записка состоит из введения, трех разделов, выводов и включает ____ рисунков, ____ таблиц. Список использованной литературы содержит ____ наименований.

Во введении обоснована актуальность темы проекта.

В первом разделе выполнен литературно-патентный обзор. Проведен анализ существующих технологий возделывания и уборки ячменя, а также обзор и анализ существующих конструкций. Поставлены цели и задачи проектирования.

Во втором разделе разработана технология возделывания ячменя, операционная технология на работу предлагаемого агрегата и произведен расчет показателей технологической карты возделывания ячменя.

В третьем разделе приведено описание устройства и рабочий процесс аэратора-смесителя компостов, приведены конструктивные расчеты конструкции аэратора-смесителя. Разработаны правила безопасной и экологической эксплуатации предлагаемой конструкции и упражнения по физической культуре. Расчитаны технико-экономические показатели предлагаемой конструкции

Записка завершается выводами и предложениями.

ABSTRACT

For the final qualifying work of Denis Nikolaevich Samorokov on the topic: «Improving the technology of barley cultivation with the development of the aerator-mixer of compost».

The work consists of an explanatory note on sheets of typewritten text and graphic part on ____ sheets of A1 format.

The note consists of an introduction, three sections, conclusions and includes ____ figures, ____ tables. The list of references contains ____ names.

The introduction substantiates the relevance of the project theme.

The first section contains a literary patent review. The analysis of existing technologies of cultivation and harvesting of barley, as well as review and analysis of existing structures. Goals and objectives of the design are set.

In the second section, the technology of barley cultivation, the operating technology for the operation of the proposed unit and the calculation of indicators of the technological map of barley cultivation.

In the third section, a description of the device and the working process of the aerator-mixer of compost are given, constructive calculations of the design of the aerator-mixer are given. The rules of safe and environmental operation of the proposed design and exercise for physical culture. Technical and economic parameters of the proposed design are calculated

The note concludes with conclusions and proposals.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	
1 ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР	
1.1 Анализ существующих технологий возделывания и уборки ячменя.....	
1.2 Обзор и анализ существующих конструкций	
1.3 Цели и задачи проекта	
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	
2.1 Предлагаемая технология возделывания ячменя.....	
2.2 Расчет показателей технологической карты	
2.3 Разработка операционной технологии на работу предлагаемого агрегата.....	
3. КОНСТРУКТИВНАЯ ЧАСТЬ	
3.1 Устройство и рабочий процесс аэратора-смесителя компостов	
3.2 Конструктивные расчеты конструкции аэратора-смесителя	
3.3 Правила безопасной и экологической эксплуатации предлагаемой конструкции	
3.4 Физическая культура на производстве	
3.5 Расчет технико-экономических показателей предлагаемой конструкции	
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	
ПРИЛОЖЕНИЕ	

ВВЕДЕНИЕ

Руководством страны плодородие почв отнесено к числу важнейших государственных приоритетов. Одним из показателей плодородия почв является содержания гумуса. По результатам последнего тура обследования оно составляет всего лишь 2.25 %. Причем в последние годы обнаруживается тенденция его снижения. Объяснение такому положению кроется в недостаточных объемах применения органических удобрений, которые являются основным источником для образования гумуса [1].

Так, если в 1980 годы на поля страны вносилось 80...82 млн. т органических удобрений или почти 15 т/га пахотных земель, что устойчиво обеспечивает положительный баланс гумуса в почве, то, например, в последние 7...10 лет вносим всего по 28...29 млн. т или по 6,1...6,3 т/га пашни. В результате в ряде районов страны обнаруживается тенденция к снижению содержания гумуса в почве. Для обеспечения дефицитного баланса гумуса в пахотных почв в Республике Татарстан минимальная потребность в органических удобрениях составляет 9,4 т/га или 43 млн. т.

Расчетный годовой выход навоза (мочи и кала) от животных составляет: куриного – 880 тыс. т (влажность 70 %), свиного – 3770 тыс. т (влажность 84 %) и крупного рогатого скота – 37086 тыс. т (влажность 84 %). Годовое количество навоза, получаемого в общественном секторе (физический расчетный выход) составляет 41,7 млн. т, а в расчете на один гектар пахотных земель (5,5 млн. га) 7,6 т/га. Как видно, этого навоза даже теоретически не хватает для обеспечения положительного баланса гумуса в почве[2].

Из сказанного можно сделать вывод о том, что сфера применения органических удобрений переживает глубокий кризис.

Для увеличения насыщенности полей органическими удобрениями необходимо задействовать все возможные ресурсы: навоз, торф, солому, отходы от переработки сельскохозяйственного сырья и т.д. Решать данную

проблему наиболее рационально путем компостирования с навозом, в первую очередь, таких компонентов как торф, солома, помет.

Компостирование навоза, торфа, соломы, различных отходов хотя и практикуется в республике с 1980 годов, однако делается без глубокого научного обоснования, без применения специальной техники; с использованием, в основном, бульдозера и погрузчика. В результате процесс компостирования растягивается более чем на полгода, происходят огромные потери азота, не достигается необходимый температурный режим для разложения компонентов компоста, не устраняются гнилостные зоны в глубине бурта. Вследствие этого, не происходит потеря всхожести семян сорных растений, и таким образом, не достигается ожидаемый экономический эффект [2].

Одним из реальных направлений решения данной проблемы является разработка технологии ускоренного приготовления компостов, которая предусматривает строгое выдерживание научно обоснованного соотношения компонентов с учетом влажности, впитываемости применяемых компонентов, а также разработка оборудования для ее осуществления, обеспечивающего высокопроизводительное измельчение компонентов, смешивание, аэрацию и формирование бурта заданных форм и размера.

1 ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР

1.1 Анализ существующих технологий возделывания и уборки ячменя

Технологии возделывания ячменя в Российской Федерации и Республике Татарстан рассчитываются с учетом наличия машинно-тракторного парка, режима работы, загрузки тракторов и рабочей силы, урожайности сельскохозяйственных культур и характерных для хозяйства природно-климатических условий.

Существующие в хозяйствах в настоящее время технологии возделывания ячменя по ряду технологических операций устарели, и работы на этих операциях не оправдывают затрачиваемых средств. Это в основном касается тех операций, где новая техника не внедрялась или ее не достаточно. Нельзя утверждать, что в хозяйстве не хватает скоростной, высокопроизводительной техники для обработки почвы, посева, уборки. В используемых технологиях существуют операции как современные, так и устаревшие, которые необходимо заменить.

Лучшими предшественником для ячменя являются пропашные культуры: кукуруза, картофель, сахарная свекла. Хорошими предшественниками являются также озимые, идущие по удобренному чистому пару. Можно высевать его и после яровой пшеницы, если она размещалась по пласту многолетних трав или по чистому пару. В хозяйстве предшественником для ячменя является кукуруза.

Обработка почвы в хозяйствах в основном начинается с дискования, которое проводится агрегатами Т-150К+БДТ-7МВ и БЕЛАРУС 820+Л-111.

Аэрирование торфоновозной компостной массы в буртах (265т/ч) производится аэратором-смесителем АСК-3,5 на базе трактора Беларус 1221. Погрузка органических удобрений (80 т/ч) в разбрасыватель ПРТ-11А осуществляется погрузчиком ТО-25. Транспортировка с внесением удобрений производится агрегатом БЕЛАРУС 1221+ПРТ-11А (БЕЛАРУС 1221+МТТ-9).

Погрузка минеральных удобрений (0,3 т/га хлористый калий и 0,2 т/га двойной супер фосфат) в смеситель-загрузчик осуществляется погрузчиком ПКУ-0.8А на базе трактора БЕЛАРУС 82.0, смешивание минеральных удобрений с погрузкой в разбрасыватели производится с помощью смесителя-загрузчика СЗУ-20. Транспортировка с внесением удобрений производится агрегатом БЕЛАРУС 920+МВУ-8Б.

Вспашка производится агрегатами БЕЛАРУС 1221+ПЛН-4-35, БЕЛАРУС 1522+ПЛН-6-35, К-701+ПГП-7-40.

Далее производится внесение минеральных удобрений, при котором проводятся следующие операции:

- погрузка аммиачной селитры (0,18 т/га) для растаривания и измельчения погрузчиком П-10 на базе трактора БЕЛАРУС 820;
- растаривание и измельчение аммиачной селитры агрегатом АИР-20;
- погрузка минеральных удобрений (0,18 т/га аммиачной селитры и 0,05 т/га двойной супер фосфат) в смеситель-загрузчик погрузчиком П-10 на базе трактора БЕЛАРУС 820;
- смешивание минеральных удобрений (0,23 т/га) с погрузкой в разбрасыватели агрегатом СЗУ-20;
- транспортировка и внесение минеральных удобрений агрегатом БЕЛАРУС 920+МВУ-8Б.

Предпосевная культивация с заделкой минеральных удобрений производится агрегатами БЕЛАРУС 1221+КПН-5,6 и БЕЛАРУС 820+КПН-4. Рыхление, выравнивание, прикатывание производится агрегатом БЕЛАРУС 1221+АКШ-7,2. Далее производится посев сеялкой СПУ-6, до которого семена (0,21 т/га) протравливают в ПС-10, затем производят погрузку семян погрузчиком ЗПС-100 в загрузчик сеялок ГАЗ-САЗ-53Б+ЗАЗ-1 для транспортировки к месту посева и загрузки сеялок. Довсходовое боронование производится агрегатом БЕЛАРУС 820+СП-11+53ПБ-0,6А.

Подкормка и обработка посевов против сорняков, вредителей и производится агрегатом БЕЛАРУС 820+ОП-2500-18, приготовление

рабочих растворов производится агрегатом АПЖ-12, а транспортировка в поле и заправка опрыскивателей производится БЕЛАРУС 920+МЖТ-6.

Уборка ячменя в основном производится прямым комбайнированием с измельчением соломы и разбрасыванию по полю комбайнами КЗС-1218 и КЗР-10. Транспортировка зерна с взвешиванием производится на автомобилях ЗИЛ-130, очистка и сушка зерна производится на зерносушильном комплексе СЗШР-16.

Недостатком существующих технологий возделывания ячменя является использование сельскохозяйственных машин с недостаточной производительностью, что увеличивает сроки и затраты на проведение некоторых технологических операций.

1.2 Обзор и анализ существующих конструкций

Одним из определяющих показателей плодородия почв является содержание гумуса. По результатам последнего тура обследования оно составляет всего лишь 2,25 %. В настоящее время на поля вносится всего по 28...29 млн. т или по 6,1...6,3 т/га пашни. Для обеспечения бездефицитного баланса гумуса в пахотных почвах в Республике Татарстан минимальная потребность в органических удобрениях составляет 9,4 т/га или 43 млн. т.

Для увеличения насыщенности полей органическими удобрениями необходимо задействовать все возможные ресурсы: навоз, торф, солому, сапрпель, отходы от переработки сельскохозяйственного сырья и т.д. Решать данную проблему наиболее рационально путем компостирования с навозом таких компонентов, как торф, солома, помет, сапрпель.

Машинная технология приготовления компостов должна включать следующие операции: подготовку площадки; формирование влагопоглощающей подушки; подвоз и распределение навоза; предварительное формирование бурта; перемешивание (с одновременным внесением минеральных удобрений, если необходимо) и формирование бурта; периодическую перебивку бурта для его аэрации.

Одной из самых главных из перечисленных операций является перемешивание компостной массы, т.к. степень насыщенности её кислородом – важнейший фактор, влияющий на температурный режим в буртах и интенсивность биотермического процесса при компостировании смеси. Это условие диктует необходимость периодической перебивки буртов – аэрации – в течение всего срока созревания компоста. Для этого необходима специальная техника – аэраторы-смесители торфонавозных компостов, которых в республике в данное время нет.

Существующие образцы аэраторов-смесителей можно классифицировать следующим образом: по типу рабочих органов – с горизонтальным ротором, винтом или фрезой, конвейерные, ковшовые, комбинированные, по количеству обрабатываемого за один проход материала бурта – полнообъемные и односторонние, по режиму движения – однопроходные и многопроходные по источнику мощности и способу агрегатирования – навесные, самоходные.

Основным недостатком аэраторов-смесителей с ленточным рабочим органом (например, Scat 481 – рисунок 1.1.) является их неспособность дробить крупные комья навоза, торфа, измельчать солому. Аэраторы с фрезерным рабочим органом (рисунок 1.2.) лишены этих недостатков, однако такие машины неспособны обрабатывать за один проход весь объем навозного бурта.

