

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

Направленность «Автомобили и автомобильное хозяйство»

Кафедра «Эксплуатация и ремонт машин»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Тема: Проектирование технического обслуживания тракторов с разработкой передвижной мастерской

Шифр ВКР.23.03.03.648.19.00.00.00.ПЗ

Выпускник	<u>гр.3461</u>	_____	<u>С.Н. Утеев</u>
	группа	подпись	Ф.И.О.
Руководитель	<u>профессор</u>	_____	<u>М.Н. Калимуллин</u>
	ученое звание	подпись	Ф.И.О.

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

Зав. кафедрой	<u>профессор</u>	_____	<u>Н.Р. Адигамов</u>
	ученое звание	подпись	Ф.И.О.

Казань – 2019 г.

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Кафедра «Эксплуатация и ремонт машин»

Направление «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

«УТВЕРЖДАЮ» .

Зав. кафедрой «Эксплуатация и ремонт машин»

Н.Р.Адигамов / _____ /

«15» апреля 2019 г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу

Студенту Утееву С.Н.

Тема работы Проектирование технического обслуживания тракторов с
разработкой _____ передвижной
мастерской _____

_____ утверждена приказом по вузу от « _____ » _____ 2019 г. № _____

2. Срок сдачи студентом законченной работы 10.06.2019

3. Исходные данные к работе Годовые отчеты, производственно-
финансовый план, материалы, собранные в период преддипломной практики
по данной теме, а также новые технические решения (А.С., патенты, статьи и
др.)

4. Перечень подлежащих разработке вопросов

1. Анализ технического обслуживания и конструкций передвижных
мастерских

2. Проектирование технического обслуживания тракторов

3. Конструкторская разработка передвижной мастерской

5. Перечень графических материалов

1. График загрузки тракторов2. План-график проведения ТО и ТР3. План зоны ТО-14. Общий вид передвижной мастерской5. Детализовка передвижной мастерской6. Экономическое обоснование конструкции

6. Дата выдачи задания «15» апреля 2019 г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов дипломного проектирования	Срок выполнения	Примечание
1	Анализ технического обслуживания и конструкций передвижных мастерских	20.05.2019	
2	Технологическая часть	27.05.2019	
3	Конструкторская разработка	03.06.2019	
4	Безопасность жизнедеятельности	04.06.2019	
5	Физическая культура на производстве	05.06.2019	
6	Экономическое обоснование	07.06.2019	

Студент-выпускник _____ (Утеев С.Н.)

Руководитель работы _____ (Калимуллин М.Н.)

АННОТАЦИЯ

к выпускной квалификационной работе студента группы 3461 Утеева С.Н. на тему: «Проектирование технического обслуживания тракторов с разработкой передвижной мастерской»

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки на 65 листах машинописного текста и графической части на 6 листах формата А1. Из них 2 листа относятся к конструкторской части.

Пояснительная записка состоит из введения, трех разделов, заключения и содержит 3 рисунка, 5 таблиц. Список используемой литературы включает 15 наименований.

В первом разделе представлен анализ технического обслуживания и конструкций передвижных мастерских.

Во втором разделе, на основании данных задания и первого раздела, производится проектирование технического обслуживания тракторов.

В третьей части представлен дизайн мобильной мастерской. Приведены необходимые структурные и прочностные расчеты. Охрана труда и техники безопасности также были разработаны. Требования безопасности указаны в начале работы, во время работы и в конце работы. Этот раздел заканчивается экономическим обоснованием разработанной конструкции. Рассчитаны экономический эффект и сроки окупаемости внедрения оборудования.

Пояснительная записка обобщает итоговую квалификационную работу и включает список литературы и технические условия.

ANNOTATION

to the final qualifying work of a student group 3461 Uteev S.N. subject: “Designing maintenance of tractors with the development of a mobile workshop”

Final qualifying work consists of an explanatory note on 65 sheets of typewritten text and the graphic part on 6 sheets of A1 format. Of these, 2 sheets belong to the design part.

Explanatory note consists of introduction, three sections, conclusion and contains 3 figures, 5 tables. The list of used literature includes 15 items.

The first section presents an analysis of the maintenance and construction of mobile workshops.

In the second section, based on the task data and the first section, the design of the maintenance of tractors is made.

The third part presents the design of a mobile workshop. The necessary structural and strength calculations are given. Health and safety have also been developed. Safety requirements are indicated at the start of work, during work and at the end of work. This section ends with a business case for the design. The economic effect and the payback period for the introduction of equipment are calculated.

