

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление **Агроинженерия**

Профиль **Технические системы в агробизнесе**

Кафедра машин и оборудования в агробизнесе

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на соискание квалификации (степени) «бакалавр»

Тема: Совершенствование технологии возделывания ячменя с разработкой
смесителя компостов органических удобрений

Шифр: ВКР 35.03.06.219.20.00.00.00.ПЗ

Студент Б262-06У группа



подпись

/Герасимов А.В./

Ф.И.О.

Руководитель д.т.н., профессор
ученое звание



/Шогенов Ю.Х./

Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
(протокол № 7 от 05 октября 2020 г.)

Зав. кафедрой к.т.н., доцент
ученое звание



/Халиуллин Д.Т./

Ф.И.О.

Казань – 2020 г.

АННОТАЦИЯ

К выпускной квалификационной работе Герасимова Александра Валерьевича на тему: «Совершенствование технологии возделывания ячменя с разработкой смесителя компостов органических удобрений».

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. Рассчитаны технико-экономические показатели предлагаемой конструкции.

Записка завершается выводами и предложениями.

ABSTRACT

For the final qualifying work of Alexander Gerasimov on the topic: «Improving the technology of barley cultivation with the development of a compost mixer for organic fertilizers».

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

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

The introduction explains the relevance of the project topic.

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

In the second section, the technology of barley cultivation was developed, the operating technology for the operation of the proposed unit was developed, and the indicators of the technological map of barley cultivation were calculated.

The third section provides a description of the device and workflow of the compost aerator-mixer, and provides structural calculations of the aerator-mixer design. Rules for safe and environmental operation of the proposed structure and physical training exercises have been developed. Technical and economic indicators of the proposed design are calculated

The note concludes with conclusions and suggestions.

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, влагоемкости 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 рассматриваются 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 предшественниками 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 плугу 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-7МТW и БЕЛАР УС 820+Л-111.

Аэрирование торфяно-возной компостной массы в буртах (265 т/м) производится вращателем-смесителем АСК-3,5 на базе трактора Беларус 1221. Погрузка органических удобрений (20 т/м) в разбрасыватель ПРТ-11А осуществляется погрузчиком ТО-25. Транспортировка с внесением удобрений производится агрегатом БЕЛАР УС 1221+ПРТ-11А (БЕЛАР УС 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 ПК У-0,8А на базе трактора БЕЛАРУС 820, смешивание минеральных удобрений с погрузкой в разбрасыватели производится с помощью смесителя-загрузчика СЗ У-20. Транспортировка с внесением удобрений производится агрегатом БЕЛАРУС 920+МВ У-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 СЗ У-20;
- транспортировка и внесение минеральных удобрений агрегатом БЕЛАРУС 920+МВ У-8Б.

Предпосевная культивация с заделкой минеральных удобрений производится агрегатами БЕЛАРУС 1221+КПН-5Б и БЕЛАРУС 820+КПН-4. Рылование, выравнивание, прикатывание производится агрегатом БЕЛАРУС 1221+АКПН-7,2. Далее производится посев семян 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. Докатковое боронование производится агрегатом БЕЛАРУС 820+СП-11+5ЗПБ-0,6А.

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

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

Уборка ячменя в основном производится прямым комбайнированием с измельчением соломы и разбрасыванием по полю комбайнами КЗС-1218 и КЗР-10. Транспортировка зерна с извешиванием производится на автомобильных ЗИП-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 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 вносятся 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, сапропель, отходы от переработки сельскохозяйственного сырья и т.д. Решать данную проблему наиболее рационально путем компостирования с навозом таких компонентов, как торф, солома, помет, сапропель.

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, ковшевые, комбинированные, по количеству обрабатываемого за один проход материала бурта – полнообъемные и односторонние, по режиму движения – односторонние и многосторонние 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

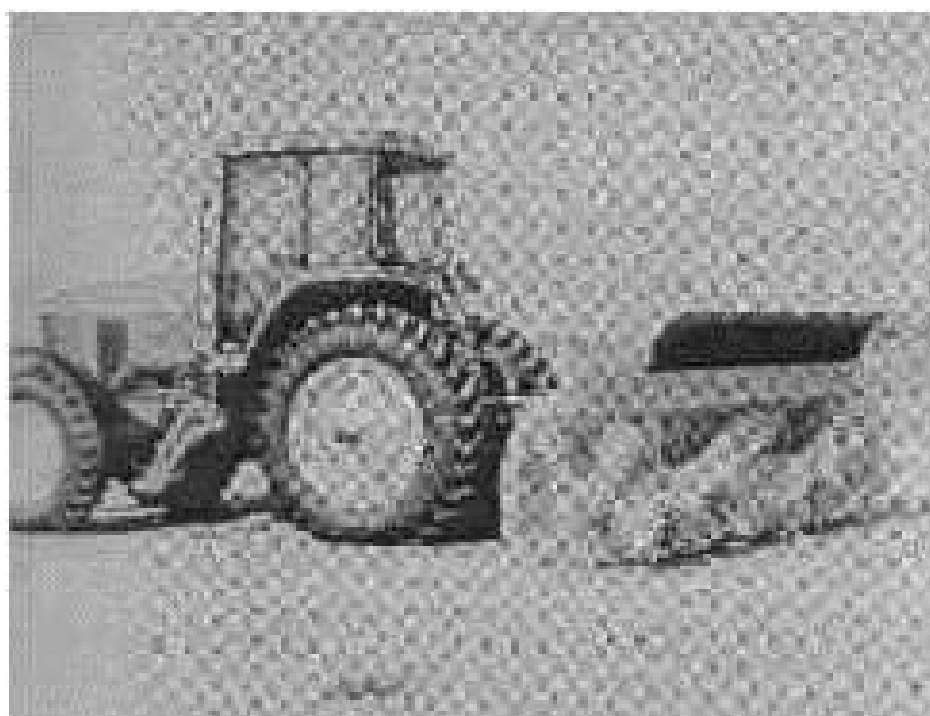


Рисунок 1.2 – Аэратор-смеситель фрезерного типа Brown Bear
РТОРА35-105

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 транспортер, либо буртоформирующие цепи. 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 наливку (как правило, в

вы сельскохозяйственных прицепных аэраторов, имеющих ширину захвата 4...8 м, и самоходных машин), либо лопасти (прицепные аэраторы с шириной захвата до 4 м), прикрепленных к валу по винтовой линии рот в шахматном порядке. В случае применения двухстороннего рабочего органа, один ротор располагает в нижней части рамы второй – устанавливают над ним. Шнековые роторы со сплошной винтовой наживкой изгибаются со встречной наживкой, сходящейся в центральной части вала. На большинстве изученных образцов к винтам шнека крепятся пластины для лучшего и более легкого взрыхления и перемещения материала.