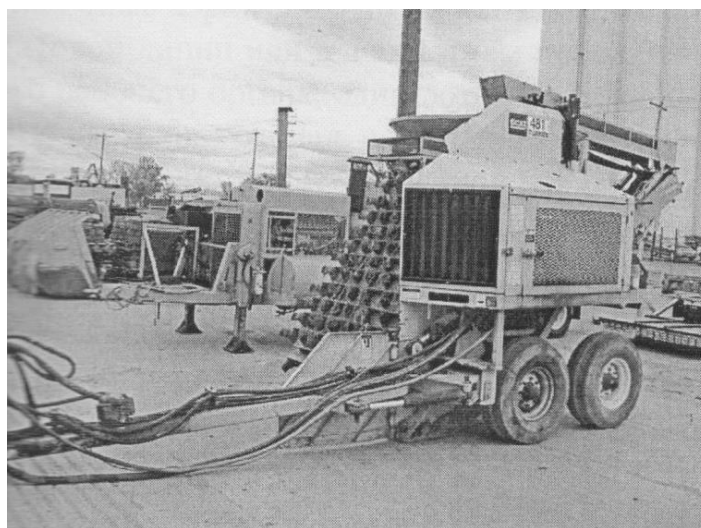


Рисунок 1.1 – Аэратор-смеситель с ленточным рабочим органом
Scat 481

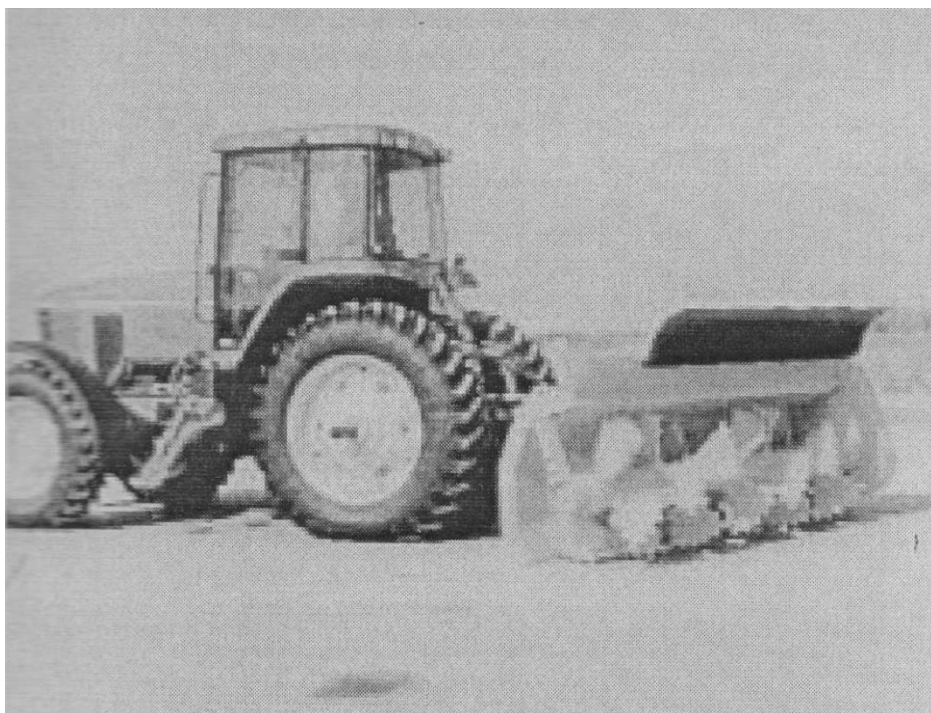


Рисунок 1.2 – Аэратор-смеситель фрезерного типа Brown Bear
РТОРА35-10.5

Наибольшее распространение получили аэраторы-смесители (рисунки 1.3, 1.4 и 1.5) арочного типа с вращающимся горизонтальным рабочим органом – винтовым, либо лопастным ротором [16].

Все изученные образцы аэраторов-смесителей арочного типа имеют в целом схожую конструкцию. Аэраторы-смесители такого типа содержат колесный либо гусеничный (как правило, у самоходных машин) ход, П-образную либо трапециевидную раму, смешивающее устройство, привод рабочих органов, гидросистему. На некоторых образцах с целью лучшего формирования бурта устанавливают направляющий наклонный транспортёр, либо буртоформирующие щиты. Выпускаются как самоходные, так и прицепные машины, причем последние некоторыми производителями оснащаются собственным силовым агрегатом.

Смешивающее устройство представляет собой один или два горизонтальных ротора, установленных в передней части рамы. Ротор может иметь сплошную винтовую навивку (как правило, в

высокопроизводительных прицепных аэраторах, имеющих ширину захвата 4...8 м, и самоходных машинах), либо лопасти (прицепные аэраторы с шириной захвата до 4 м), прикрепленных к валу по винтовой линии или в шахматном порядке. В случае применения двухроторного рабочего органа, один ротор располагают в нижней части рамы второй – устанавливают над ним. Шнековые роторы со сплошной винтовой навивкой изготавливают со встречной навивкой, сходящейся в центральной части вала. На большинстве изученных образцов к виткам шнека крепятся пластины для лучшего измельчения крупных включений и перемешивания материала.

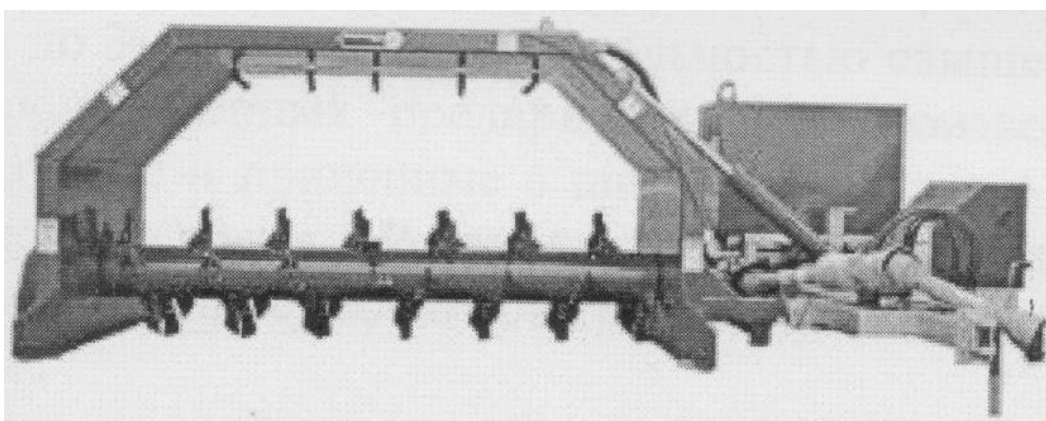


Рисунок 1.3 – Прицепной аэратор-смеситель арочного типа Aeromaster PT-130

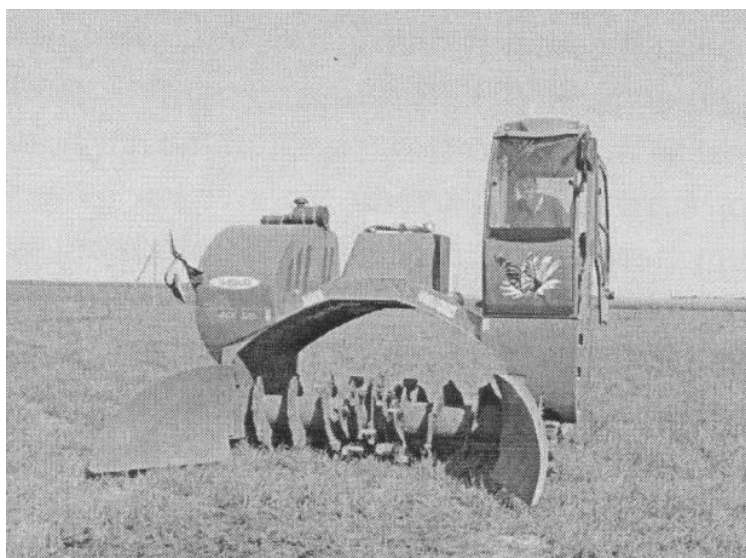


Рисунок 1.4 – Самоходный аэратор-смеситель Seko SCV 320MD



Рисунок 1.5 – Прицепной аэратор-смеситель арочного типа с собственной силовой установкой Wildcat TS514

Работают аэраторы-смесители следующим образом. Компостируемый материал захватывается лопастями или винтовой поверхностью роторов, проходя через которые он активно перемешивается, а крупные комья – дробятся. После чего движется по наклонному направляющему транспортёру вверх и перебрасывается в заднюю часть рамы, либо просто выбрасывается назад. Бурт формируется благодаря встречной винтовой навивке рабочего органа, а также при помощи буртоформирующих щитов [17].

Условно аэраторы смесители можно разделить на две группы: максимальной производительностью (при повторных проходах) до 1...1,5 тыс. м³/ч, работающие для нужд отдельных хозяйств (ленточные, фрезерные, арочные с шириной захвата до 3...4 м), и производительностью свыше 1,5 тыс. м³/ч, работающие на промышленных предприятиях по производству компостов (почти все самоходные и прицепные с шириной захвата 4 м и более). Очевидно, что в настоящее время необходимы аэраторы-смесители производительностью до 1000 м³/ч, предназначенные для работы в условиях хозяйств.

Смешивающее устройство зарубежных образцов, которые экономически целесообразно использовать, представляет собой лопастной ротор, который рассчитан на работу с легкими торфопометными компостами, не содержащими крупных включений. Для условий Республики Татарстан, где основным компонентом компоста является влажный слежавшийся навоз, в котором часто попадаются крупные промёрзшие куски, солоmistые включения, инородные предметы, при этом используется только 1/3 часть торфа, смешивающее устройство должно выполнять одновременно функции резания пластов и дробления крупных комьев. Очевидно, что лопастной ротор может удовлетворительно дробить комья навоза, но не способен резать слежавшийся пласт. Кроме указанного недостатка, зарубежные машины имеют очень высокую стоимость: от 30...35 тыс. долларов США за самый простой прицепной аэратор и от 80...90 тыс. долларов США – за небольшой самоходный аэратор.

Эти факторы обуславливают необходимость разработки отечественного аэратора-смесителя, способного работать на торфо-соломо-навозных компостах, обеспечивающего разрушение пластов слежавшегося навоза, крошение комьев, смешивание компонентов, необходимую степень аэрации и формирование буртов заданных форм и размеров.

В результате исследований выявлено, что наиболее рациональным в условиях республики представляется формировать бурты шириной 3...4 м и высотой не более 2 м, исходя из чего определены ширина захвата машины, форма и площадь профиля арки, конструктивные параметры рабочих органов и механизмов привода.

Аэраторы-смесители компостов выпускаются рядом известных зарубежных фирм-производителей сельскохозяйственной техники. Наиболее востребованы такие модели как EKW-300 (Бельгия), ST-300 (Австрия), Jeantil RA-4000 (Франция), Topturn 300-03 (США), Uni 4001 (Германия), WSU Frontier (Бельгия), Aeromaster PT-120 (США), X 67-1-11 (США), BACHHUS 14.24 (Германия), PRS (Германия) [17].

Следует отметить достаточно высокую стоимость этих машин. К примеру, ST-300, EKW-300, Tортuрn 300-03, PRT 250 стоят более 25000 евро, BACKHUS 14.28 – 42950 евро, Jeantil RA-4000 – 30000 евро.

В целом, все аэраторы-смесители схожи по конструкции. Основное отличие в исполнении смешивающего рабочего органа.

Рассмотрим наиболее простые и надежные в конструктивном исполнении, а также относительно недорогие прицепные аэраторы-смесители ST-300 [11]. EKW-300 [12] и RA-4000 [24].

Аэратор-смеситель RA-4000 в соответствии с рисунком 1.6 содержит колесный ход, П-образную раму, смешивающее устройство, направляющий наклонный транспортёр, буртоформирующие щиты, привод рабочих органов, гидросистему.

Смешивающее устройство представляет собой два шнека, установленных в передней части рамы. Один шнек расположен в нижней части рамы, второй установлен над ним. Шнеки изготовлены со встречной навивкой, сходящейся в центральной части вала. К виткам шнека приварены пластины. За смешивающим устройством расположен направляющий планчатый транспортер. В задней части рамы с боков установлены буртоформирующие щиты.

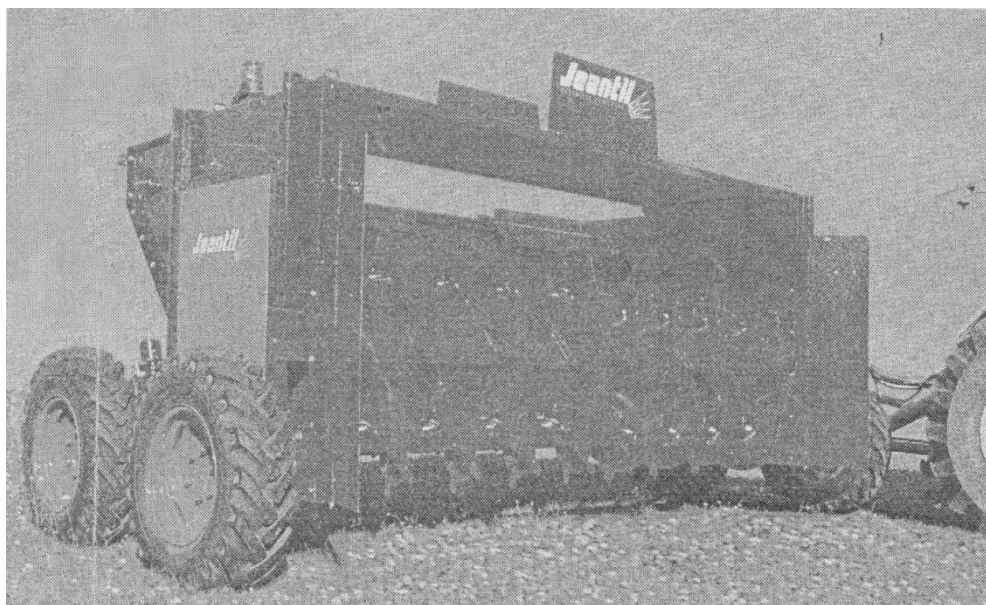


Рисунок 1.6 – Аэратор-смеситель Jeantil RA-400 (Франция)

Компостируемый материал захватывается шнеками, проходя через которые активно перемешивается и измельчается. После чего движется по наклонному направляющему транспортёру вверх и перебрасывается в заднюю часть рамы, где с помощью буртоформирующих щитов укладывается в бурт.