Explanatory note summarizes the final qualifying work and includes a list of references and technical conditions.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	8
1 АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И КОНСТРУКЦИЙ ПЕРЕДВИЖНЫХ МАСТЕРСКИХ.....	10
1.1 Виды и периодичность технического обслуживания.....	10
1.2 Обзор существующих конструкций.....	14
2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ТРАКТОРОВ.....	19
2.1 Нормативный метод определения состава машинно-тракторного парка.....	23
2.2 Экспресс-метод расчета потребности тракторов.....	25
2.3 Графоаналитический метод расчета количества тракторов и сельскохозяйственных машин.....	26
2.4 Расчет и планирование технического сервиса.....	29
3 КОНСТРУКТОРСКАЯ РАЗРАБОТКА ПЕРЕДВИЖНОЙ МАСТЕРСКОЙ.....	43
3.1. Обоснование и выбор конструкции.....	43
3.2 Устройство мастерской.....	44
3.3 Расчет механизма подъема.....	46
3.4 Инструкция по охране труда при эксплуатации крана.....	52
3.5 Расчет системы вентиляции.....	54
3.6 Техничко-экономическая оценка конструкторской разработки.....	55

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	63
СПИСОК ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	64
СПЕЦИФИКАЦИЯ.....	66

ВВЕДЕНИЕ

Для оценки количественных соотношений, характеризующих изменение положения плуга в процессе движения, выберем две системы координатных осей. Одна из них $H_i : O x_i y_i z_i$ — инерциальная. Ось X_i совпадает с направлением $M_1 M_2$. Другая система $2г: O|rjе$ жестко связана с плугом. В положении равновесия обе системы совпадают. Полус этих систем O находится на линии $M_1 \backslash M_2$ в горизонтальной плоскости проекций на уровне поверхности поля с координатами $(x_0 = x_c, y_0 = y_c \pm Y, z_0 = 0)$, отсчитываемыми от стенки борозды левого и носка правого корпусов.

трактора обеспечивает работу семикорпусного плуга на почвах средней плотности при глубине пахоты до 22 см (на которую производится вспашка примерно 80% всей пахоты в нашей стране). *

Устойчивого прямолинейного хода трактора можно добиться путем смещения звеньев механизма навески влево относительно плуга и трактора. Но при этом снижается к. л. д. плуга.

Однако, если при таком смещении навески силу трения скольжения полевых досок о стенку борозды заменить силой сопротивления перекатыванию колеса, то общее сопротивление плуга можно уменьшить, к. л. д. повысить, о чем свидетельствуют результаты проведенных нами опытов. Колесо для уравнивания плуга сдвигалось относительно полевой доски заднего корпуса влево до полного выравнивания плуга.

Чтобы обеспечить устойчивый ход переднего корпуса по глубине, было установлено, как у прицепного плуга, переднее бороздное пневматическое колесо. Стандартное опорное колесо плуга отключалось и использовалось только при контрольных опытах (при заводской установке плуга). Устойчивость хода плуга по глубине в опытах с двумя опорными колесами была несколько лучше (коэффициент вариации глубины хода для переднего и заднего корпусов был равен соответственно 0,0565 и 0,0375) в сравнении с заводской установкой плуга (те же показатели соответственно равны 0,0584 и 0,0505).

Кроме того, очевидно, что при установке двух опорных колес, расположенных на линии корпусов, тяговое сопротивление плуга несколько уменьшится за счет замены трения скольжения трением качения.

Уравновешивание тракторов возможно за счет изменения параметров правой гусеницы (увеличения ширины ее или высоты почво-зацепов) с целью возрастания ее сцепных свойств, или увеличением скорости ее движения, за счет установки на правой стороне трактора более изношенной гусеницы. В этом случае действительная скорость агрегата будет определяться скоростью левой гусеницы, которая имеет несколько меньшую величину буксования. Степень несоответствия скоростей гусениц можно охарактеризовать коэффициентом кинематического рассогласования β , который представляет собой отношение шага звеньев правой гусеницы к шагу звеньев левой гусеницы.

1. АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И КОНСТРУКЦИЙ ПЕРЕДВИЖНЫХ МАСТЕРСКИХ

1.1 Виды и периодичность технического обслуживания

Сравнительные исследования, проведенные в 1967—70 гг. на кафедре почвообрабатывающих и посевных машин ЧИМЭСХ, установили, что из существующих широкозахватных плугов (прицепных, навесных и полунавесных) наиболее перспективным является полунавесной плуг, который имеет некоторые преимущества: лучшую маневренность и меньшую металлоемкость по сравнению с прицепным плугом, создает значительно меньший опрокидывающий момент на трактор в транспорте по сравнению с навесным плугом, общее удельное сопротивление несколько меньше, чем у навесного плуга и др. [1].

Проведенные комплексные исследования устойчивости хода полунавесного плуга позволили установить, что на динамику выходных процессов влияют следующие факторы [3, 4]:

1, Возмущающие воздействия. К основным возмущающим воздействиям на полунавесной плуг относятся рельеф поверхности поля и сопротивление среды (плотность, влажность и другие физико-механические свойства почвы). Анализ возмущающих воздействий производился статистическими методами с получением среднеквадратических отклонений σ , нормированной корреляционной функции $\rho(\tau)$ и нормированной спектральной плотности $a(\omega)$. Результаты обработки реализации показывают, что рельеф поверхности поля имеет существенные периоды

с длиной волны от 4,32 м (при $\omega = 1,45$) до 6,16 м.