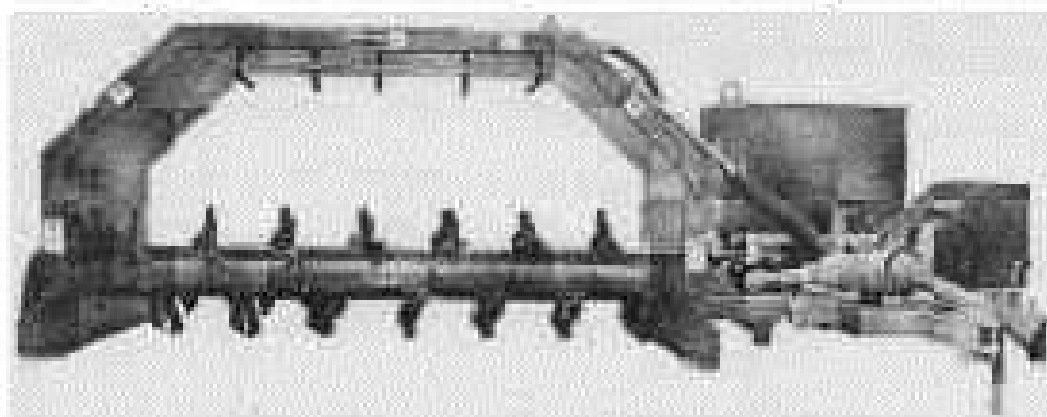


Рисунок 13 – Прицепной аэратор-смеситель рамного типа Aeromaster PT-130

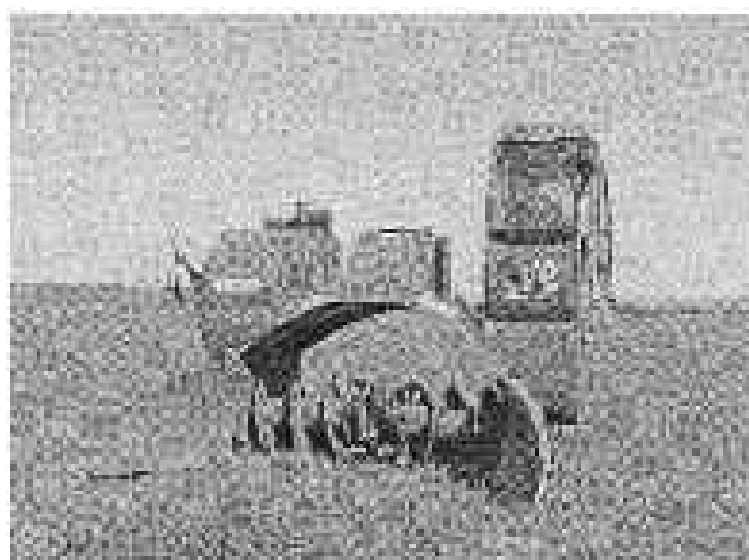


Рисунок 14 – Самоходный аэратор-смеситель Seko SCV 330MD



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 перемещивается, а крупные комья – дробятся. После чего движется по наклонному направляющему транспортеру вверх и перебрасывается в заднюю часть рамы, либо просто выбрасывается назад. Бурт формируется благодаря встречной винтовой наживке рабочего органа, а также при помощи буртоформирующих щеток [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 (пенточные, 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 промерзшие куски, соломенные 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-соломенно-навозных компостах, обеспечивающего разрушение пластов слежавшегося навоза, крошение комьев, смешивание компонентов, необходимую степень аэрации и формирования 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 яры, 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), Torblin 300-03 (США), Uni 4001 (Германия), WSU Frontier (Бельгия), Aero-master PT-120 (США), X 67-1-11 (США), BACKHUS 14 24 (Германия), PPS (Германия) [17].

Следует отметить достаточно высокую стоимость этих машин. К примеру, ST-300, EKW-300, Торпан 300-03, PRT 250 стоят более 25000 евро, BACHHUS 14 28 – 42950 евро, Jeanfil 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 принципиальные аэраторы-смесители ST-300 [11], EKW-300 [12] и RA-4000 [34].

Аэратор-смеситель RA-4000 в соответствии с рисунком 1.6 содержит колесный ход, П-образную раму, смешивающее устройство, направляющий наклонный транспортер, 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 втулкам шнека приварены пластины. За смешивающим устройством расположен направляющий покатный транспортер. В задней части рамы с боков установлены буртоформирующие щиты.

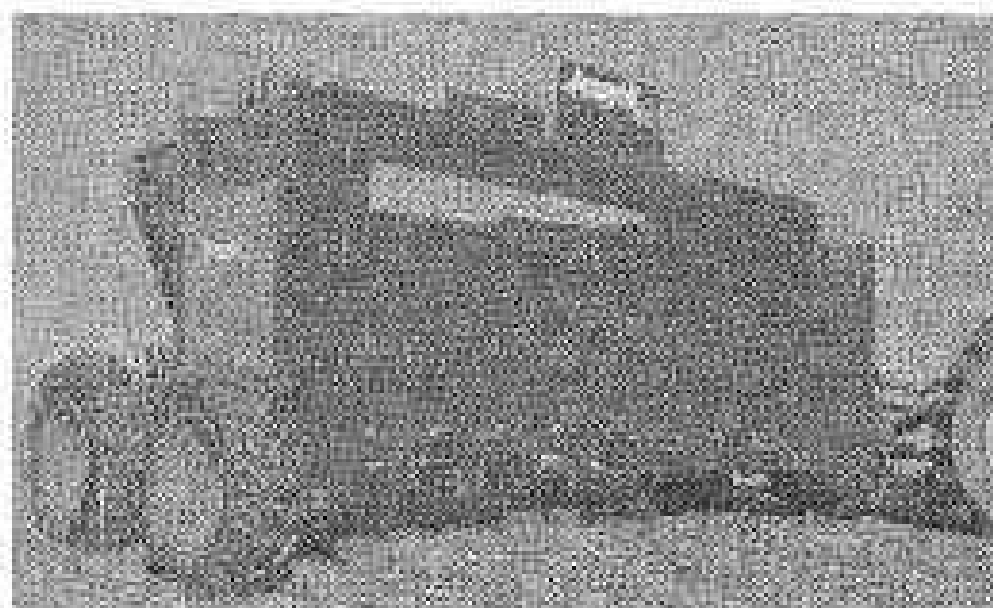


Рисунок 1.6 – Аэратор-смеситель Jeanfil RA-400 (Франция)

Компостируемый материал захватывается шнеками, проходя через которые активно перемешивается и измельчается. После чего движется по наклонному направляющему транспортеру вверх и перебрасывается в заднюю часть рамы, где с помощью буртоформирующих шнеков 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 поддача 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 заклинивание материала в пространстве между смешивающим устройством и направляющим транспортером.

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

В данных машинах смешивающий рабочий орган смонтирован в нижней части 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 концов вала имеет Г-образную форму, остальные пластины имеют форму полозья.