Один из недостатков данного аэратора-смесителя, а также прочих существующих мобильных машин аналогичного назначения заключается в том, что они не обеспечивают достаточной степени аэрации. Аэрация достигается только ворошением (перемешиванием слоев компостируемой массы). В то время как в стационарных установках для приготовления компостов используется помимо ворошения также принудительная подача воздуха.

К недостатком данного аэратора-смесителя следует отнести также невысокую пропускную способность, а следовательно, и производительность машины. Несмотря на то, что наличие двух шнеков обеспечивает более качественное перемешивание и измельчение, при невысокой скорости вращения шнеков и наклонного транспортера, а также при наличии в компостируемой массе крупных включений может произойти зависание материала в пространстве между смешивающим устройством и направляющим транспортером.

Аэратор-смеситель ST-300 и аналогичный ему EKW-300 в соответствии с рисунками 1.7 и 1.8 состоят из колесного хода, трапециевидной рамы, смешивающего рабочего органа, подгребателей, балансирной тележки со съёмными грузами для устойчивости хода машины, привода рабочего органа, гидросистемы.

В данных машинах смешивающий рабочий орган смонтирован в нижней чати рамы и представляет собой вал с приваренными пластинами, расположенными по винтовой линии. Правая и левая винтовые линии сходятся в центральной части вала. Первый ряд пластин с торцевых боков вала имеет Г-образную форму, остальные пластины имеют форму полосы.



Рисунок 1.7 – Аэратор-смеситель ЕКW-300 (Бельгия)

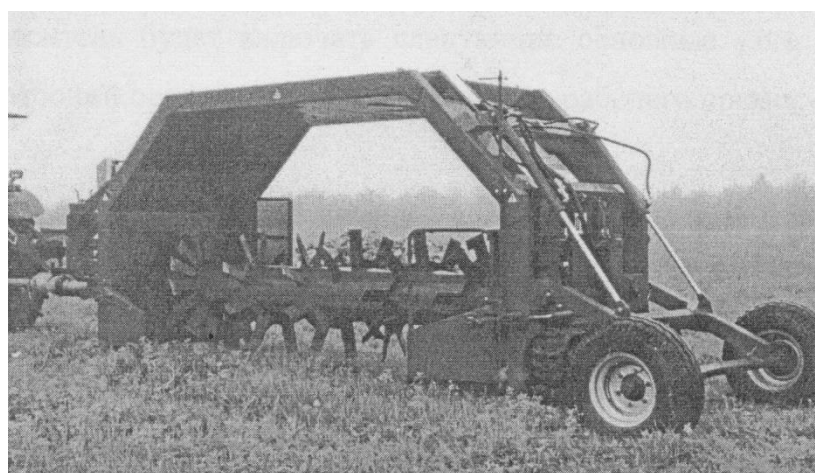


Рисунок 1.8 – Аэратор-смеситель ST-300 (Австрия)

Среди недостатков, наряду с недостаточной аэрацией, следует отметить следующие. Конструкция смешивающего устройства рассчитана на работу с легкими компостами, в основном с торфо-помётными, не содержащими крупных включений. Для условий Республики Беларусь, где основным компонентом компоста является влажный навоз, часто крупные промёрзшие куски солоmistые включения и лишь $\frac{1}{3}$ часть торфа смешивающее устройство должно выполнять одновременно и функцию измельчения. Работа аэратора-смесителя ST-300 на наших компостах будет затруднена, поскольку велика вероятность залипания пластин и наматывания на них солоmistых материалов.

По мимо перечисленных, обоим аналогам присущ еще один общий недостаток, заключающийся в том, что после ворошения происходит быстрое высыхание верхнего слоя и улетучивание аммиачного азота. Избежать этого

можно, уплотнив верхний слой компостного бурта. В существующих аналогах такая возможность не предусмотрена.

На основании изложенного можно сделать вывод о необходимости разработки отечественного аэратора-смесителя, способного работать на торфо-соломо-навозных компостах, обеспечивая качественное измельчение и смешивание компонентов, необходимую степень аэрации и формирование буртов заданных форм и размеров.

1.3 Цели и задачи проекта

Перед сельскохозяйственными работниками стоит задача увеличить производство продуктов питания и обеспечить перерабатывающую промышленность сельскохозяйственным сырьем. Этого можно достичь путем интенсификации производства и перевода его на индустриальную основу.

Использование энергонасыщенных тракторов, высокопроизводительных комбайнов и широкозахватных машин позволит в жатые сроки и на высоком агротехническом уровне проводить полевые работы. Наряду с укреплением материально-технической базы необходимо дальнейшее увеличение применения химических средств защиты растений от сорняков, вредителей и болезней, внесение минеральных и органических удобрений.

Интенсивная технология возделывания сельскохозяйственных культур предполагает применение высокопроизводительной техники, рациональное использование минеральных и органических удобрений, новых сортов и гибридов, интегрированной системы защиты растений от сорняков, вредителей и болезней. Эффективное использование всех производственных ресурсов, а также четкое соблюдение технологий возделывания сельскохозяйственных культур и выполнение всех операций,

предусмотренных технологическими картами, несомненно, будет способствовать не только повышению производительности земель, но и сокращению капитальных вложений.

Успешное выполнение задач, стоящих перед сельским хозяйством, предполагает обязательное внедрение в каждом хозяйстве научно-обоснованной системы земледелия, представляющей собой комплекс взаимосвязанных агротехнических, организационных, технических и экономических мероприятий, разработанных применительно к конкретным условиям хозяйства и направленных на эффективное использование каждого гектара земли и других материально-технических ресурсов, планомерное повышение плодородия земли, увеличение урожайности и валовых сборов продукции сельского хозяйства с минимально вложенными затратами труда и средств.

Ячмень является довольно важной культурой в сельском хозяйстве. Достижение поставленной цели по получению высоких урожаев возможно только за счет интенсификации растениеводства, направленной на получение запрограммированных урожаев на базе улучшения использования земли и техники с учетом конкретных природно-климатических условий, с минимальными трудовыми затратами.

Один из наиболее эффективных резервов увеличения производства культур является качественное и своевременное проведение предусмотренных технологических операций, что зависит в основном от применяемых средств механизации и организации проведения работ.

Для этого необходимо решить следующие задачи:

- на основе существующих технологий возделывания, определить недостатки и разработать прогрессивную технологию;
- разработать более совершенную конструкцию азратора смесителя компостов;
- разработать мероприятия по устранению выявленных недостатков;

- дать экономическое обоснование предлагаемого технического решения.

Таким образом, целью выпускной квалификационной работы является разработка комплексной механизации возделывания и уборки ячменя с модернизацией аэратора смесителя компостов, овладение методикой расчета и приобретение практических навыков в решении вопросов планирования и организации механизированных работ при эффективном использовании технических средств и рабочей силы.

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Предлагаемая технология возделывания ячменя

Интенсивная технология возделывания сельскохозяйственных культур характеризуется поточностью производства, комплексностью применения факторов интенсификации, оперативностью выполнения механизированных работ.

Оснащение сельскохозяйственных предприятий производительной техникой – одно из условий дальнейшего развития сельского хозяйства нашей республики, роста производительности труда, повышения урожайности сельскохозяйственных культур, сокращения трудовых, материальных и денежных затрат.

Необходимо при возделывании ячменя особое внимание уделять борьбе с сорной растительностью и стимулировать рост посевов в начальной фазе их развития путем внесения оптимальной дозы удобрений. При этом наиболее эффективно локальное внесение удобрений [5].

В конце августа или в начале сентября обрабатываем территорию, предназначенную под посев ячменя гербицидами против многолетних сорняков, для этого агрегатом БЕЛАРУС 920+МЖТ-6 транспортируем воду к месту внесения, а БЕЛАРУС 820+ОТМ-2-3 приготавливает и вносит рабочий раствор.

Дискование производим агрегатами БЕЛАРУС 1522+БДТ-7МW и БЕЛАРУС 820+Л-111.

После дискования вносим минеральные удобрения (0,3 т/га хлористый калий и 0,2 т/га двойной супер фосфат), для чего БЕЛАРУС 820+П-10 производит погрузку удобрений в смеситель-загрузчик СЗУ-20, который загружает приготовленную смесь для транспортировки и внесения в БЕЛАРУС 920+МВУ-8Б. Так же в это время вносим органические удобрения агрегатом БЕЛАРУС 1221+ПРТ-11А (БЕЛАРУС 1221+МТТ-9).

Осеннюю подготовку почвы завершает вспашка агрегатами БЕЛАРУС 1221+ПЛН-4-35, БЕЛАРУС 1522+ПЛН-6-35, К-701+ППП-7-40.

Весенняя обработка почвы начинается с внесения минеральных удобрений (0,18 т/га аммиачной селитры и 0,05 т/га двойной супер фосфат), растаривание и измельчение аммиачной селитры выполняем с помощью измельчителя АИР-20 который загружаем агрегатом БЕЛАРУС 820+П-10. Смешивание минеральных удобрений и погрузку в разбрасыватели осуществляет смеситель СЗУ-20. Транспортировка и внесение производится агрегатом БЕЛАРУС 920+МВУ-8Б.

Предпосевную культивацию с заделкой минеральных удобрений проводим агрегатами БЕЛАРУС 1221+КПН-5,6, БЕЛАРУС -820+КПН-4. Затем выполняем рыхление, выравнивание и прикатывание используя БЕЛАРУС 1221+АКШ-7,2.

Посев производим агрегатом БЕЛАРУС 820+СПУ-6, предварительно обработав семена протравлителем ПС-10. Погрузку семян для транспортировки в загрузчик сеялок ГАЗ-САЗ-53Б+ЗАЗ-1 выполняем погрузчиком ЗПС-100.

После посева выполняем довсходовое боронование на Беларус 820+СП-11+53ПБ-0,6А.

Приготовление рабочих растворов и обработку посевов гербицидами, фунгицидами, инсектицидами проводим агрегатом БЕЛАРУС 820+ОТМ-2-3, подвоз воды осуществляется БЕЛАРУС 920+МЖТ-6.

Уборку ячменя прямым комбайнированием выполняем комбайнами КЗС-1218 и КЗР-10 с измельчением соломы.

Транспортировка к зерносушильному комплексу СЗШР-16 и взвешивание производим автомобилями Зил-130.

2.2 Расчет показателей технологической карты

Проектирование технологической карты на возделывание ячменя является важнейшим мероприятием по внедрению в сельскохозяйственное производство комплексной механизации возделывания ячменя. Технологическая карта состоит из взаимосвязанных технологической, технической и экономической частей.

В технологической карте показывается очередность технологических операций, состав агрегатов на каждую операцию, затраты труда, необходимое количество механизаторов и вспомогательных работников. Очередность составления технологической карты следующая.

Сначала планируем состав машинно-тракторного парка, указываем объемы работ и планируемые календарные сроки их выполнения, производительность агрегата, расход топлива на весь объем работ, потребность в рабочей силе и технике, затраты труда и его оплату.

Объем работ подсчитываем по площади, занимаемой культурой с расчетом принятых показателей (расстояние между объектами, нормы внесения удобрений, нормы высева, количество полученного урожая).

Расчет основных показателей технологической карты произведем на примере дискования агрегатом Беларусь 820+Л-111.

Требуемое количество агрегатов определим по выражению:

$$n=Q/(D \cdot T_{\text{см}} \cdot W_{\text{ч}}); \quad (2.1)$$

где Q – объем работ. Расчет производим для поля площадью 137 га;

D – рекомендуемый календарный агротехнический срок;

$T_{\text{см}}$ – продолжительность рабочего дня. Принимаем $T_{\text{см}}=7$ ч;

$W_{\text{ч}}$ – норма выработки агрегата за час. Согласно [1] $W_{\text{ч}} 1,4$ га/час.

$$n=137/(5 \cdot 7 \cdot 1,4)=2.$$

Количество рабочих, обслуживающих агрегат, определим в соответствии со схемой обслуживания машинно-тракторного агрегата. Так для данной операции необходимо два механизатора, труд вспомогательных рабочих не требуется.

Сменную норму выработки агрегата за агротехнический срок $W_{\text{а}}$ (га/см) определим по формуле:

$$W_{\text{а}}=W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{см}}; \quad (2.2)$$

$$W_{\text{а}}=1,4 \cdot 7=9,8 \text{ га/см}.$$

Количество нормо-смен определим по формуле:

$$N_{\text{н.см}}=Q/W_{\text{а}}; \quad (2.3)$$

$$N_{н.см}=137/9.8=13.98 \text{ н} \cdot \text{см}$$

Затраты труда в часах по каждой операции вычисляем, исходя из количества рабочих, обслуживающих агрегат в течение смены. Затраты труда механизаторов и вспомогательных рабочих Z_m и $Z_{вс.р}$ определим по формуле:

$$Z_{m(вс.р)} = Q N_{m(вс.р)} / W_{ч}; \quad (2.4)$$

где $N_{m(вс.р)}$ – число механизаторов (вспомогательных рабочих).