$\sigma = 1,02$ —1. При этом основной спектр частот находится в пределу

лах от 0 до 6—7- при $\sigma = 1,2$ — 3,1 см [2]. При исследовании ' м

рельефа поверхности поля как регулируемого или возмущающего воздействия необходимо учитывать их динамическое воздействие, то есть с повышением скорости движения агрегата увеличиваются пропорционально корреляционные коэффициенты a и ρ , что ведет к растянутым спектрам

частот и к повышению роли высокочастотных гармоник.

Основной величиной, характеризующей сопротивление среды, является плотность почвы. Частотный состав плотности почвы близок к «белому шуму».

2. Конструктивные параметры плуга. Для изучения влияния конструктивных параметров на показатели работы плуга были проведены лабораторно-полевые опыты при различных месторасположениях опорных колес и при изменении положения оси подвеса по высоте и по ширине на переднем бруске.

Исследования показывают, что при перемещении оси подвеса на переднем бруске влево по ходу движения наблюдается увеличение ширины захвата и тягового сопротивления, а при перемещении вправо ведет к уменьшению ширины захвата и тягового сопротивления. Наилучшие показатели работы плуга получаются в положении оси подвеса, находящейся на 50 мм правее середины условного среднего корпуса [3].

При увеличении расстояния от опорного колеса до линии, соединяющей середину лемехов, с уменьшением угла наклона линии тяги к горизонтам увеличивается тяговое сопротивление, а также изменяются показатели рельефа дна борозды и глубины вспашки. Лучшие показатели рельефа дна борозды и равномерности глубины пахоты обеспечивались при $l=0,73$ м и $L = (1,3 \text{ — } 1,6) L_{np}$ [4] (l — расстояние от опорных колес до середины лемехов; L — расстояние между опорными колесами; L_{np} — длина преимущественной частоты неровностей поверхности поля).

Таким образом, анализ динамики изменения возмущающих и конструктивных параметров на устойчивость хода полунавесного плуга показывает, что для определенных условий работы плуга можно найти такие положения опор (опорные колеса и ось подвеса), которые ведут к значительному улучшению показателей работы плуга. При изменении положения опор меняется и внутренняя структура выходных показателей плуга. При рекомендуемых положениях они становятся более плавными и упорядоченными. Появляется явно выраженное преобладание низких частот.

Однако возмущающие воздействия являются случайными функциями времени или пути и в процессе работы меняются. Поэтому появляется необходимость в разработке регулируемых конструктивных параметров плуга, то есть введение автоматического регулятора (рис. 1).

К раме полунавесного плуга 1 шарнирно соединяется на тягах два копирующих колеса 2. Расстояние L между опорами колес устанавливается в зависимости от существующих периодов рельефа поля, чтобы $L = 0,5L_{nn}$ или $L=1,5L_{nn}$. Перемещение этих копирующих колес по вертикали относительно рамы плуга суммируется в систему блоков 3, 4 и через рычажной механизм 5 передается на золотник 6 гидрораспределителя 7, который направляет рабочую жидкость к силовому цилиндру 8 на подъем или опускание плуга. По данной схеме изготовлена экспериментальная установка. Сравнительные исследования, проведенные в 1967—70 гг. на кафедре почвообрабатывающих и посевных машин ЧИМЭСХ, установили, что из существующих широкозахватных плугов (прицепных, навесных и полунавесных) наиболее перспективным является полунавесной плуг, который имеет некоторые преимущества: лучшую маневренность и меньшую металлоемкость по сравнению с прицепным плугом, создает значительно меньший опрокидывающий момент на трактор в транспорте по сравнению с навесным плугом, общее удельное сопротивление несколько меньше, чем у навесного плуга и др. [1].

Проведенные комплексные исследования устойчивости хода полунавесного плуга позволили установить, что на динамику выходных процессов влияют следующие факторы [3, 4]:

1, Возмущающие воздействия. К основным возмущающим воздействиям на полунавесной плуг относятся рельеф поверхности поля и сопротивление среды (плотность, влажность и другие физико-механические свойства почвы). Анализ возмущающих воздействий производился статистическими методами с получением среднеквадратических отклонений σ , нормированной корреляционной функции $\rho(\tau)$ и нормированной спектральной плотности $a(\omega)$. Результаты обработки реализации

показывают, что рельеф поверхности поля имеет существенные периоды с длиной волны от 4,32 м (при $\sigma_0 = 1,45$ –) до 6,16 м.