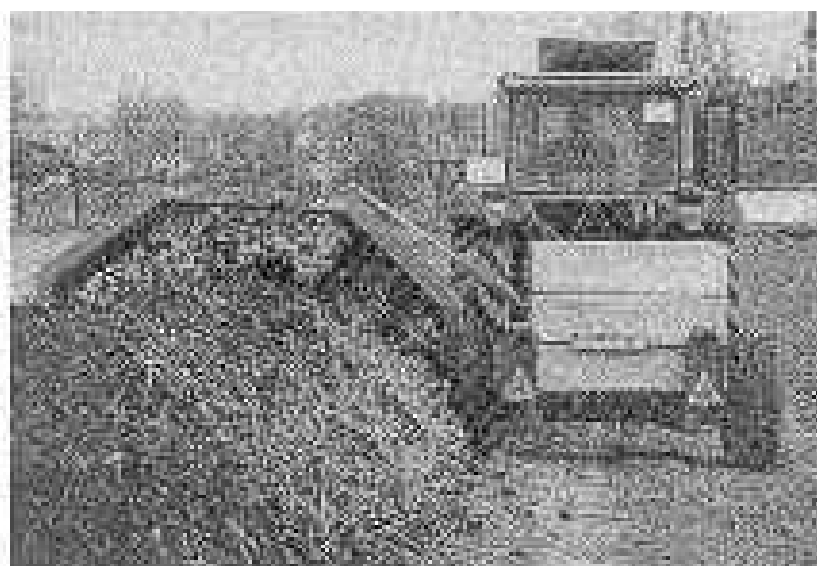


Рисунок 1.7 – Аэратор-смеситель EKW-300 (Бельгия)



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 просохшие куски соломы и включения и лишь $1/3$ часть торфа смешивающее устройство должно выполнять одновременно и функцию измельчения. Работа аэратора-смесителя ST-300 на навозных компостах будет затруднена, поскольку велика вероятность заклинивания пластин и наматывания на них соломенных материалов.

По мимо перечисленных, обобщенным аналогам присущ еще один общий недостаток, заключающийся в том, что после ворошения происходит быстрое вымывание верхнего слоя и улетучивание аммонийного 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 и желаемое и смешивание компонентов, необходимую степень аэрации и формирование буртов заданных формы 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 шпровазаквальных машин позволит в краткие 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, внесения 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.

Ярмень 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 своевременное и качественное проведение предусмотренных технологическими операциями, что зависит в основном от применяемых средств механизации и организации проведения работ.

Для этого необходимо решить следующие задачи:

- на основе существующих технологий возделывания, определить не достатки и разработать прогрессивную технологию;
- разработать более совершенную конструкцию агрегата 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 агрегата смесителя компостов, оказание методической помощи в расчетах и приобретении 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 лужильное 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 носит рабочий раствор.

Дискование производим агрегатом БЕЛАРУС 1523+БДТ-7MW 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 агрегатом БЕЛАРУС 1221+ПЛН-4-35, БЕЛАРУС 1523+ПЛН-6-35, К-701+ПТЛ-7-40.

Весенняя обработка почвы начинается с внесения минеральных удобрений (0,18 т/га аммиачной селитры и 0,05 т/га двойной супер фосфат), растворение 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-5Б, БЕЛАРУС 820+КПН-4. Затем выполняем рыхление, выравнивание и прикатывание используя БЕЛАРУС 1221+АКШ-7Б.

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

После посева выполняем дождевое боронование на Беларус 820+СП-11+53ПБ-0БА.

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

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

Транспортировка к зерносушильному комплексу СЗШР-16 и вывешивание производим автомобилями Камаз.

2.2 Расчет показателей технологической карты

Проектирование технологической карты на возделывание зерна является важнейшим мероприятием по внедрению в сельскохозяйственное производство комплексной механизации возделывания зерна.

Технологическая карта состоит из взаимосвязанных технологических, технико-экономической и организационной 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 пишем 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:

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

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;

$W_{\text{а}}$ – норма выработки агрегата за час. Согласно [1] $W_{\text{а}}=1,4$ 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 $W_{\text{с}}$ (га/см) определим по формуле:

$$W_{\text{с}}=W_{\text{а}} \cdot T_{\text{см}}, \quad (2.2)$$

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

Количество нормо-смен определим по формуле:

$$N_{\text{н.с.}}=Q/W_{\text{с}}, \quad (2.3)$$

$$N_{\text{н.см}} = 137 \cdot 9,8 = 13\,98 \text{ н.см}$$

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

$$Z_{\text{мех.и.всп.}} = Q N_{\text{мех.и.всп.}} / W_{\text{н.ч.}} \quad (2.4)$$

где $N_{\text{мех.и.всп.}}$ – число механизаторов (вспомогательных рабочих)

В нашем случае $N_{\text{м.}} = 2$

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

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 $Z = Z_{\text{м.}} = 195 \text{ ч.}$

Оплата труда механизаторам $S_{\text{м.}}$ и вспомогательным рабочим $S_{\text{всп.}}$ за весь объем работ определим по выражению

$$S = C_{\text{н.}} \cdot N_{\text{н.см}} \quad (2.5)$$

где $C_{\text{н.}}$ – тарифная ставка за сменную норму выработки. Для 3 тарифного разряда $C_{\text{н.}} = 24\,549 \text{ руб./нормо-смену.}$

$$S_{\text{м.}} = 24\,549 \cdot 9,8 = 240 \text{ руб.}$$

Расход топлива $\theta_{\text{н.}}$ (ц) определим по следующей формуле:

$$\theta_{\text{н.}} = \theta_{\text{н.}} \cdot Q / 100, \quad (2.6)$$

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

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

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, непримязаемостью 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

Малоприспособлен 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 малоприспособлен из-за низкой биологической активности [21].

Уменьшить потери питательных веществ и повысить удобрительную ценность компостов можно путем добавления жидких 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 % естевой муки [22, с. 185]. Кроме того, для пополнения запасов органического вещества и азота следует использовать солому. Минеральный состав соломы представлен многими элементами питания, которые после минерализации попадают 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 влажности. 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 тепла, недостаточна температура компостной массы, процессы разложения органического вещества замедлены, 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 не обязательно поливать навозной жидкостью 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

вскожесть, погибают яйца гельминтов и другие болезнетворные начала, содержащиеся в свежем навозе, навозной жиже и птичьем помете, а процессы разложения 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) площадях у фермы 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 площадку компостирования должно быть со спускающим рельефом. Вокруг нее устраивается водоотводная канава для стока талых вод и атмосферных осадков [31].

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

2.3.2. Тяговый расчет агрегата

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

Таблица 2.2 Параметры потенциальной тяговой характеристики трактора Беларусь 1522

Агрофон	Показатели	Стерня нормальной влажности		
		Значения показателей на передачах		
Режим эксплуатации	Показатели	I д 2	I д 3	I д 4
$P_{\text{н}}=0$ (холостой ход трактора)	$V_{\text{н}}, \text{км/ч}$	0,9	1,6	2,2
	$G_{\text{н}}, \text{кг/ч}$	8,9	9,4	10,0
$P_{\text{н}}=P_{\text{ном}}$ (максимальная тяговая мощность)	$P_{\text{тяги макс}}, \text{кВт}$	43,4	34,9	28,0
	$N_{\text{тяги макс}}, \text{кВт}$	62,2	68,8	71,9
	$\delta, \%$	30,3	20,8	14,3
	$G_{\text{т}}, \text{кг/ч}$	25,4	25,4	25,4
	$V_{\text{т}}, \text{км/ч}$	0,7	1,2	1,9

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

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

где K_0 – удельное сопротивление машины, $K_0 = 2,2 \text{ кН/м}$

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

Δ – темп нарастания удельного тягового сопротивления, $\Delta = 4$;

$$V_0 = 5 \text{ км/ч}$$

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

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

$$k'' = 2,2 \left(1 + (1,9 - 5) \cdot \frac{4}{100} \right) = 2,38 \text{ кН/м}$$

Определяем полное сопротивление агрегата:

$$R = h \cdot E \cdot k + G \cdot \left(i \cdot f_{\text{тн}} + \frac{1}{100} \right), \quad (2.8)$$