В нашем случае $N_m=2$.

$$Z_m=137 \cdot 2 / 1,4=195 \text{ ч.}$$

Общие затраты труда Z (ч) равны сумме затрат труда механизаторов и затрат труда вспомогательных рабочих. Так как на данной операции труд вспомогательных рабочих не требуется, то $Z=Z_m=195 \text{ ч.}$

Оплата труда механизаторам $S_{з.м}$ и вспомогательным рабочим $S_{з.вс.р}$ за весь объем работ определим по выражению:

$$S_z = C_n \cdot N_{н.см}; \quad (2.5)$$

где C_n – тарифная ставка за сменную норму выработки. Для 3 тарифного разряда $C_n=24.549$ руб/нормо-смену.

$$S_z=24.549 \cdot 9.8=240 \text{ руб.}$$

Расход топлива θ_o (ц) определим по следующей формуле:

$$\theta_o = \theta_{га} Q / 100; \quad (2.6)$$

где $\theta_{га}$ – расход топлива на единицу объема работ. Для данного агрегата согласно [1] $\theta_{га}=4,67$ кг/га.

$$\theta_o=4,67 \cdot 137 / 100=6,397 \text{ ц.}$$

Объем механизированных работ в физических единицах переводим в условные эталонные гектары путем умножения его на коэффициент перевода.

В данной последовательности выполняем расчеты по каждой операции.

Существующая и предлагаемая технологические карты возделывания ячменя в проекте представлены в виде приложения 1.

На каждую сельскохозяйственную операцию разрабатывается операционно-технологическая карта. Она составляется с учетом достижений науки и передового опыта, и устанавливает порядок, способ выполнения и наиболее рациональное использование средств механизации. Она включает в себя следующие основные элементы: агротехнические требования к выполнению данной операции, рациональное комплектование и подготовку агрегатов к работе, подготовку поля, работу агрегатов в загоне, контроль качества выполняемой работы, указания по охране труда [13].

2.3 Разработка операционной технологии на работу предлагаемого агрегата

2.3.1 Агротехнические требования к аэрированию

Технология приготовления различных видов компостов во многом определяется физико-механическими свойствами компонентов, входящих в состав (навоз, птичий помет, торф, минеральные удобрения и др.).

Соотношение компонентов зависит от их вида, времени закладки компостов и качества применяемого торфа. Для зимнего компостирования лучше использовать более разложившийся торф. При высокой степени разложения торфа долю его в компосте можно увеличить. На одну часть подстилочного навоза (по массе) в зимнее время берут одну часть торфа, а при весенне-летней заготовке – 1...3 части. При этом достигается мобилизация питательных веществ торфа и полученная масса имеет лучшие физические свойства, чем исходная – навоз: компостные удобрения обладают хорошими сыпучестью, транспортабельностью, неприлипаемостью к орудиям, безвредностью.

Для производства компостов пригодны все виды торфа: верховой, переходный и низинный. Основные требования к качеству торфа приведены в таблице 2.1. [2].

Таблица 2.1 – Показатели, характеризующие качество торфа

Показатель	Максимально допустимая величина при способах добычи	
	фрезерном	скреперно-бульдозерном
Содержание влаги, %	55	60
Зольность, %	25	25
Размер частиц торфа, мм	25	60
Засоренность торфа очесами, древесными и другими остатками с размером частиц более установленного размера, %	8	10

Малопригоден для компостирования как избыточно влажный, так и пересушенный (влажность менее 40 %) торф, так как он плохо впитывает влагу.

Навоз, навозную жижу и птичий помет для компостирования лучше использовать свежими. В таком состоянии они наиболее богаты питательными веществами и микрофлорой. Перепревший и перемерзший навоз малопригоден из-за низкой биологической активности [21].

Уменьшить потери питательных веществ и повысить удобрительную ценность компостов можно путем добавления к ним фосфорных и калийных удобрений: 2-3 % фосфоритной муки (от массы компоста), 0,5-1,0 % хлористого калия или калийной соли и при использовании кислых торфов 1-2 % естковой муки [22, с. 185]. Кроме того, для пополнения запасов органического вещества и азота следует использовать солому. Химический состав соломы представлен многими элементами питания, которые после минерализации пополняют почвенный раствор и потребляются растениями [23].

Все компоненты компоста должны быть тщательно перемешаны. Наиболее резко изменяются физико-механические свойства удобрений в зависимости

от содержания в них влаги. Влажность органических удобрений значительно выше, чем минеральных, и достигает 80-97 % (жидкий и полужидкий навоз). Компостировать жидкий навоз и навозные стоки нецелесообразно.

Готовый высококачественный компост должен представлять собой однородную темную рассыпчатую массу влажностью не более 75 % с близкой к нейтральной реакцией среды. В нем должны быть все необходимые элементы питания в доступной для растений форме.

Для получения высококачественного компоста необходимо выполнять требования технологии приготовления и управлять процессами, протекающими в компостных штабелях: температурой, влажностью, аэрацией, кислотностью среды и др.

Существует связь между влажностью, температурой, доступом воздуха и размером штабеля.

Размер штабеля зависит от способности к разложению компостируемого материала и его рыхлости. Длина может быть произвольной, но не менее 5...8 м, высота 2,5...3,0 м, ширина по основанию 4...6 м. При малых размерах штабеля теряется много аммиака, недостаточна температура компостной массы, процессы разложения органического вещества заторможены, мобилизация азота протекает медленно. Большая высота штабеля также нежелательна, так как это может привести к переуплотнению компоста и сдерживанию процессов нитрификации, которые энергичнее протекают при достаточном доступе воздуха [22, с. 184].

Необходимая аэрация в компостируемой массе достигается ее ворошением во время созревания. Снижается влажность компоста, если она превышает оптимальную. Если увлажнение компостируемой массы достаточно, ее необходимо поливать навозной жижей или водой.

При оптимальных условиях аэрации и увлажнения под влиянием микробиологических процессов температура в компосте повышается до 60...70 °С. При такой температуре семена сорных растений теряют

всхожесть, погибают яйца гельминтов и другие болезнетворные начала, содержащиеся в свежем навозе, навозной жиже и птичьем помете, а процессы накопления легкоподвижных питательных веществ протекают наиболее энергично.

Процесс компостирования идет более активно при положительной температуре окружающего воздуха. Чем она выше, тем быстрее созревает компост.

Место для компостирования следует выбирать исходя из наименьших затрат на погрузку и перевозку используемых компонентов, а также на погрузку и транспортировку приготовленного компоста до поля. Готовить компосты следует на специально выделенных (стационарных или временных) площадках у ферм или на краю поля.

Временные (земляные) площадки необходимо размещать по рельефу местности ниже животноводческих, жилых или производственных зданий с направлением господствующих ветров на площадку компостирования по отношению к другим постройкам. Нельзя строить площадки в низинах, заболоченных местах, а также вблизи рек, озер, прудов (не ближе 200 м от берегов рыбохозяйственных водоемов), колодцев и артезианских скважин (не ближе 300 м). Место под площадкой компостирования должно быть со спокойным рельефом. Вокруг нее устраивается водоотводная канава для стока талых вод и атмосферных осадков [21].

При крупных животноводческих комплексах и птицефабриках необходимо строить специальные площадки и цехи для компостирования. Стационарные (асфальтированные, бетонированные) площадки и цехи размещают согласно типовому проекту их строительства.

2.3.2 Тяговый расчет агрегата

Тяговый расчет будем производить на 2-й, 3-й и 4-й передаче I диапазона, т.к. именно на этих передачах скоростной режим соответствует агротехническим требованиям.

Таблица 2.2 Параметры потенциальной тяговой характеристики трактора Беларус 1522

Агрофон	Стерня нормальной влажности			
Режим эксплуатации	Показатели	Значения показателей на передачах		
		I д 2	I д 3	I д 4
Р _{кр} =0 (холостой ход трактора)	V _х , км/ч	0,9	1,6	2,2
	G _{тх} , кг/ч	8,9	9,4	10,0
Р _{кр} =Р _{крн} (максимальная тяговая мощность)	Р _{крн max} , кН	43,4	34,9	28,0
	N _{кр max} , кВт	62,2	68,8	71,9
	δ, %	30,3	20,8	14,3
	G _{тн} , кг/ч	25,4	25,4	25,4
	V _{рн} , км/ч	0,7	1,2	1,9

Для каждой из выбранных передач определяем удельное тяговое сопротивление при скорости $V_{рн}$:

$$k = K_0 \cdot \left(1 + (V_{рн} - V_0) \cdot \frac{\Delta_c}{100} \right), \quad (2.7)$$

где K_0 – удельное сопротивление машины, $K_0=2,2$ кН/м;

$V_{рн}$ – скорость движения трактора на номинальном режиме, табл. 2.1;

Δ_c – темп нарастания удельного тягового сопротивления, $\Delta_c=4$;

$$V_0=5 \text{ км/ч.}$$

$$k^2 = 2,2 \cdot \left(1 + (0,7 - 5) \cdot \frac{4}{100} \right) = 2,31 \text{ кН/м.}$$

$$k^3 = 2,2 \cdot \left(1 + (1,2 - 5) \cdot \frac{4}{100} \right) = 2,44 \text{ кН/м.}$$

$$k^4 = 2,2 \cdot \left(1 + (1,9 - 5) \cdot \frac{4}{100} \right) = 2,58 \text{ кН/м.}$$

Определяем полное сопротивление агрегата:

$$R_a = h \cdot B_k \cdot k + G_{\sigma} \cdot \left(\lambda \cdot f_{mp} + \frac{i}{100} \right); \quad (2.8)$$

где h – глубина обработки, $h=0,08$ м;

B_k – конструктивная ширина захвата, $B_k=3$ м [11];

$G_{\bar{o}}$ – вес, $G_{\bar{o}}=20,6$ кН;

λ – коэффициент учитывающий величину догрузки трактора, $\lambda=1,8$;

f_{mp} – коэффициент сопротивления качению трактора, $f_{mp}=0,07$;

i – уклон в направлении движения, $i=3^\circ$.

$$R_a^2 = 0,08 \cdot 3 \cdot 2,31 + 20,6 \cdot \left(1,8 \cdot 0,07 + \frac{3}{100} \right) = 27,6 \text{ кН.}$$

$$R_a^3 = 0,08 \cdot 3 \cdot 2,44 + 20,6 \cdot \left(1,8 \cdot 0,07 + \frac{3}{100} \right) = 37,9 \text{ кН.}$$

$$R_a^4 = 0,08 \cdot 3 \cdot 2,58 + 20,6 \cdot \left(1,8 \cdot 0,07 + \frac{3}{100} \right) = 38,3 \text{ кН.}$$

Рассчитываем коэффициент использования номинального тягового усилия и по результатам расчета выбираем рабочую передачу трактора:

$$\eta_n = \frac{R_a}{P_{кр.н} - G_{mp} \cdot \frac{3}{100}}; \quad (2.9)$$

где G_{mp} – вес трактора, $G_{mp}=58,86$.

$$\eta_n^2 = \frac{27,6}{43,4 - 58,86 \cdot \frac{3}{100}} = 0,66.$$

$$\eta_n^3 = \frac{37,9}{43,4 - 58,86 \cdot \frac{3}{100}} = 0,91.$$

$$\eta_n^4 = \frac{38,3}{43,4 - 58,86 \cdot \frac{3}{100}} = 0,92.$$

Аэрирование будем производить на 4-й передаче I диапазона.

2.3.3 Расчет режимов работы агрегата

Расчет сопротивления агрегата на холостом ходу определяем по формуле:

$$R_{ax} = G_{\bar{o}} \cdot \left(\lambda \cdot f_{mp} + \frac{i}{100} \right); \quad (2.10)$$

$$R_{ax} = 20,6 \cdot \left(1,8 \cdot 0,07 + \frac{3}{100} \right) = 32,1 \text{ кН.}$$

Скорость на рабочем ходу:

$$V_p = V_x - R_a \cdot \frac{V_x - V_{pn}}{P_{крн}} ; \quad (2.11)$$

$$V_p = 2,2 - 38,3 \cdot \frac{2,2 - 1,9}{28} = 1,88 \text{ км/ч} .$$

Скорость на холостом ходу без переключения передачи:

$$V_{px} = V_x - R_{ax} \cdot \frac{V_x - V_{pn}}{P_{крн}} ; \quad (2.12)$$

$$V_{px} = 2,2 - 3,21 \cdot \frac{2,2 - 1,9}{28} = 2,1 \text{ км/ч} .$$

Определяем часовой расход топлива на выбранной передаче на рабочем ходу:

$$G_{mp} = G_x + R_a \cdot \frac{G_{mn} - G_x}{P_{крн}} ; \quad (2.13)$$

$$G_{mp} = 10 + 38,3 \cdot \frac{25,4 - 10}{28} = 14,4 \text{ кг/ч} .$$

на холостом ходу:

$$G_{mx} = G_x + R_{ax} \cdot \frac{G_{mn} - G_x}{P_{крн}} ; \quad (2.14)$$

$$G_{mx} = 10 + 32,1 \cdot \frac{25,4 - 10}{28} = 10,8 \text{ кг/ч} .$$

Коэффициент использования максимальной тяговой мощности:

$$\eta_{ум} = \eta_n \cdot \frac{V_p}{V_{pn}} ; \quad (2.15)$$

$$\eta_{ум} = 0,92 \cdot \frac{1,88}{2,1} = 0,86 .$$

Тяговый КПД:

$$\eta_m = \frac{N_{кр}}{N_e} ; \quad (2.16)$$

$$N_e = \frac{R_a + G_{mp} \cdot \left(f_{mp} + \frac{i}{100} \right)}{3,6 \cdot \eta_n \cdot \eta_\delta} \cdot V_p ; \quad (2.17)$$

где η_δ – КПД буксования трактора, $\eta_\delta = 1 - \delta/100 = 1 - 0,22 = 0,78$.

$$N_e = \frac{38,3 + 58,86 \cdot \left(0,07 + \frac{3}{100} \right)}{3,6 \cdot 0,92 \cdot 0,78} \cdot 1,88 = 150,8 \text{ кВт}$$

$$N_{кр} = \frac{R_a \cdot V_p}{3,6} ; \quad (2.18)$$

$$N_{кр} = \frac{38,3 \cdot 1,88}{3,6} = 93,7 \text{ кВт}$$

$$\eta_m = \frac{93,7}{150,8} = 0,62$$

Максимальный тяговый КПД:

$$\eta_{T \max} = \frac{N_{кр \max}}{N_{ен}} ; \quad (2.19)$$

$$\eta_{T \max} = \frac{71,9}{162,3} = 0,44$$

Коэффициент загрузки двигателя:

$$\eta_N = \frac{N_{\dot{a}}}{N_{\dot{a}i}} ; \quad (2.20)$$

$$\eta_N = \frac{150,8}{162,3} = 0,92$$

Показатели скомплектованного МТА представляем в табл. 2.3.