$= 1,02$ —1. При этом основной спектр частот находится в пределах от 0 до 6—7- при $\sigma_0 = 1,2$ — 3,1 см [2]. При исследовании рельефа поверхности поля как регулируемого или возмущающего воздействия необходимо учитывать их динамическое воздействие, то есть с повышением скорости движения агрегата увеличиваются пропорционально корреляционные коэффициенты α и ρ , что ведет к растянутым спектрам частот и к повышению роли высокочастотных гармоник.

Основной величиной, характеризующей сопротивление среды, является плотность почвы. Частотный состав плотности почвы близок к «белому шуму».

2. Конструктивные параметры плуга. Для изучения влияния конструктивных параметров на показатели работы плуга были проведены лабораторно-полевые опыты при различных месторасположениях опорных колес и при изменении положения оси подвеса по высоте и по ширине на переднем бруске.

Исследования показывают, что при перемещении оси подвеса на переднем бруске влево по ходу движения наблюдается увеличение ширины захвата и тягового сопротивления, а при перемещении вправо ведет к уменьшению ширины захвата и тягового сопротивления. Наилучшие показатели работы плуга получаются в положении оси подвеса, находящейся на 50 мм правее середины условного среднего корпуса [3].

При увеличении расстояния от опорного колеса до линии, соединяющей середину лемехов, с уменьшением угла наклона линии тяги к горизонтам увеличивается тяговое сопротивление, а также изменяются показатели рельефа дна борозды и глубины вспашки. Лучшие показатели рельефа дна борозды и равномерности глубины пахоты обеспечивались при $\lambda = 0,73$ м и $L = (1,3 \text{ — } 1,6) L_{np}$ [4] (λ — расстояние от опорных колес до середины лемехов; L — расстояние между опорными колесами; L_{np} — длина преимущественной частоты неровностей поверхности поля).

Таким образом, анализ динамики изменения возмущающих и конструктивных параметров на устойчивость хода полунавесного плуга показывает, что для определенных условий работы плуга можно найти такие положения опор (опорные колеса и ось подвеса), которые ведут к значительному улучшению показателей работы плуга. При изменении положения опор меняется и внутренняя структура выходных показателей плуга. При рекомендуемых положениях они становятся более плавными и упорядоченными. Появляется явно выраженное преобладание низких частот.

Однако возмущающие воздействия являются случайными функциями времени или пути и в процессе работы меняются. Поэтому появляется необходимость в разработке регулируемых конструктивных параметров плуга, то есть введение автоматического регулятора (рис. 1).

К раме полунавесного плуга 1 шарнирно соединяется на тягах два копирующих колеса 2. Расстояние L между опорами колес устанавливается в зависимости от существующих периодов рельефа поля, чтобы $L = 0,5L_{nn}$ или $L = 1,5L_{nn}$. Перемещение этих копирующих колес по вертикали относительно рамы плуга суммируется с фз систему блоков 3, 4 и через рычажной механизм 5 передается на золотник 6 гидрораспределителя 7, который направляет рабочую жидкость к силовому цилиндру 8 на подъем или опускание плуга. По данной схеме изготовлена экспериментальная установка.

1.2 Обзор существующих конструкций

Исследование устойчивости хода почвообрабатывающих орудий и навесных машин по глубине обработки важно при создании новых, более совершенных средств механизации и технологии сельскохозяйственного производства.

Появление навесных почвообрабатывающих орудий, повышение рабочих скоростей и увеличение рабочих захватов машин, внедрение средств

автоматизации требуют специальных исследований в области теории регулирования агрегатов, изучения и анализа основных закономерностей движения агрегата или орудия по отношению к опорной поверхности, определение и анализ динамических характеристик орудия и его системы регулирования.

Особое значение приобрели вопросы оценки качества работы агрегата в связи с внедрением различных схем автоматического регулирования, где нельзя ограничиться такими показателями, как математическое ожидание, среднеквадратическое отклонение, дисперсия для сравнительной оценки точности работы этих систем.

В связи с этим возникает необходимость в изучении вероятностно-статистических связей параметров — высоты поверхности поля, дна борозды и глубины обработки — и разработке соответствующих вероятностных методов их оценки, базирующихся на представлениях теории случайных функций [1].

При установлении статистических критериев сравнительной оценки технологических показателей работы агрегатов должна быть изучена случайность (в вероятностно-статистическом смысле) изменения внешних воздействий (входных параметров — неровности поверхности поля), а следовательно, и выходных параметров (глубина обработки, неровности дна борозды).

Работа тракторов и агрегатируемых с ними орудий на повышенных скоростях сопровождается интенсивными колебаниями, возникающими в основном из-за воздействия неровностей поля.

Изучению влияния неровностей на ход почвообрабатывающих орудий в последнее время стали уделять должное внимание. Это связано с конструированием и внедрением систем автоматического регулирования.