где h – глубина обработки, $h = 0,08 \text{ м}$

B_c – конструктивная ширина захвата, $B_c = 3 \text{ м}$ [11];

G_0 – вес, $G_0 = 20,6 \text{ кН}$;

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

$f_{\text{пр}}$ – коэффициент сопротивления качению трактора, $f_{\text{пр}} = 0,07$;

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

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

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

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

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

$$\eta_{\text{т}} = \frac{R_c}{P_{\text{ч.т}} - G_{\text{т}} \cdot \frac{3}{100}}; \quad (2.9)$$

где $G_{\text{т}}$ – вес трактора, $G_{\text{т}} = 58,86$.

$$\eta_{\text{т}}^I = \frac{27,6}{43,4 - 58,86 \cdot \frac{3}{100}} = 0,66$$

$$\eta_{\text{т}}^{II} = \frac{37,9}{43,4 - 58,86 \cdot \frac{3}{100}} = 0,91$$

$$\eta_{\text{т}}^{III} = \frac{38,3}{43,4 - 58,86 \cdot \frac{3}{100}} = 0,92$$

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:

$$R_{\text{х}} = G_{\text{а}} \cdot \left(\lambda \cdot f_{\text{пр}} + \frac{i}{100} \right); \quad (2.10)$$

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

Скорость на рабочем ходу:

$$V_{\text{н}} = V_{\text{с}} + R_{\text{с}} \cdot \frac{V_{\text{с}} - V_{\text{н}}}{P_{\text{сн}}}, \quad (2.11)$$

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

Скорость на холостом ходу без переключения передач:

$$V_{\text{н}} = V_{\text{с}} + R_{\text{с}} \cdot \frac{V_{\text{с}} - V_{\text{н}}}{P_{\text{сн}}}, \quad (2.12)$$

$$V_{\text{н}} = 2,2 - 3,31 \cdot \frac{2,2 - 1,9}{28} = 2,1 \text{ км/ч}$$

Определяем часовой расход топлива на выбранной передаче на рабочем ходу:

$$G_{\text{нр}} = G_{\text{с}} + R_{\text{с}} \cdot \frac{G_{\text{сн}} - G_{\text{с}}}{P_{\text{сн}}}, \quad (2.13)$$

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

на холостом ходу:

$$G_{\text{н}} = G_{\text{с}} + R_{\text{с}} \cdot \frac{G_{\text{сн}} - G_{\text{с}}}{P_{\text{сн}}}, \quad (2.14)$$

$$G_{\text{н}} = 10 + 3,31 \cdot \frac{25,4 - 10}{28} = 10,8 \text{ кг/ч}$$

Коэффициент использования максимальной тяговой мощности:

$$\eta_{\text{н}} = \eta_{\text{с}} \cdot \frac{V_{\text{с}}}{V_{\text{н}}}, \quad (2.15)$$

$$\eta_{\text{н}} = 0,92 \cdot \frac{1,88}{2,1} = 0,86$$

Тяговый КПД

$$\eta_{\text{в}} = \frac{N_{\text{в}}}{N_{\text{г}}} ; \quad (2.16)$$

$$N_{\text{г}} = \frac{R_{\text{г}} + G_{\text{г}} \cdot \left(f_{\text{г}} + \frac{1}{100} \right)}{3,6 \cdot \eta_{\text{в}} \cdot \eta_{\text{д}}} \cdot V_{\text{г}} ; \quad (2.17)$$

где $\eta_{\text{в}}$ – КПД букс овинця трактора, $\eta_{\text{д}} = 1 - \delta/100 = 1 - 0,22 = 0,78$.

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

$$N_{\text{в}} = \frac{R_{\text{в}} \cdot V_{\text{в}}}{3,6} ; \quad (2.18)$$

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

$$\eta_{\text{в}} = \frac{93,7}{150,8} = 0,62$$

Максимальный тяговый КПД:

$$\eta_{\text{т max}} = \frac{N_{\text{т max}}}{N_{\text{г}}} ; \quad (2.19)$$

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

Коэффициент загрузки двигателя

$$\sigma_{\text{д}} = \frac{N_{\text{д}}}{N_{\text{дн}}} ; \quad (2.20)$$

$$\sigma_{\text{д}} = \frac{150,8}{162,3} = 0,92$$

Показатели совокупного МТА представим 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 – безтепловой
группе вездный [11]

Кинематическая длина агрегата:

$$L_a = L_{\text{тр}} + L_{\text{м}}; \quad (2.21)$$

где $L_{\text{тр}}$ – кинематическая длина трактора, $L_{\text{тр}} = 4,55$ м;

$L_{\text{м}}$ – кинематическая длина машины, $L_{\text{м}} = 4,6$ м

$$L_a = 4,55 + 4,6 = 9,15 \text{ м}$$

Длина выезда агрегата:

$$l = (0,1 \dots 0,5) \cdot L_a; \quad (2.22)$$

$$l = 0,5 \cdot 9,15 = 4,57 \text{ м}$$

Радиус поворота принимаем равный кинематической длине агрегата,

$$R_1 = 9,35 \text{ м}$$

Ширина поворотной полосы

$$B = 3R + l, \quad (2.23)$$

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

Ширину поворотной полосы принимаем кратную $B_c = 3$, т.е. $B_p = 45 \text{ м}$

Средняя удельная длина холостого хода:

$$l_{\text{ср}} = 6R + 2l, \quad (2.24)$$

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

Рабочая длина участка:

$$L_p = L - 2B_p, \quad (2.25)$$

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

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

Коэффициент рабочих ходов:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + l_{\text{ср}}}, \quad (2.26)$$

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

Коэффициент поворотов:

$$\tau_{\text{пов}} = \frac{1 - \varphi}{\varphi}, \quad (2.27)$$

$$\tau_{\text{пов}} = \frac{1 - 0,94}{0,94} = 0,06$$

2.3.5 Расчет баланса времени смены

Затраты времени на

$$E_{\text{ТО}}, T_{\text{пов}} = 0,14 \text{ ч}$$

Получение наряда и сдачи работ, $T = 4 \text{ мин}$,

Переезд агрегата к месту работы, $T_{\text{пер}} = 24$ мин;

Подготовка к переезду, $T_{\text{под}} = 3$ мин;

Физиологические нужды, $T_{\text{фн}} = (0,03 \dots 0,05) T_{\text{ч}} = 0,035 \cdot 10 = 0,35$ ч

Технологическое обслуживание: $T_{\text{об}} = k T_{\text{фн}} = 0,035 \cdot 10 = 0,35$ ч

где $k = 0,03 \dots 0,05$ - продолжительность технологических остановок на 1 ч времени смены.