Таблица 2.3 Эксплуатационно-технические показатели агрегата

Показатели	Значения показателей
Состав агрегата	Беларус 1522+АСК-3,5
Конструктивная ширина захвата, м	3,5
Передача трактора: на рабочем ходу при повороте	4 п I д 4 п I д
Рабочая скорость, км/ч	1,88
Скорость на повороте, км/ч	2,1
Часовой расход топлива, кг/ч, на рабочем ходу на повороте	14,4 10,8
Коэффициент использования максимальной тяговой мощности	0,86
Максимальный тяговый КПД трактора	0,44
Коэффициент загрузки двигателя трактора	0,92

2.3.4 Кинематический расчет состава агрегата

Способ движения принимаем челночный, поворот – безпетлевой грушевидный [11].

Кинематическая длина агрегата:

$$l_a = l_{mp} + l_m ; \quad (2.21)$$

где l_{mp} – кинематическая длина трактора, $l_{mp}=4,55$ м;

l_m – кинематическая длина машины, $l_m=4,6$ м.

$$l_a = 4,75 + 4,6 = 9,35 \text{ м}$$

Длина выезда агрегата:

$$l = (0,1...0,5) \cdot l_a ; \quad (2.22)$$

$$l = 0,5 \cdot 9,35 = 4,57 \text{ м} .$$

Радиус поворота принимаем равный кинематической длине агрегата,

$$R_0=9,35 \text{ м}$$

Ширина поворотной полосы:

$$E = 3R + l ; \quad (2.23)$$

$$E = 3 \cdot 9,35 + 4,57 = 44,7 \text{ м} .$$

Ширину поворотной полосы принимаем кратную $B_k=3$, т.е. $E_\phi=45 \text{ м}$.

Средняя удельная длина холостого хода:

$$l_{x.x} = 6R + 2l ; \quad (2.24)$$

$$l_{x.x} = 6 \cdot 9,35 + 2 \cdot 4,57 = 65,2 \text{ м} .$$

Рабочая длина участка:

$$L_p = L - 2E_\phi ; \quad (2.25)$$

где L – длина участка, $L=1200 \text{ м}$.

$$L_p = 1200 - 2 \cdot 45 = 1110 \text{ м} .$$

Коэффициент рабочих ходов:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + l_{x.x}} ; \quad (2.26)$$

$$\varphi = \frac{1110}{1110 + 65,2} = 0,94 .$$

Коэффициент поворотов:

$$\tau_{нов} = \frac{1-\gamma}{\gamma} ; \quad (2.27)$$

$$\tau_{нов} = \frac{1-0,94}{0,94} = 0,06 .$$

2.3.5 Расчет баланса времени смены

Затраты времени на:

$$\text{ЕТО, } T_{\text{ЕТО}} = 0,14 \text{ ч;}$$

Получение наряда и сдачу работ, $T_{\text{нз}} = 4 \text{ мин;}$

Переезд агрегата к месту работы, $T_{пнк} = 26$ мин;

Подготовка к переезду, $T_{пн} = 3$ мин;

Физиологические нужды, $T_{\phi} = (0,03...0,05)T_{см} = 0,035 \cdot 10 = 0,35$ ч

Технологическое обслуживание: $T_m = t'_0 T_{см} = 0,035 \cdot 10 = 0,35$ ч

где $t'_0 = 0,03...0,05$ - продолжительность технологических остановок на 1 ч времени смены.

Подготовительно-заключительное время:

$$T_{пз} = T_{ЕТО} + T_{пнз} + T_{пнк} + T_{пн}; \quad (2.28)$$

$$T_{пз} = 0,14 + \frac{3 + 4 + 26}{60} = 0,69 \text{ ч}.$$

Чистое время работы агрегата:

$$T_p = \frac{T_{см} - (T_{пз} + T_m + T_{\phi})}{1 + \tau_{нов}}; \quad (2.29)$$

$$T_p = \frac{10 - (0,69 + 0,35 + 0,35)}{1 + 0,03} = 8,35 \text{ ч}.$$

Время холостого хода за смену:

$$T_{xx} = \tau_{нов} T_p + T_{пнк}; \quad (2.30)$$

$$T_{xx} = 0,06 \cdot 8,35 + 0,43 = 0,93 \text{ ч}.$$

Время остановок с работающим двигателем:

$$T_o = T_{см} - (T_p + T_{xx}); \quad (2.31)$$

$$T_o = 10 - (8,35 + 0,93) = 0,72 \text{ ч}.$$

Коэффициент использования смены:

$$\tau_{см} = \frac{T_p}{T_{см}}; \quad (2.32)$$

$$\tau_{см} = \frac{8,35}{10} = 0,83.$$

2.3.6 Расчет производительности агрегата

Сменная производительность МТА:

$$W_{cm} = 0,1 B_p V_p T_p ; \quad (2.33)$$

где $B_p = \beta B_k = 3$, т.к. коэффициент использования ширины захвата $\beta = 1$.

$$W_{cm} = 0,1 \cdot 3 \cdot 8,81 \cdot 8,35 = 22,1 \text{ га}$$

Часовая норма выработки:

$$W_q = \frac{W_{cm}}{T_{cm}} ; \quad (2.34)$$

$$W_q = \frac{22,1}{10} = 2,21 \text{ га}$$

Расход топлива за нормосмену (кг/см) рассчитывается по зависимости

$$Q_{cm} = G_{mp} \cdot T_{mp} + G_{mx} \cdot T_x + G_{mo} \cdot T_o = 14,4 \cdot 8,35 + 10,8 \cdot 0,93 + 10 \cdot 0,72 = 137,5 \text{ кг/см.} \quad (2.35)$$

Гектарный расход топлива (кг/га)

$$Q_{ga} = Q_{cm} / W_{cm} = 137,5 / 22,1 = 6,22 \text{ кг/га.} \quad (2.36)$$

Затраты труда на единицу объема работ ($\text{чел.}\cdot\text{ч/га}$): прямые

$$\begin{array}{l} \text{прямые} \end{array} \quad z_{mp}^{\text{прям}} = \frac{n_m}{W_q} = \frac{1}{6,22} = 0,16 \text{ чел.}\cdot\text{ч/га} \quad (2.37)$$

$$\begin{array}{l} \text{общие} \end{array} \quad z_{mp}^{\text{общ}} = \frac{n_m + n_{в.р}}{W_q} = \frac{1 + 0}{6,22} = 0,16 \text{ чел.}\cdot\text{ч/га} \quad (2.37)$$

где n_m и $n_{в.р}$ – количество механизаторов и вспомогательных рабочих, обслуживающих МТА.

2.3.7 Подготовка агрегата к работе

1. Проверить и при необходимости отрегулировать давление в шинах колес трактора: передних – $0,14 \text{ Мпа}$ ($1,4 \text{ кг/см}^2$), задних – $0,16 \text{ Мпа}$ ($1,6 \text{ кг/см}^2$) [6].
2. Произвести настройку заднего навесного устройства трактора, для чего:
3. Соединить агрегат с трактором и установить рычаг распределителя в нейтральное положение.

4. Проверить и при необходимости довести давление в шинах агрегата до 0,35 МПа.

5. Проверяют техническое состояние рабочих органов, чистиков. Обнаруженные неисправности устраняют.

2.3.8 Контроль качества показателей агротехнических требований

Контроль качества состоит в сравнении показателей агротехнических требований с фактическими показателями при определении их в процессе выполнения операций [22].

Контроль качества осуществляется в процессе работы трактористом и при приемке работы бригадиром (агрономом).

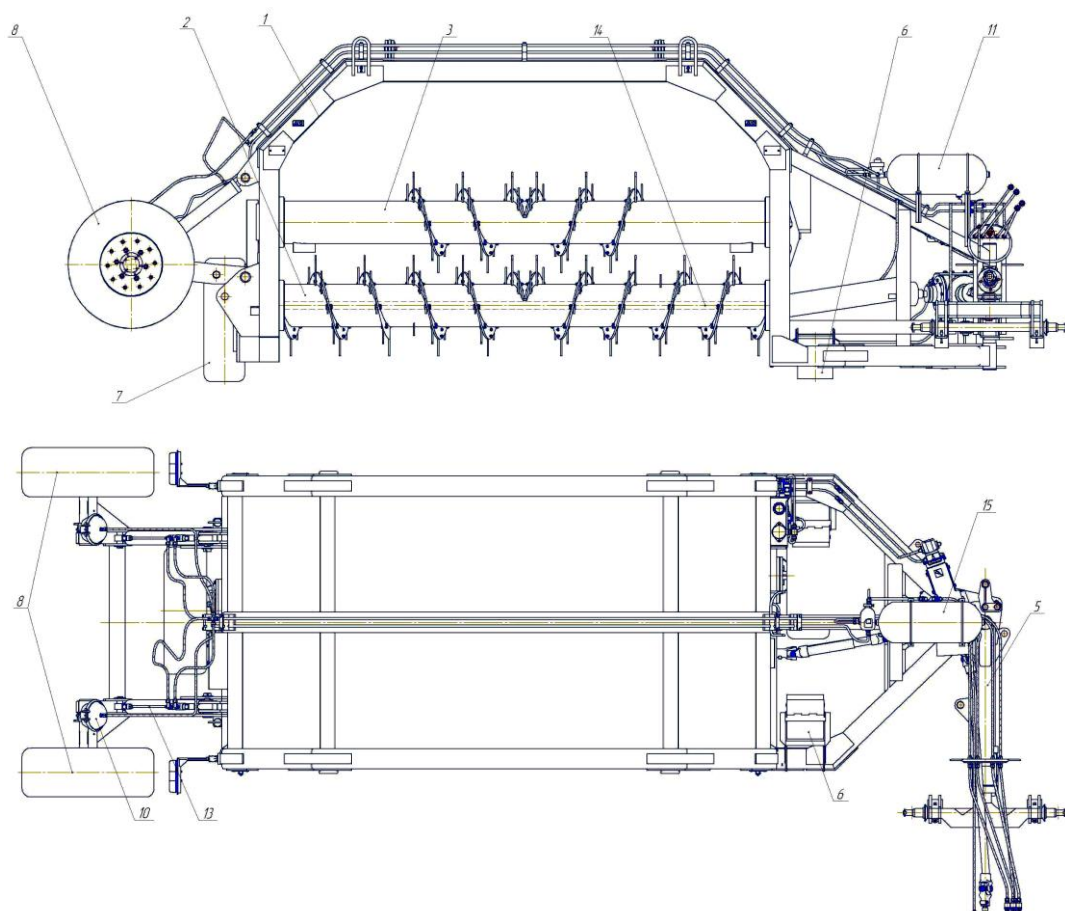
Таблица 2.3 – Требования к выполнению технологической операции по аэрированию и методы оценки качества работ

Наименование показателей	Значение показателей	
	по ИТ	По результатам испытаний
Рабочая скорость движения агрегата, км/ч	0–2	1,9
Размеры обрабатываемого бурта, мм высота ширина	До 2200 До 3500	1800–1900 3700
Рабочая ширина захвата,	3,5	3,5
Максимальный размер частиц компоста после одного прохода , мм	н/д	102
Содержание инородных включений, %, не более	1	В исходном материале изначально присутствовали недопустимые инородные компоненты

3 КОНСТРУКТИВНАЯ ЧАСТЬ

3.1 Устройство и рабочий процесс аэратора-смесителя компостов

Аэратор рисунками 3.1, 3.2 и 3.3 состоит из следующих основных частей: рамы 1, рабочих органов, представляющих собой два горизонтальных конвейера винтовых 2 и 3, привода 4, ограждение нижнего конвейера винтового 14, сцепного устройства 5, колеса ведущего 7, хода колесного (транспортного) 8, гидросистемы 12, тормозной системы 10, включающей ресивер 11, пневмопроводы и, тормозные камеры, и электрооборудования 20.