Для оценки возмущающего действия неровностей полей применялись детерминистические методы, при которых профиль представлялся в виде единичных или периодических неровностей. Такие исследования не могут являться решением задачи о реальном воздействии со стороны неровностей

полей на колебательные системы мобильных машин и агрегируемых с ними орудий, так как микропрофиль, а значит и вызываемые им колебания, носят случайный характер, который относится к случайным процессам.

Эти процессы наиболее полно могут быть исследованы методами вероятностно-статистической динамики.

Для изучения влияния неровностей полей на колебательную систему почвообрабатывающих орудий и устойчивость их хода, получения коэффициента передаточной, функции орудия и его переходного процесса необходимы определение и проведение анализа таких статистических характеристик, как корреляционные функции и спектральные плотности входных и выходных процессов, взаимно-корреляционных функций этих процессов, коэффициентов корреляционных функций, их дисперсий.

Измерение поверхности поля, дна борозды, глубины обработки в настоящее время очень трудоемкий процесс.

Низкая производительность и большие затраты труда при изменении этих параметров нивелиром и рейкой не позволяют набрать достаточно большой материал для вероятностно-статистических исследований и не позволяют широко использовать его для этих целей.



Рисунок 1.1 – Передвижная Авто Ремонтная Мастерская

предназначена для обслуживания и ремонта насосных агрегатов нефтедобывающего района.



Рисунок 1.2 – Передвижная ремонтная мастерская АРОК

Исследование устойчивости хода почвообрабатывающих орудий и навесных машин по глубине обработки важно при создании новых, более совершенных средств механизации и технологии сельскохозяйственного производства.

Появление навесных почвообрабатывающих орудий, повышение рабочих скоростей и увеличение рабочих захватов машин, внедрение средств автоматизации требуют специальных исследований в области теории регулирования агрегатов, изучения и анализа основных закономерностей движения агрегата или орудия по отношению к опорной поверхности, определение и анализ динамических характеристик орудия и его системы регулирования.

Особое значение приобрели вопросы оценки качества работы агрегата в связи с внедрением различных схем автоматического регулирования, где нельзя ограничиться такими показателями, как математическое ожидание, среднеквадратическое отклонение, дисперсия для сравнительной оценки точности работы этих систем.

В связи с этим возникает необходимость в изучении вероятностно-статистических связей параметров — высоты поверхности поля, дна борозды и

глубины обработки — и разработке соответствующих вероятностных методов их оценки, базирующихся на представлениях теории случайных функций [1].

При установлении статистических критериев сравнительной оценки технологических показателей работы агрегатов должна быть изучена случайность (в вероятностно-статистическом смысле) изменения внешних воздействий (входных параметров — неровности поверхности поля), а следовательно, и выходных параметров (глубина обработки, неровности дна борозды).

Работа тракторов и агрегатируемых с ними орудий на повышенных скоростях сопровождается интенсивными колебаниями, возникающими в основном из-за воздействия неровностей поля.

Изучению влияния неровностей на ход почвообрабатывающих орудий в последнее время стали уделять должное внимание. Это связано с конструированием и внедрением систем автоматического регулирования.

Для оценки возмущающего действия неровностей полей применялись детерминистические методы, при которых профиль представлялся в виде единичных или периодических неровностей. Такие исследования не могут являться решением задачи о реальном воздействии со стороны неровностей полей на колебательные системы мобильных машин и агрегатируемых с ними орудий, так как микропрофиль, а значит и вызываемые им колебания, носят случайный характер, который относится к случайным процессам.

Эти процессы наиболее полно могут быть исследованы методами вероятностно-статистической динамики.

Для изучения влияния неровностей полей на колебательную систему почвообрабатывающих орудий и устойчивость их хода, получения коэффициента передаточной, функции орудия и его переходного процесса необходимы определение и проведение анализа таких статистических характеристик, как корреляционные функции и спектральные плотности входных и выходных процессов, взаимно-корреляционных функций этих процессов, коэффициентов корреляционных функций, их дисперсий.

Измерение поверхности поля, дна борозды, глубины обработки в настоящее время очень трудоемкий процесс.

Низкая производительность и большие затраты труда при изменении этих параметров нивелиром и рейкой не позволяют набрать достаточно большой материал для вероятностно-статистических исследований и не позволяют широко использовать его для этих целей. Исследование устойчивости хода почвообрабатывающих орудий и навесных машин по глубине обработки важно при создании новых, более совершенных средств механизации и технологии сельскохозяйственного производства.

Появление навесных почвообрабатывающих орудий, повышение рабочих скоростей и увеличение рабочих захватов машин, внедрение средств автоматизации требуют специальных исследований в области теории регулирования агрегатов, изучения и анализа основных закономерностей движения агрегата или орудия по отношению к опорной поверхности, определение и анализ динамических характеристик орудия и его системы регулирования.

Особое значение приобрели вопросы оценки качества работы агрегата в связи с внедрением различных схем автоматического регулирования, где нельзя ограничиться такими показателями, как математическое ожидание, среднеквадратическое отклонение, дисперсия для сравнительной оценки точности работы этих систем.