Подготовительно-заключительное время

$$T_{\text{пз}} = T_{\text{под}} + T_{\text{пер}} + T_{\text{фн}} + T_{\text{об}}; \quad (2.28)$$

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

Чистое время работы агрегата

$$T_{\text{ч}} = \frac{T_{\text{ч}} - (T_{\text{пз}} + T_{\text{фн}} + T_{\text{об}})}{1 + \tau_{\text{м}}}; \quad (2.29)$$

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

Время холостого хода за смену

$$T_{\text{хх}} = \tau_{\text{м}} T_{\text{ч}} + T_{\text{пз}}; \quad (2.30)$$

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

Время остановок с работающим двигателем:

$$T_{\text{ост}} = T_{\text{пз}} - (T_{\text{под}} + T_{\text{пер}}); \quad (2.31)$$

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

Коэффициент использования смены

$$\tau_{\text{ис}} = \frac{T_{\text{ч}}}{T_{\text{с}}}; \quad (2.32)$$

$$\tau_{\text{ис}} = \frac{8,35}{10} = 0,83$$

2.3.6. Расчет производительности агрегата

Сменная производительность МТА

$$W_{\text{с}} = 0,1 B_n V_n T_{\text{с}}; \quad (2.33)$$

где $B_n = \beta B = 3$, т.к. коэффициент использования ширины захвата $\beta = 1$

$$W_{\text{с}} = 0,1 \cdot 3 \cdot 8,81 \cdot 835 = 221 \text{ га}$$

Часовая норма выработки

$$W_n = \frac{W_{\text{с}}}{T_{\text{с}}}; \quad (2.34)$$

$$W_n = \frac{221}{10} = 22,1 \text{ га}$$

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

$$Q_{\text{сн}} = G_{\text{сн1}} T_{\text{сн1}} + G_{\text{сн2}} T_{\text{сн2}} + G_{\text{сн3}} T_{\text{сн3}} = 14,4 \cdot 8,35 + 10,8 \cdot 0,93 + 10 \cdot 0,72 = 137,5 \text{ кг/сн} \quad (2.35)$$

Генеральный расход топлива (кг/га)

$$Q_{\text{г}} = Q_{\text{сн}} / W_{\text{с}} = 137,5 / 22,1 = 6,22 \text{ кг/га} \quad (2.36)$$

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

$$\text{прямые} \quad z_{\text{пр}}^{\text{пр}} = \frac{n_{\text{м}}}{W_n} = \frac{1}{6,22} = 0,16 \text{ чел} \cdot \text{ч/га} \quad (2.37)$$

$$\text{общие} \quad z_{\text{пр}}^{\text{общ}} = \frac{n_{\text{м}} + n_{\text{вп}}}{W_n} = \frac{1 + 0}{6,22} = 0,16 \text{ чел} \cdot \text{ч/га} \quad (2.37)$$

где $n_{\text{м}}$ и $n_{\text{вп}}$ – 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 шлангах агрегата до 0,35 МПа.

5. Проверять техническое состояние рабочих органов, чистяков. 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 приеме работы бригадиром (агрономом).

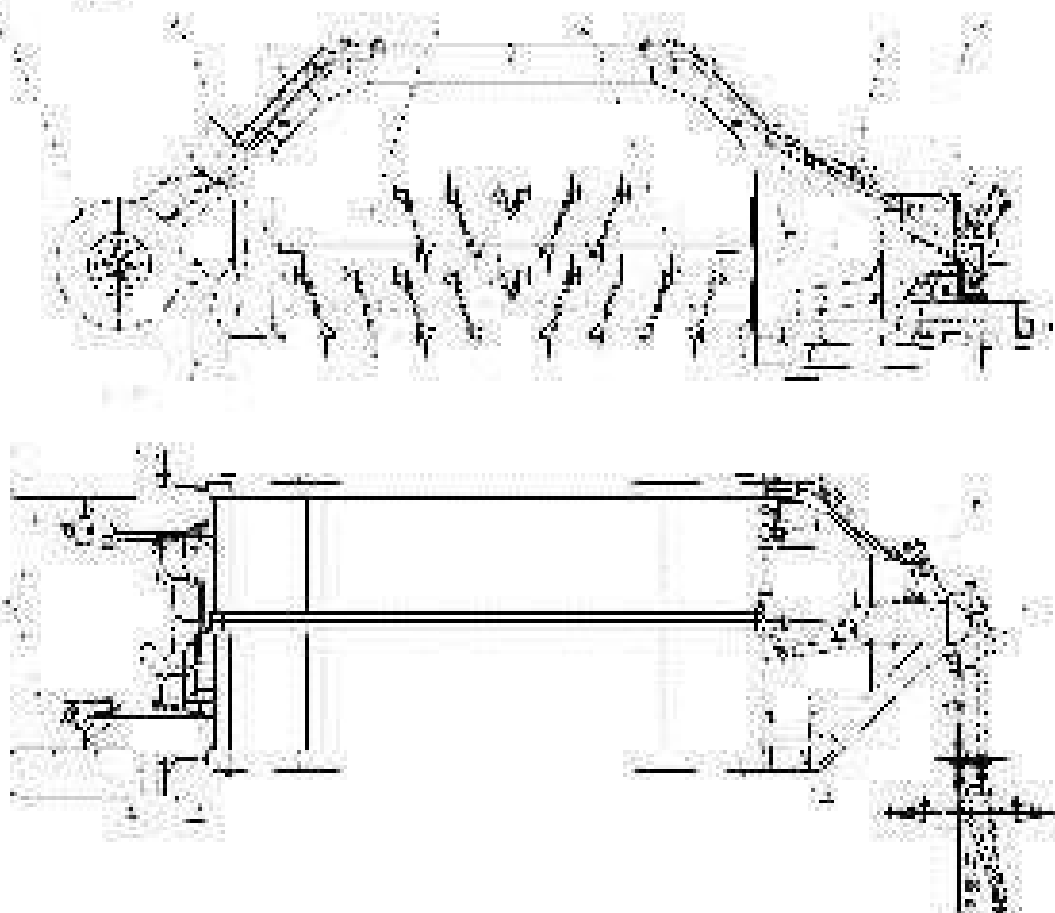
Таблица 2.3 – Требования к выполнению технологической операции по верификации и методы оценки качества работ

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 рабочей рамы с аэратор-смесителями компостов

Аэратор рисунков 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, выключатель ресивер 11, пневмопроводы и, тормозные камеры, и электрооборудования 10.



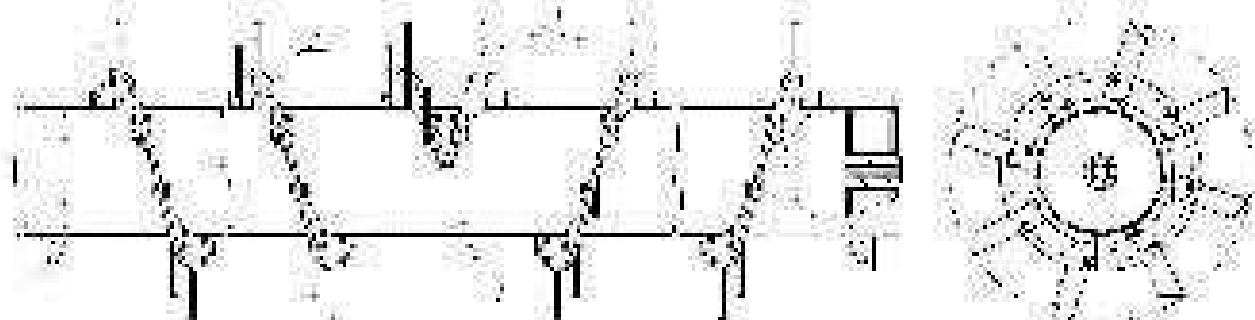
1 - рама, 2, 3 - конвейеры винтовые, 4 - привод, 5 - сцепное устройство, 6 - опорный каток, 7 - колесо ведущее, 8 - колесо колесный (транспортный) 9 - гидробак, 10 - тормозная система, 11 - ресивер, 12 - гидроконтроль, 14 - ограждение нижнего конвейера винтового