1 – рама; 2, 3 – конвейеры винтовые; 4 – привод; 5 – сцепное устройство; 6 – опорный каток; 7 – колесо ведущее; 8 – ход колесный (транспортный); 9 – гидробак; 10 – тормозная система; 11 – ресивер; 13 – гидроцилиндр; 14 – ограждение нижнего конвейера винтового

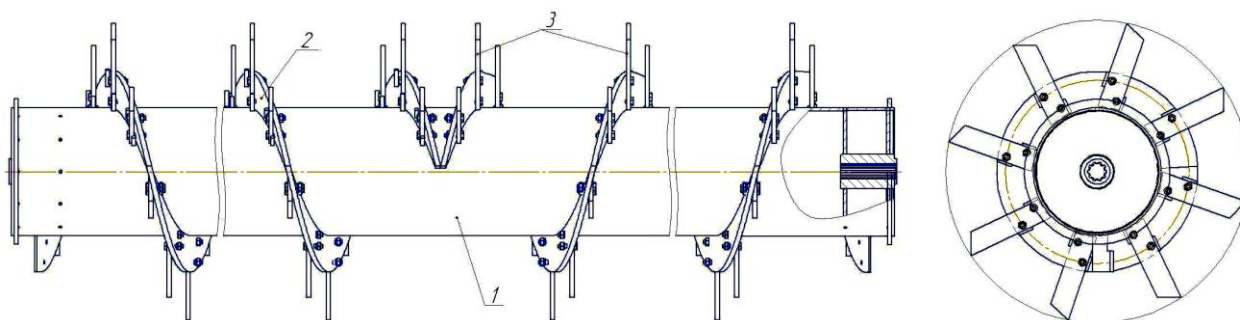
Рисунок 3.1 – Схема аэратор-смеситель компостов

ВКР

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Аэратор-смеситель		
Разраб.	Самарко						
Пров.	Иванов				Каз.ГАУ		
Н. контр.	Иванов						
Зав. каф.	Удильяни						
					Литер	Лист	Листов
					у	1	22

Рама 1 предназначена для крепления рабочих органов, элементов гидросистемы, ходовой и тормозной систем, электрооборудования. Представляет сварную несущую конструкцию в виде арки трапецевидной формы. В левой части рамы шарнирно присоединено сцепное устройство 5, в правой – колесный ход (транспортный) и ведущее колесо с планетарным гидроприводом.

Рабочий орган (рисунком 3.2) состоит из двух горизонтальных конвейеров винтовых, представляющих собой вал в виде трубы 1, к которой приварены витки 2 встречной навивки. К виткам крепятся ножи 3, предназначенные для дробления комьев исходного материала компостной смеси (рисунок 3.11.). Отличие верхнего конвейера винтового 3 от нижнего 2 заключается в том, что витки в верхнем конвейере винтовом расположены только в центральной части с целью уменьшения его металлоемкости.



1 – труба; 2 – витки; 6 – ножи.

Рисунок 3.2 – Конвейер винтовой

Оба конвейера винтовых вращаются в одном направлении, перебрасывая массу бурта через себя против хода аэратора. Привод осуществляется от ВОМ трактора через редуктор привода 4.

Привод представляет собой конический редуктор 2, через выходной вал 4 которого передается крутящий момент на рабочие органы. К редуктору крепится мотор-редуктор 1, предназначенный для привода колеса ведущего7.

Гидросистема предназначена для перевода аэратора из рабочего положения в транспортное и обратно, а также для привода колеса ведущего 7.

Гидросистема аэратора состоит из двух частей: автономной и присоединенной к гидросистеме трактора.

Гидросистема трактора используется для перевода аэратора из транспортного положения в рабочее и обратно при помощи гидроцилиндров и колеса ведущего.

Автономная гидросистема приводится от мотор-редуктора, установленного на валу конического редуктора привода 4 и предназначена для привода колеса ведущего 7 аэратора. Масло хранится в баке, состоящем из емкости 1, заливной горловины 2, фильтра 3, выходного отверстия 4, датчика уровня 5, сливной пробки.

Гидросистема предназначена для перевода аэратора из рабочего положения в транспортное и обратно, а также для привода колеса ведущего 7.

Гидросистема аэратора состоит из двух частей: автономной и присоединенной к гидросистеме трактора.

Гидросистема трактора используется для перевода аэратора из транспортного положения в рабочее и обратно при помощи гидроцилиндров и колеса ведущего.

Автономная гидросистема приводится от мотор-редуктора, установленного на валу конического редуктора привода 4 и предназначена для привода колеса ведущего 7 аэратора. Масло хранится в баке 9, состоящим из емкости 1, заливной горловины 2, фильтра 3, выходного отверстия 4, датчика уровня 5, сливной пробки.

Насос забирает рабочую жидкость из бака гидросистемы и подаёт её через распределитель Р, регулятор расхода РР и гидрозамок ЗМ1 по системе трубопроводов к планетарному редуктору М ведущего колеса 7. Частота

вращения планетарного редуктора регулируется при помощи регулятора расхода РР.

Ход колесный (транспортный) 8 предназначен для транспортировки аэратора в пределах хозяйства. Перевод в рабочее или транспортное положение осуществляется гидроцилиндрами 13.

Ход колесный (рабочий) предназначен для поддержания на заданной высоте всей конструкции во время работы, а также устранения поперечного перекаса от несимметричности агрегата. Состоит из двух опорных катков 6 и ведущего колеса 7.

Ведущее колесо состоит из пневматического колеса 1, гидродвигателя планетарного 2 и кронштейна 3.

Тормозная система аэратора – пневматическая. Состоит из тормозных камер 1, ресивера 2, тормозных шлангов 3-6.

Ограждение нижнего конвейера винтового 14 представляет собой трубу с приваренными по краям фланцами, с помощью которых она закрепляется к боковым стенкам аэратора. Располагается параллельно нижнему конвейеру винтовому и на одной горизонтальной оси с ним. Между ограждением и конвейером винтовым имеется небольшой зазор необходимый для беспрепятственного перемещения конвейера винтового. Ограждение предназначено для предотвращения обрушения отброшенного материала на рабочие органы и увлечения нижнего слоя материала в повторные обороты. Также оно препятствует растягиванию рамы аэратора.

Работает аэратор-смеситель следующим образом: во время движения вдоль компостного бурта, конвейеры винтовые 2 и 3, вращаясь, захватывают и интенсивно перемешивают компостируемую массу, при этом происходит её активное насыщение кислородом. Рама 1 аэратора-смесителя представляет собой арку трапецевидной формы, это способствует формированию компостного бурта определенных размеров.

3.2 Конструктивные расчеты конструкции аэратора-смесителя

3.2.1 Расчет конструктивных параметров смешивающего шнека

Наружный диаметр шнеков можно обосновать исходя из того, что на начальном этапе компостирования компостный бурт должен полностью (по всей высоте) обрабатываться шнеками. Определить наружный диаметр шнеков можно по формуле:

$$D_n = (H_{\sigma} - (S_1 + S_2)) / t, \quad (3.1)$$

где H_{σ} – высота компостного бурта, м;

S_1 – зазор между поверхностью земли и нижним шнеком, м;

S_2 – зазор между шнеками, м;

t – количество шнеков, шт.

S_2 целесообразно выбирать в пределах 0,2-0,4 м в расчете на частичное обрушение материала при проникновении в него шнеков [21, с. 175]. Количество шнеков для компостных буртов высотой 1,5-2 м достаточно ограничить 2.

При высоте компостного бурта $H_{\sigma} = 1,5$ м, приняв $S_1 = 0,4$ м, а $S_2 = 0,1$ м, наружный диаметр шнеков составит:

$$D_n = (1,5 - (0,4 + 0,1)) / 2 = 0,5 \text{ м.}$$

Зная наружный диаметр шнеков, можем обосновать диаметр вала шнеков d . Согласно существующим рекомендациям при расчете шнеков, работающих с тяжелыми, обладающими свойствами слеживания, материалами, к которым относится и компост, исходя из условия прочности на изгиб высоту винтовой поверхности в сплошных шнеках следует выбирать $d = (0,55 \dots 0,6) D_n$ [21, с.172]. Тогда $d = 0,55 \cdot 0,5 = 0,275$ м.

Величину шага шнека s для тяжелых, обладающими свойствами слеживания материалов, рекомендуют принимать в зависимости от наружного диаметра шнека по соотношению $s = (0,6 \dots 1,2) \cdot D_n$ [22, с.396]. Примем шаг шнека $s = 0,7 \cdot 0,5 = 0,350$ м.

3.2.2 Расчет частоты вращения смешивающего рабочего органа

Для определения частоту вращения шнеков в смешивающем устройстве аэратора-смесителя воспользуемся известной формулой [9, с. 179]:

$$n = \frac{60 \cdot v_e}{\pi \cdot D_n}, \quad (3.2)$$

где v_e – окружная скорость шнека, м/с.

Окружную скорость обоснуем исходя из дальности отбрасывания компостируемого материала шнеками. Дальность отбрасывания для аэратора-смесителя является важным параметром, определяющим его техническую и эксплуатационную характеристику. Основное назначение аэрирования активное насыщение кислородом компостируемой массы. Для этого необходимо, чтобы частицы компоста, отбрасываемые шнеками, некоторое время находились в состоянии свободного полета.

Теоретический анализ движения частиц компоста при сходе со шнека очень сложен, поскольку величина и направление абсолютной скорости частиц различны. в связи с этим, полет даже одинаковых по размерам, форме и свойствам частиц происходит по пересекающимся траекториям, что приводит к их столкновению и не поддающимся учету частичной или полной потере скорости и изменению направления движения в пространстве.

Из многих существующих рекомендаций по расчету дальности отбрасывания частиц следует выделить рекомендации К. Сгосе , Г. Л. Карабана [9], А. Л. Сухорукова.

К. Сгосе предлагает для определения максимальной фактической дальности L_ϕ эмпирическую формулу, состоящую из разности двух членов:

уменьшаемого $L_\phi = \frac{v_e}{g}$ – теоретической дальности полета тяжелой частицы, выброшенной в безвоздушном пространстве под оптимальным углом 45° к горизонту с начальной скоростью v_e при условии, что начальная и конечная

точки траектории полета находятся на одном уровне, и вычитаемого, пропорционального ν_e^3 . Формула имеет следующий вид:

$$L_\phi = \frac{\nu_e}{g} = 0,00239\nu_e^3, \quad (3.3)$$

где g – ускорение свободного падения, m/c^2 .

Г. Л. Карабан рекомендует для практических целей определять значение дальности отбрасывания по эмпирической формуле:

$$L_\phi \approx \nu_e, \quad (3.4)$$

Формулы (3.3) и (3.4) не учитывают физико-механические свойства материала.

Влияние физико-механических свойств материала учтено А. Л. Сухоруковым, предложившим следующую эмпирическую формулу для расчета дальности:

$$L_\phi = \beta\sqrt{Q\nu_e}, \quad (3.5)$$

где Q – весовая производительность машины, $m/ч$;

β – постоянный коэффициент.

Исследования, проведенные во ВНИИземмаше [7, с. 192], показали, что на дальность отбрасывания материала оказывают влияние помимо окружной скорости плотность материала и коэффициент заполнения шнека. Предложенная формула для определения дальности отбрасывания материала имеет следующий вид:

$$L_\phi = 0,085\nu_e^3 \left(1 - \frac{0,0106\nu_e}{\sqrt[4]{\rho \cdot K_{зан}}}\right), \quad (3.6)$$

где $K_{зан}$ – коэффициент заполнения шнека.

Эта формула, по мнению ряда ученых, проводивших исследования по определению экспериментальной дальности отбрасывания различных

материалов шнековыми рабочими органами дает наиболее точные, близкие к реальным значения.

Выраженная из нее окружная скорость шнека v_e , с учетом ряда допущений и упрощений имеет вид:

$$v_e = \frac{\sqrt[3]{-555,6 \cdot a \cdot L_\phi + \sqrt{C}} + \sqrt[3]{-555,6 \cdot a \cdot L_\phi - \sqrt{C}}}{2}, \quad (3.7)$$

где $a = \sqrt[4]{\rho \cdot \kappa_{зан}}$;

$$C = \frac{(1111,1 \cdot a \cdot L_\phi - (94,4 \cdot a)^3)}{4}.$$

Задавшись необходимой дальностью отбрасывания компоста $L_\phi = 2 \text{ м}$, плотностью компоста $\rho = 0,6 \text{ кг/м}^3$, коэффициентом заполнения шнеков $\kappa_{зан} = 1$ рассчитываем окружную скорость шнеков аэратора-смесителя $v_e = 5,13 \text{ м/с}$.

Тогда, необходимая частота вращения шнеков смешивающего устройства аэратора-смесителя при дальности отбрасывания $L = 2 \text{ м}$ и наружном диаметре шнеков $D_H = 0,5 \text{ м}$, определенная по формуле (3.2), составит:

$$n = \frac{60 \cdot 5,13}{3,14 \cdot 0,5} = 196,1 \text{ об/мин.}$$

3.2.3 Определение потребляемой мощности для привода шнекового конвейера

А. А. Омельченко и Л. М. Куцын предлагают определять потребляемую мощность для привода шнекового конвейера по формуле:

$$N = \frac{N_1 + N_2 + N_3}{\varepsilon}, \quad (3.8)$$

где $N_1 = \frac{v_e \cdot G_{ин} \cdot f_{тр}}{75}$ – мощность, затрачиваемая на преодоление трения материала о винтовую поверхность шнека, кВт ;

$$N_2 = \frac{v_{a.ср.} \cdot G_{шн} \cdot f_2}{75}$$

– мощность, затрачиваемая на преодоление трения материала о внутреннюю поверхность кожуха шнека при осевом перемещении, кВт;

$$N_3 = \frac{v_{с.ср.} \cdot G_{шн} \cdot f_{тп}}{75}$$

– мощность, затрачиваемая на преодоление трения материала о внутреннюю поверхность кожуха шнека при повороте слоя материала, кВт;

$f_{тп}$ – коэффициент трения материала об опорную поверхность;

f_2 – коэффициент трения материала об внутреннюю поверхность кожуха;

$G_{шн}$ – вес шнека, Н;

$v_{a.ср.}$ – средняя осевая скорость движения материала, м/с;

$v_{с.ср.}$ – средняя окружная скорость движения материала, м/с;

ε – коэффициент полезного действия подшипников вала шнека.