В связи с этим возникает необходимость в изучении вероятностно-статистических связей параметров — высоты поверхности поля, дна борозды и глубины обработки — и разработке соответствующих вероятностных методов их оценки, базирующихся на представлениях теории случайных функций [1].

При установлении статистических критериев сравнительной оценки технологических показателей работы агрегатов должна быть изучена случайность (в вероятностно-статистическом смысле) изменения внешних воздействий (входных параметров — неровности поверхности поля), а следовательно, и выходных параметров (глубина обработки, неровности дна

борозды).

Работа тракторов и агрегируемых с ними орудий на повышенных скоростях сопровождается интенсивными колебаниями, возникающими в основном из-за воздействия неровностей поля.

Изучению влияния неровностей на ход почвообрабатывающих орудий в последнее время стали уделять должное внимание. Это связано с конструированием и внедрением систем автоматического регулирования.

Для оценки возмущающего действия неровностей полей применялись детерминистические методы, при которых профиль представлялся в виде единичных или периодических неровностей. Такие исследования не могут являться решением задачи о реальном воздействии со стороны неровностей полей на колебательные системы мобильных машин и агрегируемых с ними орудий, так как микропрофиль, а значит и вызываемые им колебания, носят случайный характер, который относится к случайным процессам.

Эти процессы наиболее полно могут быть исследованы методами вероятностно-статистической динамики.

Для изучения влияния неровностей полей на колебательную систему почвообрабатывающих орудий и устойчивость их хода, получения коэффициента передаточной, функции орудия и его переходного процесса необходимы определение и проведение анализа таких статистических характеристик, как корреляционные функции и спектральные плотности входных и выходных процессов, взаимно-корреляционных функций этих процессов, коэффициентов корреляционных функций, их дисперсий.

Измерение поверхности поля, дна борозды, глубины обработки в настоящее время очень трудоемкий процесс.

Низкая производительность и большие затраты труда при изменении этих параметров нивелиром и рейкой не позволяют набрать достаточно большой материал для вероятностно-статистических исследований и не позволяют широко использовать его для этих целей.

2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ТРАКТОРОВ

Используя первичные данные определяем:

1). Число эталонных тракторов на 1000 га пашни:

$$n_{\text{эм}} = \sum X_{\text{э}} / F_n, \quad (1.1)$$

где $\sum X_{\text{э}} = \sum X \cdot W_{\text{э}}$ - количество эталонных тракторов,

X - количество физических тракторов,

F_n - площадь пашни,

$W_{\text{э}}$ - коэффициент перевода или часовая эталонная выработка.

$$\sum X_{\text{э}} = \sum X \cdot W_{\text{э}} = X_{\text{ДТ-75}} \cdot W_{\text{э}} + X_{\text{МТЗ-80}} \cdot W_{\text{э}} + X_{\text{МТЗ-82}} \cdot W_{\text{э}} + X_{\text{Т-25}} \cdot W_{\text{э}} + X_{\text{МТЗ-1221}} \cdot W_{\text{э}} =$$

$$= 3 \cdot 1 + 3 \cdot 0,73 + 2 \cdot 0,74 + 2 \cdot 0,45 + 3 \cdot 1,3 = 11,47.$$

$$n_{\text{эм}} = 11,47 / 3,3 = 3,47.$$

2). Площадь пашни, приходящаяся на 1 эталонный трактор:

$$F_{\text{эм}} = F_n / \sum X_{\text{э}} = 3300 / 11,47 = 287,7 \text{ га} \quad (1.2)$$

3). Энерговооруженность труда:

$$\mathcal{E}_H = \sum N_e / \sum n, \quad (1.3)$$

где $\mathcal{E}_H$ - суммарная мощность двигателей тракторов, комбайнов, автомобилей, кВт;

$\sum n$ - общее число рабочих занятых в производстве.

$$\mathcal{E}_H = 3887 / 23 = 169 \text{ кВт/чел.}$$

4). Энергонасыщенность земледелия:

$$\mathcal{E}_F = \sum N_e / F_n = 3887 / 3300 = 1,17 \text{ кВт/га} \quad (1.4)$$

5) Балансовая стоимость тракторов на 1000 га пашни:

$$B_{\text{тп}} = 1000 \cdot \sum B_T / F_n, \quad (1.5)$$

где B_T - суммарная балансовая стоимость тракторов в хозяйстве., руб;

$$B_T = 3120000 \text{ руб.}$$

$$B_{\text{III}} = 1000 \cdot 3120000 / 3300 = 945454,55 \text{ руб/1000га.}$$

6) Балансовая стоимость с/х машин на 1000 га пашни:

$$B_{\text{МП}} = 1000 \sum B_M / F_n, \quad (1.6)$$

где B_M - суммарная балансовая стоимость с/х машин в хозяйстве.

$$B_M = 4537700 \text{ руб.}$$

$$B_{\text{МП}} = 1000 \cdot 4537700 / 3300 = 1375060,6 \text{ руб/1000га.}$$

Рассчитать показатели использования технических возможностей тракторов:

1). Годовая загрузка тракторов (нормо-смен) по маркам:

$$T_{\Gamma} = \sum N_{\text{CM}} / \sum X_i, \quad (1.7)$$

где $\sum N_{\text{CM}}$ - суммарное число нормо-смен, выполняемых трактором данной

марки за год;

$\sum X_i$ - количество тракторов i -й марки в хозяйстве.