Рисунок 3.1 - Схема аэратор-смеситель компостов

ВКР 35.03.06.219.20.00.00.00.ПЗ					СМЕСИТЕЛЬ КОМПОСТОВ			Лист 1 из 2		
Исполн.	Григорьев А.В.	Дата	07.20					Изд. ГАЗ конструктор		
Проект	Исх. № 1 В.Х.	Дата	07.20		БЗБЗ-ВВ у группы					
Исполн.	Исх. № 1 В.Х.	Дата	07.20							
Вед. конст.	Чел. № 1 В.Х.	Дата	07.20							

Рама 1 предназначена для крепления рабочих органов, элементов гидросистемы, ходовой и тормозной систем, электрооборудования. Представляет сварную несущую конструкцию в виде арки трапециевидной формы. В левой части рамы шарнирно присоединено сцепное устройство 5, в правой – ведущее колесо (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 винты 2 встречной навивки. К винтам крепятся ножи 3, предназначенные для дробления комы в исходного материала компостной смеси (рисунком 3.11). Отличие верхнего конвейера винтового 3 от нижнего 3 заключается в том, что винты в верхнем конвейере винтовом расположены только в центральной части с целью уменьшения его металлоемкости.



1 – труба; 2 – винты; 3 – 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 3, через выходной вал 4 которого передается крутящий момент на рабочие органы. К редуктору крепится мотор-редуктор 1, предназначенный для привода колеса ведущего 7.

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

					ВКР 3503.06.219.20.00.00.00.ПЗ	Исх
Исх	Исх	Исх	Исх	Исх		

7 Гидросистема азратора состоит из двух частей: автономной и прик соединенной к гидросистеме трактора.

Гидросистема трактора используется для перевода азратора 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 азратора. Масло хранится в базе, состоящем из емкости 1, заливной горловины 2, фильтра 3, выходного отверстия 4, датчика уровня 5 и сливной пробки.

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

Гидросистема азратора состоит из двух частей: автономной и прик соединенной к гидросистеме трактора.

Гидросистема трактора используется для перевода азратора 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 азратора. Масло хранится в базе 9, состоящем из емкости 1, заливной горловины 2, фильтра 3, выходного отверстия 4, датчика уровня 5 и сливной пробки.

Насос забирает рабочую жидкость из база гидросистемы и подает 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.

					ВКР 35.03.06.219.20.00.00.00.ПЗ	1000
Мод.	Датум	№ докум.	Измен.	Апроб.		

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

Ход колесный (рабочий) предназначен для поддержания на заданной высоте всей конструкции во время работы, а также устранения поперечного перекоса от несимметричности агрегата. Составит 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. Составит из тормозных камер 1, ресивера 2, тормозных цилиндров 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 не обходимый 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 трапециевидной формы, это способствует формированию компостного бурта определенных размеров.

3.2 Конструктивные расчеты конструкции аэратора-смесителя

3.2.1 Расчет конструктивных параметров смещающего шнека

					<i>ВКР 35.03.06.219.20.00.00.00.ПЗ</i>	Имя
Имя	Имя	Имя	Имя	Имя		

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:

$$D_n = (H_n - (S_1 + S_2)) / i, \quad (3.1)$$

где H_n – высота компостного бурта, м;

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

S_2 – зазор между шнеками, м;

i – количество шнеков, мм.

S_2 целесообразно выбирать в пределах 0,2-0,4 м в расчете на частичное обрушение материала при проваливании в него шнеков [31, с. 175]. Количество шнеков для компостных буртов высотой 1,5-3 м достаточно ограничить 2.

При высоте компостного бурта $H_n = 1,5$ м, шнеков $S_1 = 0,4$ м и $S_2 = 0,1$ 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, в которых относятся 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. 173]. Тогда $d = 0,55 \cdot 0,5 = 0,275 \text{ м}$.

Величину шага шнека s для тяжелых, обладающих 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 $s = 0,7 \cdot 0,5 = 0,350 \text{ м}$.

3.2.2 Расчет частоты вращения смешивающего рабочего органа

Для определения частоты вращения шнеков в смесителе в целом устройстве аэратора-смесителя воспользуемся известной формулой [9, с. 179]

$$n = \frac{60 \cdot v}{\pi \cdot D}, \quad (3.2)$$

где v – 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. Стосе, Г. Л. Карабана [9], А. Л. Сухорукова.

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

уменьшаемого $L_t = \frac{v^2}{g}$ – теоретической дальности полета тяжелой частицы, выброшенной в безвоздушном пространстве под оптимальным углом 45° к горизонту с начальной скоростью v при условии, что начальная и конечная

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

$$L_p = \frac{v}{g} - 0,00239 v^3, \quad (3.3)$$

где g — ускорение свободного падения, м/с^2 .

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

$$L_p \approx v, \quad (3.4)$$

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:

$$L_p = \beta \sqrt{Q} v, \quad (3.5)$$

где Q — весовая производительность машины, м/ч ;

β — постоянный коэффициент.

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

$$L_p = 0,035 v^3 \left(1 - \frac{0,0106 v}{\sqrt{\rho \cdot K_{\text{зап}}}} \right), \quad (3.6)$$

где $K_{\text{зап}}$ — коэффициент заполнения шнека.

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

материал в шнековом рабочем органе дает наиболее точные, близкие к реальным значения.

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

$$v = \frac{\sqrt{-555,6 \cdot a \cdot L_0 + \sqrt{C}} + \sqrt{-555,6 \cdot a \cdot L_0 - \sqrt{C}}}{2}, \quad (3.7)$$

где $a = \sqrt{\rho \cdot \kappa_{\text{ш}}}$,

$$C = \frac{(1111,1 \cdot a \cdot L_0 - (94,4 \cdot a)^2)}{4} - \frac{(94,4 \cdot a)^2}{27}.$$

Задавшись необходимой длиной отбрасывания компоста $L_0 = 2 \text{ м}$, плотностью компоста $\rho = 0,6 \text{ кг/м}^3$ коэффициентом заполнения шнеков $\kappa_{\text{ш}} = 1$ рассчитываем окружную скорость шнеков эратора-смесителя $v = 5,13 \text{ м/с}$.

Тогда, необходимая частота вращения шнеков смешивающего устройства эратора-смесителя при длине отбрасывания $L = 2 \text{ м}$ и наружном диаметре шнеков $D_{\text{ш}} = 0,5 \text{ м}$, определенная по формуле (3.7), составит:

$$n = \frac{60 \cdot 5,13}{3,14 \cdot 0,5} = 1961 \text{ об/мин.}$$

3.3.3 Определение потребляемой мощности для привода шнекового конвейера

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

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

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

					ВКР 35.03.06.219.20.00.00.00.ПЗ	km
Изм.	Изм.	Изм.	Изм.	Изм.		

$$N_1 = \frac{v_{ax} \cdot G_{\text{ш}} \cdot f_1}{75}$$

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

$$N_2 = \frac{v_{\text{вр}} \cdot G_{\text{ш}} \cdot f_2}{75}$$

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

f_1 — коэффициент трения материала об опорную поверхность;

f_2 — коэффициент трения материала об внутреннюю поверхность кожуха;

$G_{\text{ш}}$ — вес шнека, Н;

v_{ax} — средняя осевая скорость движения материала, м/с;

$v_{\text{вр}}$ — средняя окружная скорость движения материала, м/с;

β — 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 потребляемую мощность. Результаты подсчета потребляемой мощности по этой формуле также получаются заниженными.