Значения средней осевой и окружной скоростей движения материала в шнеке они получили, рассматривая поведение элементарной частицы, лежащей на винтовой поверхности, что не отражает реального процесса перемещения материала, находящегося в шнеке. Эта формула не учитывает влияния внутренних деформаций материала на потребную мощность. Результаты подсчета потребной мощности питателя по этой формуле также получаются заниженными.

Рассмотрение кинематики одной материальной точки, находящейся на винтовой поверхности, и перенос полученных при этом закономерностей на всю массу материала, целесообразен для вывода формулы производительности шнекового конвейера. Это связано с тем, что весь материал в шнеке при коэффициенте заполнения близком к единице, имеет одинаковую траекторию движения. На каждый элементарный слой

материала, находящийся на разном расстоянии от оси винта, воздействует своя элементарная площадка, угол наклона которой также изменяется с удалением ее к оси винта к периферии (вдоль образующей винтовой поверхности). Следовательно, каждый элементарный слой материала вдоль образующей винтовой поверхности получает различное воздействие, как по направлению, так и по силе. Воздействие винтовой поверхности на материал, который непосредственно с ней не соприкасается, еще сложнее. Поэтому перенос сил, действующих на отдельную частицу со стороны винтовой поверхности шнека, на весь объем материала в нем, при подсчете энергоемкости конвейера не приведет к желаемой точности результата.

Учесть выше указанные составляющие потребной мощности на работу шнекового рабочего органа возможно, используя удельное давление материала на лопасть винта σ . В неявном виде σ включает в себя внутренние деформации, трение перемещаемого материала о кожух или соприкасающиеся слои материала, а также трение о винтовую поверхность.

Итак, при работе шнекового рабочего органа можно считать, что мощность затрачивается на преодоление:

- 1) силы трения, возникающей между шнеком и основанием на котором он работает;
- 2) сил сопротивления вращению лопасти шнека в материале;
- 3) сил трения материала о винтовую поверхность под действием давления материала при его осевом перемещении.

Эти силы выражаются, соответственно, следующими уравнениями:

$$P_1 = G_{\text{вин}} \cdot f_{\text{тр}}, \quad (3.8)$$

$$P_2 = \sigma \cdot F, \quad (3.9)$$

$$P_3 = \frac{\pi \cdot D_n^2}{4} \cdot \sigma \cdot \varphi_n, \quad (3.10)$$

где σ – удельное давление материала на лопасть шнека, H/m^2 ;

F – площадь проекции винтовой поверхности на продольную вертикальную плоскость, m^2 ;

$\varphi_n = \frac{h}{D_n}$ – коэффициент, показывающий какая часть диаметра винта шнека находится в материале;

h – высота слоя материала, m .

Рассмотрим схематически явления, обуславливающие возникновение движущей силы. Пусть шнек под действием приложенного к его оси крутящего момента $M_{вед}$ перекачивается с трением по жесткой горизонтальной поверхности.

В этом случае на шнек в соответствии с рисунком 3.17. действуют силы: веса шнека $G_{шн}$, вертикальной реакции y_n и горизонтальной реакции x_n поверхности, по которой перекачивается шнек.

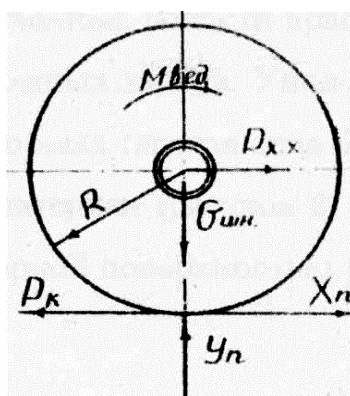


Рисунок 3.3 – Схема сил, действующих на шнек при работе на холостом ходу

Представим, на основании известных законов механики, крутящий момент на шнеке $M_{вед}$ парой горизонтальных сил P_{xx} и P_k с плечом R и приложенных, соответственно, к оси и винту шнека. Касательная сила тяги P_k вызывает уравновешивающую ее горизонтальную реакцию x_n . Сила же x_n , приложенная к оси шнека и равная P_k , но направленная в сторону движения (как и сила P_{xx}), будет движущей силой, вызывающей перемещение шнека.

Таким образом, движущей силой является внешняя сила, создаваемая двигателем, обусловливаемая реакцией основания и направленная по движению параллельно плоскости качения.

Величина касательной силы, возникающей при вращении шнека на холостом ходу, зависит от сцепления его с опорной поверхностью. Сцепление, в его физической сущности, рассматривают [9, с.97] как проявление двух видов сил: сил трения, действующих между опорной поверхностью винта и основанием, и сил сцепления, возникающих при упоре шнека в микронеровности основания.

Во время работы на холостом ходу основное значение имеет сила P_1 .

Спроектировав винт (один шаг) на продольную (вдоль оси) и поперечную (перпендикулярную оси) плоскости, соответственно, получим – лопасть и диск. Диск вращается вокруг своей оси и перемещается вдоль этой же оси. Полученные лопасти вращаются вокруг той же оси, образуя два противоположных зацепа. Уподобив, таким образом, работу шнека, очевидно, что общая тяговая сила будет складываться из силы зацепления лопасти за материал (рисунок 3.18.) и силы трения, возникающей между диском и опорной поверхностью P_1 .

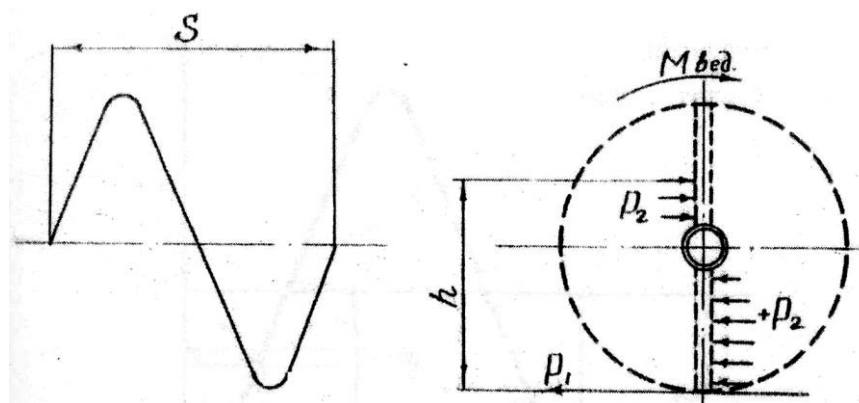


Рисунок 3.4 Схема к определению тяговой силы, развиваемой шнеком

Тяговая сила P_2 , создаваемая лопастью, зависит от коэффициента наполнения шнека $K_{зап}$ или, что тоже, от высоты слоя h .

При $h < R$ только часть винтовой поверхности соприкасается с материалом. При $h = R$ тяговая сила от зацепления лопасти за материал будет максимальной так как при дальнейшем увеличении высоты слоя материала будет возникать противодействие, создаваемое противоположной лопастью. Очевидно, что это противодействие пропорционально площади проекции винтовой проекции, соприкасающейся с материалом, на продольно вертикальную плоскость.

Момент сопротивления силы P_1 выражается следующим образом:

$$M_1 = G_{\text{вин}} \cdot f_{\text{тр}} \cdot R, \quad (3.11)$$

Момент сопротивления вращению лопасти шнека определяется следующим образом. В соответствии с рисунком 3.19. элементарный момент сопротивления вращению лопасти будет равен

$$dM = 2\sigma \cdot z \cdot y \cdot dy, \quad (3.12)$$

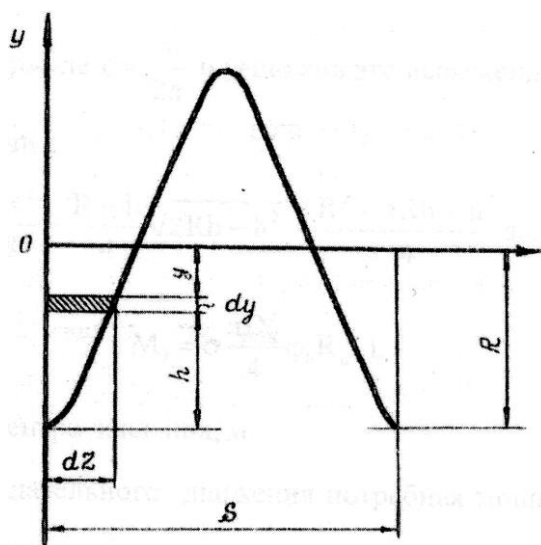


Рисунок 3.5 – Схема к определению сопротивления вращению лопасти шнека

Винтовая линия описывается следующими уравнениями:

$$x = R \cos \theta_1, \quad (3.12)$$

$$y = R \sin \theta_1, \quad (3.13)$$

$$z = c \cdot \theta_1, \quad (3.14)$$

С учетом этого полный момент будет равен:

$$\begin{aligned}
M_2 &= 2 \cdot \sigma \cdot c \int_{R-h}^R y \cdot \arcsin \frac{y}{R} dy = 2 \cdot \sigma \cdot c \left[\left(\frac{y^2}{2} - \frac{R^2}{4} \right) \arcsin \frac{y}{R} + \frac{y}{4} \sqrt{R^2 - y^2} \right]_{R-h}^R = \\
&= 2 \cdot \sigma \cdot c \left[\frac{\pi R^2}{8} - \frac{R-h}{4} \sqrt{2Rh - h^2} - \frac{R^2 - 4Rh + h^2}{4} \arcsin \frac{R-h}{R} \right] + C_1,
\end{aligned} \tag{3.1}$$

5)

Из первоначальных условий находим, что при $h=0$ и $M_2=0$ и $C_1=0$.

Заменив в формуле и $c = \frac{s}{2\pi}$ умножив это выражение на число витков i , окончательно получим:

$$M_2 = \frac{\sigma \cdot s \cdot i}{\pi} \left[\frac{\pi R^2}{8} - \frac{R-h}{4} \sqrt{2Rh - h^2} - \frac{R^2 - 4Rh + h^2}{4} \arcsin \frac{R-h}{R} \right], \tag{3.16}$$

$$M_3 = \sigma \frac{\pi \cdot D_n^2}{4} \varphi_n R_{ц.д.} i, \tag{3.17}$$

где $R_{ц.д.}$ – радиус центра давления, m .

В случае вращательного движения потребная мощность определяется по формуле:

$$N = \frac{Mn}{975}, \tag{3.18}$$

где $M = M_1 + M_2 + M_3$,

Подставляя M_1, M_2, M_3 в формулы для определения N_1, N_2, N_3 получим,

$$N_1 = \frac{G_{ин} f_{mp} Rn}{975\varepsilon}, \tag{3.19}$$

$$N_2 = \frac{\sigma L}{\pi} \left[\frac{\pi R^2}{8} - \frac{R-h}{4} \sqrt{2Rh - h^2} - \frac{R^2 - 4Rh + h^2}{4} \arcsin \frac{R-h}{R} \right] \frac{n}{975}, \tag{3.20}$$

$$N_3 = \sigma \frac{\pi D_n^2}{4 \cdot 975} \varphi_n R_{y.d.} \sin, \quad (3.21)$$

Учитывая то, что смешивающий шнековый рабочий орган аэратора-смесителя не касается основания, на котором лежит компостная масса, значением мощности N_1 необходимой для преодоления силы трения между винтовой поверхностью и основанием можно пренебречь. Мощность, затрачиваемая на преодоление силы трения между наружной кромкой винта и перемещаемым материалом, учитывается составляющими N_2 и N_3 . С учетом сказанного формула полной мощности, необходимое для работы смешивающего устройства аэратора-смесителя будет иметь вид:

$$N = \frac{\sigma \sin}{975 \varepsilon} \left[\left(\frac{\pi R^2}{8} - \frac{R-h}{4} \sqrt{2Rh-h^2} - \frac{R^2-4Rh+h^2}{4} \arcsin \frac{R-h}{R} \right) \frac{s}{\pi} + \pi R^2 R_{y.d.} \varphi_n \right], \quad (3.22)$$

Рассчитанная по формуле (3.10) мощность, необходимая на привод смешивающего устройства аэратора-смесителя, с учетом обоснованных нами ранее его конструктивных и кинематических параметров составила 13,75 кВт. (для смешивающего устройства с двумя шнеками) и 6,88 кВт (для смешивающего устройства с одним шнеком).

3.3 Правила безопасной и экологической эксплуатации предлагаемой конструкции

Производственная деятельность потенциально опасна. В реальных условиях на человека возможно воздействие опасных и вредных производственных факторов, что может привести к травме, заболеванию, другим нежелательным последствиям. Необходимо тщательно изучать вопросы, касающиеся охраны труда с целью максимального уменьшения случаев профессиональных заболеваний работающих.

Во время технологического процесса возделывания зерновых возможно возникновение опасных и вредных производственных факторов. Среди этих факторов можно выделить как общие, так и специальные. К

общим факторам относятся:

- нахождение в непосредственной близости от движущихся машин и механизмов. Источниками данного фактора являются трактора и сельскохозяйственные машины, которые входят в состав машинно-тракторных агрегатов применяемых при выполнении определённых технологических операций;

- незащищенные подвижные части машин и механизмов. Относительно данного фактора наибольшая опасность заключается во вращающихся карданных передачах, которые эксплуатируются без защитных кожухов, а также не защищённых приводов генераторов, вентиляторов, которые выполнены в виде клиноременной или цепной передач;

- движение во время выполнения технологических операций в непосредственной близости от больших камней, кюветов, оврагов, уклонов;

- линии электропередач (ЛЭП). Источником этого опасного фактора являются ЛЭП, проходящие через возделываемые участки, которые при наезде на опору или обрыве провода могут создавать серьёзную опасность для жизни человека;

- повышение температуры воздуха в рабочей зоне. Данный фактор возникает при неисправных кондиционерах воздуха и приводит к быстрому переутомлению и накоплению усталости при выполнении работ;

Кроме общих опасных производственных факторов большое воздействие на организм могут оказывать опасные специальные производственные факторы, которые возникают при выполнении технологического процесса.