Для тракторов МТЗ-80 и К-701:

$$T_{\Gamma} = 58474 / 13 = 4498.$$

2). Суммарный годовой объем механизированных работ выполняемых тракторами одной марки:

$$\Omega_{\text{ЭТ.ГА.}} = N_{\text{CM}} \cdot W_{\text{CM.Э}}, \quad (1.8)$$

$$N_{\text{CM}} = \Omega_{\Phi} / W_{\text{CM}}. \quad (1.9)$$

Где Ω_{Φ} - объем работы,

W_{CM} - сменная норма выработки,

$W_{\text{CMЭ}} = W_{\text{Э}} \cdot T_{\text{CM}}$ - эталонная сменная выработка,

T_{CM} - продолжительность смены, ч.

$$N_{\text{CM}} = 3300 / 42 = 78,6 \text{ норм-смен.}$$

$$\Omega_{\text{ЭТ.ГА.}} = 78,6 \cdot 12,6 = 990,36 \text{ эт.га.}$$

3). Суммарный годовой объем механизированных работ, выполненный всеми тракторами:

$$\sum \Omega_{\text{ЭТ.ГА.}} = \sum N_{\text{ICM}} \cdot W_{\text{ICM.Э}} = 24229 \text{ эт.га.} \quad (1.10)$$

4). Среднесменная выработка на один физический трактор или условий каждой марки:

$$W_{CM,\Phi} = \sum \Omega_{ЭТ.ГА} / \sum N_{CM} \quad \text{и} \quad W_{CM,\Xi} = \sum \Omega_{ЭТ.ГА} / N_{CM} \cdot W_{\Xi} \quad (1.11)$$

$$W_{CM,\Phi} = 24229 / 78,6 = 308,3 \text{ усл.эт.га,}$$

$$W_{CM,\Xi} = 24229 / 78,6 \cdot 1,8 = 554,7 \text{ усл.эт.га}$$

5). Плотность механизированных работ

$$П_{MP} = \sum \Omega_{ЭТ.ГА} / F_n = 24229 / 3300 = 7,3, \quad (1.12)$$

где $\sum \Omega_{ЭТ.ГА}$ - суммарный объем работы, выполненной тракторами за год,

$$П_{MP} = 24229 / 3300 = 7,3.$$

6). Выработка на физический трактор данной марки за год:

$$W_{ГОД,\Phi} = \sum \Omega_{ЭТ.ГА} / \sum X_{\Xi} = 24229 / 13 = 1863,8 \text{ усл.эт.га.} \quad (1.13)$$

7). Выработка на эталонный трактор (средняя по хозяйству):

$$\cdot W_{ГОД,\Xi} = \sum \Omega_{ЭТ.ГА} / \sum X_{\Xi} = 24229 / 14,6 = 1694,3 \text{ усл.эт.га.} \quad (1.14)$$

8). Коэффициент сменности

$$\cdot K_{CM} = \sum N_{CM} / \sum D_p, \quad (1.15)$$

где $\sum D_p$ - суммарное количество трактора-дней, отработанных в хозяйстве за год.

$$K_{CM} = 5847 / 3946 = 1,48$$

9). Коэффициент использования тракторов данной марки:

$$\cdot K_H = \sum X \cdot D_p \cdot K_{CM} / \sum X \cdot D_{инв.} \cdot K_{CM,H} \quad (1.16)$$

Где $D_{pi}, D_{инв}$ - число рабочих и инвентарных дней за год по маркам тракторов,

$K_{CMi}, K_{CM,H}$ - действительный и нормативный коэффициенты сменности.

$$K_H = 13 \cdot 253 \cdot 1,48 / 13 \cdot 240 \cdot 1 = 1,5$$

10). Коэффициент готовности:

$$K_{\Gamma} = \frac{\sum X_i \cdot D_{инв.i} - \sum X_i \cdot D_{ТО.i}}{\sum X_i \cdot D_{инв.i}} = \frac{13 \cdot 253 - 13 \cdot 4}{13 \cdot 253} = 0,98. \quad (1.17)$$

11). Коэффициент использования тракторов:

$$K_{\text{И}} = T_{\text{дн}} / T_{\text{дн.ин}}$$

где $T_{\text{дн}}$ - количество отработанных трактородней,

$T_{\text{дн.ин}}$ - среднегодовое количество инвентарных трактородней.