Рассмотрение винтовой линии 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 единую траекторию движения. На каждый элементарный слой

материала, находящийся на разном расстоянии от оси винта, воздействует своей элементарной площадью, 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 часть 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 названном 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 вращения 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:

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

$$P_2 = \sigma \cdot F_1, \quad (3.9)$$

$$P_3 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \sigma \cdot \varphi_{\text{ш}}, \quad (3.10)$$

где σ – удельное давление материала на лопасть шнека, Н/м^2 ;

F – площадь проекции винтовой поверхности на продольную вертикальную плоскость, M ;

$\phi = \frac{h}{D_0}$ – коэффициент, показывающий какая часть диаметра винта шнека находится в материале;

h – высота слоя материала, m .

Рассмотрим схематические явления, обуславливающие возникновение движущей силы. Пусть шнек под действием приложенного к его оси крутящего момента $M_{\text{пр}}$ пережигается с трением по жесткой горизонтальной поверхности.

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

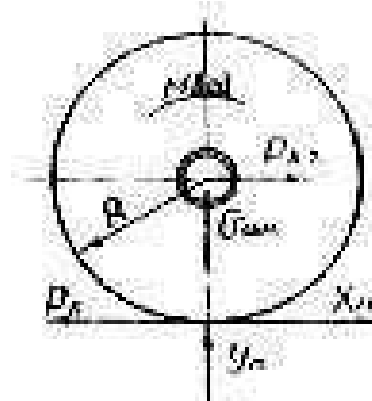


Рисунок 3.3 – Схема сил, действующих на шнек при работе на холостом ходу

Представим, на основании известных законов механики, крутящий момент на шнеке $M_{\text{пр}}$, парой горизонтальных сил $P_{\text{т}}$ и $P_{\text{с}}$ с плечом R и приложенных, соответственно, к оси и винту шнека. Касательная сила тяги $P_{\text{с}}$ вызывает уравновешивающую ее горизонтальную реакцию x_n . Сила же x_n , приложенная к оси шнека и равная $P_{\text{с}}$, но направленная в сторону движения (как и сила $P_{\text{т}}$) 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 неровности 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 зацепя. Углубив, таким образом, работу шнека, очевидно, что общая тяговая сила будет складываться из силы зацепления лопасти с материалом (рисунком 3.18.) и силы трения, возникающей между диском и опорной поверхностью P_1 .

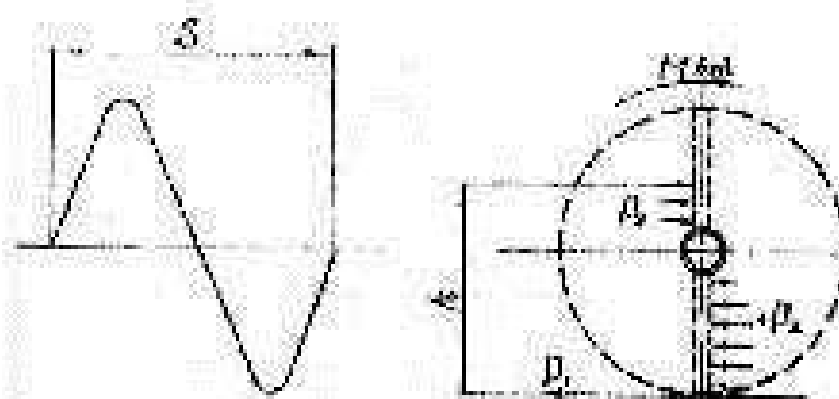


Рисунок 3.4 Схема к определению тяговой силы, развиваемой шнеком

Тяговая сила P_2 , создаваемая лопастью, зависит от коэффициента наполнения шнека $K_{\text{шн}}$, или, что тоже, от высоты следа h .

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

Момент сопротивления слоя P выражается следующим образом:

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

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

$$dM = 2\sigma \cdot s \cdot y \cdot d\varphi, \quad (3.12)$$

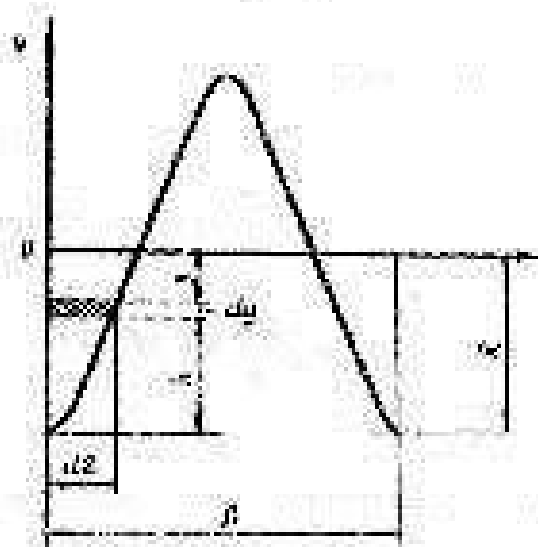


Рисунок 3.5 – Схема к определению сопротивления вращению лопасти шнека

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:

$$M_1 = 2 \cdot \sigma \cdot c \int_0^h y \cdot \arcsin \frac{y}{R} dy = 2 \cdot \sigma \cdot c \left[\left(\frac{y^2}{2} - \frac{R^2}{4} \right) \arcsin \frac{y}{R} + \frac{y}{4} \sqrt{R^2 - y^2} \right]_0^h =$$

$$= 2 \cdot \sigma \cdot c \left[\frac{\pi R^2}{8} - \frac{R-h}{4} \sqrt{2Rh-h^2} - \frac{R^2-4Rh+h^2}{4} \arcsin \frac{R-h}{R} \right] + C_1. \quad (3.15)$$

5)

Из первоначальных условий находим, что при $h=0$ и $M_1=0$ и $C_1=0$.

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

$$M_1 = \frac{\sigma \cdot s \cdot i}{\pi} \left[\frac{\pi R^2}{8} - \frac{R-h}{4} \sqrt{2Rh-h^2} - \frac{R^2-4Rh+h^2}{4} \arcsin \frac{R-h}{R} \right], \quad (3.16)$$

$$M_1 = \sigma \frac{\pi \cdot D_c^2}{4} \varphi_1 R_{\text{вн}} i, \quad (3.17)$$

где $R_{\text{вн}}$ – радиус центра давления, мм.

В случае вращательного движения требуемая мощность определяется по формуле:

$$N = \frac{M \omega_1}{975}, \quad (3.18)$$

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,

$$N_1 = \frac{G_{\text{вн}} f_{\text{вн}} R_{\text{вн}}}{975 \varepsilon}, \quad (3.19)$$

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

$$N_1 = \sigma \frac{\pi D_0^2}{4 \cdot 975} \varphi_1 R_1 \omega_1 \quad (3.21)$$

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 вала 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:

$$N = \frac{\sigma \pi}{975} \left[\left(\frac{\pi R^2}{2} - \frac{R-h}{4} \sqrt{2Rh-h^2} - \frac{R^2-4Rh+h^2}{4} \arcsin \frac{R-h}{R} \right) \frac{1}{\pi} + \pi R^2 R_1 \varphi_1 \right] \quad (3.22)$$

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

3.3 Препятствия 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 в 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

Имя	Фамилия	Инициалы	Дата	Должность

ВКР 35.03.06.219.20.00.00.00.ПЗ

Исх.