Шум уменьшают установкой глушителей на двигатель, облицовкой кабины изнутри звукопоглощающим материалом, закрытием двигателя капотом, повышением жесткости стенок кабины и уменьшением их вибрации.

В соответствии с требованиями Сан Пин 2.2.4/2.1.8.10-32-2002 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки», утвержденного Министерством здравоохранения РБ, главным государственным санитарным врачом от 31.12.2002г. №158 , допустимый уровень шума не должен превышать 80 дБА.

При работе аэратора-смесителя существуют опасные зоны (рис. 6.1), где при нахождении людей в этих зонах, механизатор должен проявлять повышенное внимание. Нахождение человека в указанных на рисунке опасных зонах во время технологического процесса представляет угрозу для человека. Человек при попадании в эти зоны находится под угрозой получить серьезные травмы или под угрозой смерти.

Опасная зона 1 образуется при движении трактора вперед передней поверхностью. Она может иметь различную конфигурацию в зависимости от направления движения прямолинейно или на повороте. В большинстве обозреваема механизатором. Нахождение людей в зоне может быть постоянным и случайным.

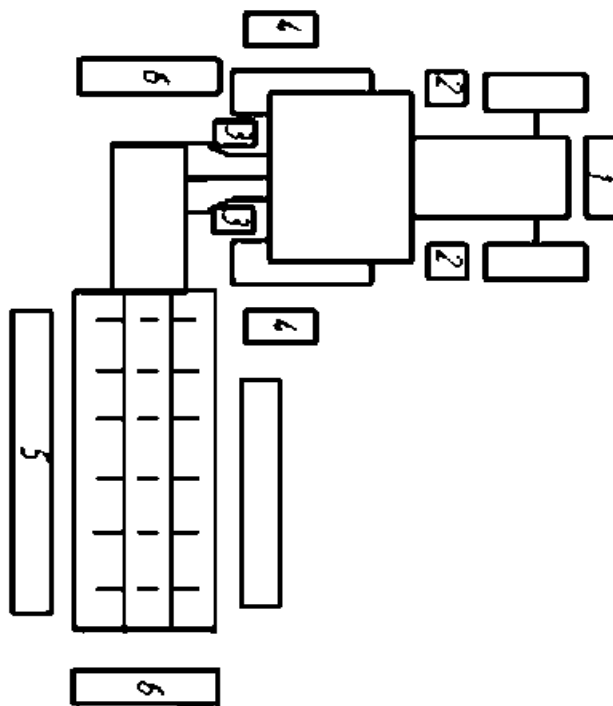


Рисунок 3.6 – Опасные зоны при работе с агрегатом

Опасная зона 2 создаётся движением трактора вперед или назад или боковой поверхностью агрегата. Опасные ситуации в ней создаются в большинстве случаев при запуске или повороте агрегата. Форма зон зависит от направления движения машинотракторного агрегата: прямолинейно, на повороте в движении или на месте.

Опасная зона 3 образуется задней поверхностью трактора и передней поверхностью агрегата. Форма зоны зависит от направления движения машинно-тракторного агрегата. Она обзореваема не постоянно. Выход человека из этой зоны при травматической ситуации затруднён и возможны несчастные случаи с «защемлением» человека между трактором и машиной.

Опасная зона 4 образуется передней поверхностью машины. Форма зоны зависит от направления движения машинотракторного агрегата.

Опасная зона 5 образуется задней поверхностью машины машинотракторного агрегата при движении его задним ходом.

Опасная зона 6 образуется боковой поверхностью машины машинотракторного агрегата при движении его на поворотах.

Как видно из определении зон опасности, они характеризуются направлением движения машинно-тракторных агрегатов, обзоремостью. Комплектование МТА позволяет некоторые зоны исключать. Существуют более опасные зоны МТА и зоны с меньшим количеством несчастных случаев. Однако в каждой из зон возможно травмирование.

К работе с аэраторами допускаются лица не моложе 18 лет, имеющие документы на право управления трактором, а также прошедшие инструктаж по технике безопасности [14].

Запрещается.

1. Работать с неисправным аэратором.
2. Находиться возле агрегата во время работы, поворота и перевода аэратора в рабочее или транспортное положение.

3. Производить работы, связанные с техническим обслуживанием и ремонтом при работающем двигателе трактора, на ходу или в транспортном положении.

4. Транспортировать в ночное время без габаритных светоотражательных щитков.

3.4 Физическая культура на производстве

Физическая культура на производстве – важный фактор ускорения и увеличения производительности труда. С учётом преобладания умственного или физического труда и его тяжести специалисты подразделяются на 2 группы: водители самоходных агрегатов и машин (шофёры, трактористы) и специалисты стационарных установок (мотористы, слесари, электрификаторы). У лиц, занятых малоподвижным трудом, нагрузки характеризуются наличием статического напряжения на шейный и крестцово-поясничный отделы позвоночника, пребыванием в фиксированных положениях сидя и стоя в условиях изолированного помещения. Работа рук (мелкие группы мышц) при этом носит статико-динамический характер. Такой труд сопровождается значительным психо-эмоциональным напряжением, нагрузкой на зрительный анализатор, гиподинамией. Подобный характер труда провоцирует следующие наиболее часто встречающиеся профессиональные заболевания и функциональные расстройства: остеохондроз шейного и крестцово-поясничного отделов позвоночника, суставов, варикозное расширение вен, отеки ног, ухудшение зрения, застойные явления в полости малого таза, вялость кишечника, головные боли, которые неуклонно прогрессируют, если не принимать профилактических мер. К профилактическим мероприятиям относятся: вводная гимнастика, физкультурная пауза, физкультурные минутки. Вводная гимнастика предназначена для ускорения процесса вработываемости, т. е. активизации физиологических процессов до уровня, необходимого для выполнения производственных заданий.

3.5 Расчет технико-экономических показателей предлагаемой конструкции

При внедрении конструкторской разработки в технологических операциях, предусмотренных интенсивной технологией возделывания ячменя следует принять во внимание, что после применения предлагаемого аэратора-смесителя компостов «АСК», снижается количество энергозатрат [15].

Данные для расчета затрат при применении АСК в существующей технологии и АСК после модернизации представим в виде таблицы 3.1

Таблица 3.1 – Показатели использования агрегатов.

Агрегат	Объем работ, га, т	Часовая норма выработки, га	Количество нормосмен	Затраты, чел-час	Оплата труда за норму выработки, тыс.руб.	Оплата труда за весь объем работ, тыс.руб.	Расход горючего за весь объем работ, ц
Существующая конструкция							
Беларус – 1221+АСК	11000	265	5,93	41,5	24,822	147192	1650
Предлагаемая конструкция							
Беларус – 1522+АСК	11000	300	5.24	36,7	24,549	90013	1650

Данные для расчета затрат при уборке ячменя приведены в технологической карте.

Произведем расчет затрат на заработную плату при использовании этих машин. Результаты расчетов сведем в таблицу 3.2.

Таблица 3.2 – Расчет затрат на заработную плату.

Вид затрат	Конструкции	
	существующая	предлагаемая
Фонд по тарифу	14719	12859
Доплата за продукцию	3679,00	3214,50
Надбавка за стаж	2355,72	2057,40
Доплата за сроки и качество	1839,00	1607,75
Повышенная оплата на уборке	1913,96	1671,70

Доплата за классность	1471,20	1285,00
Другие надбавки и доплаты	395,46	345,07
Итого (1+2+3+4+5+6+7)	26375,34	23042,42
Фонд на отпуска и др. затраты	2252,54	1967,90
Итого (8+9)	28627,88	25009,32
Начисления по соц.страхованию	8731,75	7627,99
Всего	37359,63	32637,31

Определим количество ГСМ, израсходованного за весь объем работ и умножив его комплексную цену определим стоимость.

Стоимость ГСМ при использовании существующей конструкции

$$\tilde{N}_{\tilde{A}, \tilde{N}, i} = 1650 \cdot 5 = 82000 \text{ руб.}$$

при использовании предлагаемой конструкции

$$\tilde{N}_{\tilde{A}, \tilde{N}, i} = 1650 \cdot 5 = 81500 \text{ руб.}$$

Амортизационные отчисления определим в соответствии с установленными нормами на полное восстановление (реновацию) от балансовой стоимости машины. Результаты сведем в таблицу 3.3.

Определим сумму эксплуатационных затрат по формуле (5.1) для двух агрегатов.

$$\Theta_{\text{пр.с}} = (373,6 + 8250 + 2389,3) \cdot 0,05 = 550,6 \text{ тыс. руб.}$$

$$\Theta = (326,4 + 8250 + 1904,1) \cdot 0,05 = 524 \text{ тыс. руб.}$$

Таблица 3.3 – Расчет капиталовложений и отчислений на амортизацию ТО и ТР

Марка машины	Балансовая стоимость	Фактическая загрузка, ч	Годовая нормативная загрузка, ч	Капитальные вложения	Нормы отчислений, %		Сумма отчислений, тыс.руб.		Всего отчислений, тыс.руб.
					на восстановление	на техобслуживание и ремонт	на восстановление	на техобслуживание и ремонт	

Существующая									
Беларус-1221	65136	41.5	1300	2079.3	10	14.9	207.93	309.8	517.73
АСК	41000	41.5	200	8507.5	10	12	850.7	1020.9	1871.6
ИТОГО:				10586.8					2389.3
Проектируемая									
Беларус-1522	35358.8	36.7	1300	995.8	10	14.9	99.58	148.4	247.9
АСК	41895	36.7	200	7523.5	10	12	752.4	902.82	1656.2
ИТОГО:				8519.3					1904.1

$$\Theta_c = 373,6 + 8250 + 2389,3 + 550,6 = 11563,5 \text{ тыс. руб.}$$

$$\Theta_{\Pi} = 326,4 + 8250 + 1904,1 + 524 = 11004,5 \text{ тыс. руб.}$$

Рассчитаем следующие показатели для двух агрегатов.

Производительность труда рассчитаем по формуле

$$P_{\text{т.с}} = \frac{11000}{41,5} = 265,1 \text{ т/чел-час;}$$

$$P_{\text{т.п}} = \frac{11000}{36,7} = 299,7 \text{ т/чел-час.}$$

Трудоемкость определим по формуле

$$T_{\text{е.с}} = \frac{41,5}{11000} = 0,004 \text{ чел-час/т;}$$

$$T_{\text{е.п}} = \frac{36,7}{11000} = 0,003 \text{ чел-час/т.}$$

Рост производительности труда определяется по формуле (5.6).

$$P_{\text{т.р}} = \frac{(0,004 - 0,003) \cdot 100}{0,004} = 25\%$$

Уровень снижения трудоемкости рассчитываем по формуле (5.7).

$$T_{\text{е.сн}} = \frac{(0,004 - 0,003) \cdot 100}{0,003} = 33,3\%$$

Приведенные затраты рассчитаем по формуле (5.9).

$$П_c = 11563,5 + 0,1 \cdot 10586,8 = 12622,2 \text{ тыс. руб.}$$

$$П_c = 11004,5 + 0,1 \cdot 8519,3 = 11856,43 \text{ тыс. руб.}$$

Годовой экономический эффект определяется по формуле (5.10)

$$\Gamma_{\text{э}} = \left(\frac{12622,2}{11000} - \frac{11856,43}{11000} \right) \cdot 11000 = 742.2 \text{ тыс.руб}$$

Все показатели, рассчитанные выше, сводим в таблицу 3.4

Таблица 3.4 – Показатели эффективности внедрения конструкторской разработки.

Показатели	Существующая	Предлагаемая
Площадь посева, га	275	275
Объем работ, т	11000	11000
Затраты труда, чел-час	41.5	36.7
Капитальные вложения, тыс. руб.	10586.8	8519.3
Эксплуатационные затраты, тыс. руб.	11563.5	11004.5
Производительность труда, га/чел-час	265.1	299.7
Трудоемкость, чел-час/га	0,004	0,003
Годовой экономический эффект, тыс. руб.	742.2	
Приведенные затраты, тыс. руб.	12622.2	11856.43

Как видно из таблицы 3.4 предлагаемые конструктивные решения машины, путем модернизации рабочих разбрасывающих органов АСК позволяет, получить значительный годовой эффект.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе решен комплекс инженерно-технических и технологических вопросов, связанных с модернизацией машины для поверхностного внесения органики, и совершенствованием технологии возделывания ячменя.

Разработана перспективная технология возделывания и уборки ячменя, предусматривающая наличие в составе МТП всех необходимых сельскохозяйственных машин и орудий, которая позволяет уменьшить себестоимость продукции и увеличить производительность труда более чем на 10 %.

Разработана новая конструкция аэратора-смесителя компостов и комплекс мероприятий по производственной и экологической безопасности при разбрасывании компостов, позволяющий обеспечить безопасные условия труда работающих и предотвращение загрязнения природной среды.

Технико-экономические расчеты показали, что внедрение новой перспективной технологии позволит повысить производительность труда на 32,8%.