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 определенных технологических операций;

- незащищенные подвижные части машин и механизмов.

Относительно данного фактора наибольшая опасность заключается во вращающихся вращающихся передачах, которые эксплуатируются без защитных кожухов, а также на зацепленных приводах генераторов, вентиляторов, которые выполнены в виде клиноременной или цепной передач,

- движение во время выполнения технологических операций в непосредственной близости от больших камней, вьюетов, обрывов, укатков,

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

- повышение температуры воздуха в рабочей зоне. Данный фактор возникает при неоправданном кондиционировании 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 2.2.4/2.1.8.10-33-2002 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки», утвержденного Министерством здравоохранения РФ, главным государственным санитарным врачом от 31.12.2002г. №158, допустимый уровень шума не должен превышать 80 дБА.

При работе эксратора-смесителя существуют опасные зоны (рис. 3.6), 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 разную конфигурацию в зависимости от направления движения прямолинейно или на повороте. В большинстве обозреваема механизатором. Нахождение людей в зоне может быть постоянным и случайным.

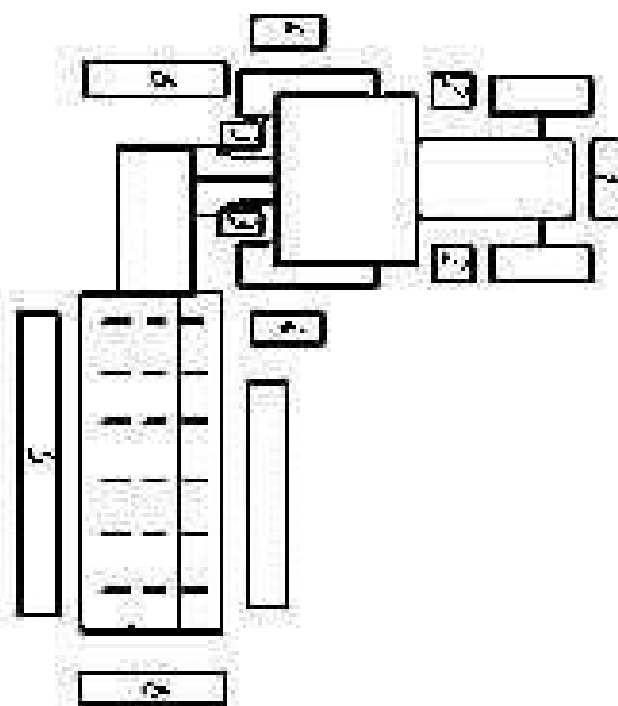


Рисунок 3.6 – Опасные зоны при работе с агрегатом

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 машинно-тракторного 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 обозревается не постоянно. Выход человека из этой зоны при травматической ситуации затруднен и возможны несчастные случаи с «защемлением» человека между трактором и машиной.

Опасная зона 4 образуется передней поверхностью машины. Форма зоны зависит от направления движения машинно-тракторного агрегата.

Опасная зона 5 образуется задней поверхностью машины машинно-тракторного агрегата при движении его задним ходом.

Опасная зона 6 образуется боковой поверхностью машины машинно-тракторного агрегата при движении его на поворотах.

Как видно из определенных зон опасности, они характеризуются направлением движения машинно-тракторных агрегатов, обозреваемостью. 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 агрегатами 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 агрегатом.
2. Находиться возле агрегата во время работы, поворота и перевода агрегата 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 светосигнальных устройств.

3.4 Физическая культура на производстве

Физическая культура на производстве – важный фактор ускорения и увеличения производительности труда. С учётом преобладания умственного и физического труда и его тяжести специалисты подразделяются на 2 группы: водители самоходных агрегатов и машин (шоферы, трактористы) и специалисты стационарных установок (мотористы, слесари, электрики-физикоты). У лиц, занятых малоподвижным трудом, нагрузка характеризуется 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 статическо-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 неизменно 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.

Имя	Фамилия	Подпись	Дата	Лист

ВКР 35.03.06.219.20.00.00.00.ПЗ

Лист

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 вомпостов «АСК», снижается количество энергозатрат [15].

Данные для расчета затрат при применении АСК в существующей технологической 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, л
Существующая конструкция							
Беларус – 1221+АСК	11000	265	5,93	41,5	24,822	147192	1650
Предлагаемая конструкция							
Беларус – 1532+АСК	11000	300	5,24	36,7	24,549	90013	1650

Данные для расчета затрат при уборке зерна приведены в технологическом своде норм:

Произведем расчет затрат на заработную плату при использовании этномашины. 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 производство	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

					BKP 35.03.06.219.20.00.00.00.73	Исх
Итого	Прочие	Акк. Ассистент	Ассистент	Ассистент		

Доплата за вылазность	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 оплату 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

$$\dot{N}_{\text{с.н.}} = 1650 \cdot 5 = 82000 \text{ руб.}$$

при использовании предлагаемой конструкции

$$\dot{N}_{\text{п.н.}} = 1650 \cdot 5 = 81500 \text{ руб.}$$

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.

$$Э_{\text{п.н.}} = (373,4 + 82150 + 23829,3) \cdot 0,05 = 550,4 \text{ тыс. руб.}$$

$$Э = (324,4 + 82150 + 19041,1) \cdot 0,05 = 524 \text{ тыс. руб.}$$

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

Марка машины	Балансовая стоимость	Фактическая нагрузка, ч	Годовая нормативная нагрузка, 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-1321	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

$$Э_{\text{с}} = 373,4 + 8250 + 2389,3 + 550,4 - 11543,5 \text{ тыс. руб.}$$

$$Э_{\text{п}} = 324,4 + 8250 + 1904,1 + 524 - 11004,5 \text{ тыс. руб.}$$

Рассчитаем следующие показатели для двух агрегатов

Производительность труда рассчитаем по формуле

$$П_{\text{с}} = \frac{11000}{41,5} = 2651 \text{ т/чел-час;}$$

$$П_{\text{п}} = \frac{11000}{36,7} = 2997 \text{ т/чел-час}$$

Трудоемкость определим по формуле

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

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

Рост производительности труда определяется по формуле (5.6)

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

Уровень снижения трудоемкости рассчитываем по формуле (5.7)

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

Приведенные затраты рассчитаем по формуле (5.9)

$$П_{\text{с}} = 11543,5 + 0,1 \cdot 10586,8 = 12602,3 \text{ тыс. руб.}$$

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

Годовой экономический эффект определяется по формуле (5.10)

$$Г_1 = \left(\frac{12622,2}{11000} - \frac{11856,43}{11000} \right) \cdot 11000 = 742,2 \text{ тыс руб}$$

Все показатели, рассчитанные выше, сведены 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.	10586,2	8519,3
Эксплуатационные затраты, тыс. руб.	11563,5	11004,5
Производительность труда, га/чел-час	265,1	399,7
Трудоёмкость, 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 конструкторские решения направлены путем модернизации рабочих разбрасывающих органов системы для компостов 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 аэригатора-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%.