$$T_{\text{дн.ин}} = 365 \cdot n_{\text{ТР}}, (n_{\text{ТР}} - \text{количество тракторов}).$$

$$T_{\text{дн.ин}} = 365 \cdot 13 = 4745.$$

$$K_{\text{И}} = 3946 / 4745 = 0,83$$

РАЗДЕЛ 2

Разработка технологии производства продукции растениеводства

Сводный план механизированных работ, составленный на марки тракторов К-701 и МТЗ-80, включает в себя 70 наименований технологических процессов записанных в хронологической последовательности их выполнения

Наименование работ записывается в хронологическом порядке их выполнения, согласно технологии возделывания и уборки. Начало работ и продолжительность их выполнения берем из методического указания. Физический объем работ устанавливается на основе технологической карты, а дневной объем работ делением общего объема работ на продолжительность их выполнения. Марки сцепок и с/х машин выбираются для данной марки трактора из справочника. Продолжительность рабочего дня принимается в зависимости от местных условий, времени года и напряженности периода выполнения работы.

1) Расход топлива на единицу работы:

$$\theta = N_e \cdot g_e \cdot \eta_e / W_q, \quad (2.1)$$

где N_e - эффективная мощность двигателя, кВт

g_e - удельный расход топлива,

$\eta_e = 0,85 \div 0,9$ - на полевых работах

$\eta_e = 0,5 \div 0,6$ - на транспортных работах

η_e - коэффициент использования мощности двигателя,

W_q - норма выработки за 1 час сменного времени.

2) Коэффициент сменности равно:

$$K_{см} = \frac{T_{\partial}}{T_{см}}, \quad (2.2)$$

где T_{∂} - дневная продолжительность времени;

При снегозадержании для трактора К-701: $K_{см} = \frac{7}{1} = 7$.

3) Дневная производительность определяется:

$$W_{\partial} = W_{CM} \cdot K_{CM}, \quad (2.3)$$

где W_{CM} - сменная производительность, из гр.13 сводного плана.

При снегозадержании для трактора К-701: $W_{\partial} = 72 \cdot 1 = 72$.

4) Число трактора - дней определяется:

$$T_{\text{дн}} = D \cdot n_{\text{тр}}, \quad (2.4)$$

где D - продолжительность работ;

$n_{\text{тр}}$ - количество тракторов необходимое для данной операции.

При снегозадержании для трактора К-701: $T_{\text{дн}} = 30 \cdot 1,5 = 45$.

5) Число нормо-смен на выполнение заданной работы

$$N_{CM} = U_{\phi} / W_{CM}, \quad (2.5)$$

где U_{ϕ} - объем работ на агрегате, из гр.6 сводного плана;

При снегозадержании для трактора К-701: $N_{CM} = 3300 / 72 = 45$.

3) Потребное количество агрегатов

$$n_a = U_{\phi} / D_p W_{CM} K_{CM}, \quad (2.6)$$

K_{CM} - коэффициент сменности; из гр.12 сводного плана;

D_p - продолжительность работ, из гр.5 сводного плана;

При снегозадержании для трактора К-701: $n_a = 3300 / 30 \cdot 72 \cdot 1 = 1,5$

4) Потребное количество людей по работам

$$\sum m = n_a \cdot K_{CM} \cdot m, \quad (2.7)$$

$$\sum n = n_a \cdot K_{CM} \cdot n. \quad (2.8)$$

m, n - число механизаторов и вспомогательных рабочих обслуживающих агрегат.

При снегозадержании для трактора К-701 потребное количество людей будет равно: $\sum m = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1$.

$$\sum n = 1 \cdot 1 \cdot 2 = 2.$$

5) Расход топлива на весь объем работ:

$$Q = \Theta \cdot U_{\phi} . \quad (2.9)$$

Θ - удельный расход берут из гр.21 сводного плана;

При снегозадержании для трактора К-701:

$$Q = 3,6 \cdot 3300 = 11880 \text{ л.}$$

б) Затраты труда следует определять по каждой операции отдельно:

$$\text{Механизаторов: } Z_M = T_{CM} \cdot N_{CM} \cdot m = 1 \cdot 9 \cdot 1 = 9 \text{ чел.} \quad (2.10)$$

$$\text{Вспомогательных рабочих: } Z_B = T_{CM} \cdot N_{CM} \cdot n = 1 \cdot 9 \cdot 2 = 18 \text{ чел.} \quad (2.11)$$

В итоговой строке таблицы должны быть определены: суммарное количество требуемых машино-смен, общий расход топлива и объем тракторных работ в усл.эт.га.

Сводный план составляется для построения графика машиноиспользования.

РАЗДЕЛ 3

Обоснование состава и структуры МТП

.

Существует 4 метода расчета состава МТП:

- расчет оптимального состава МТП с использованием ЭВМ;
- нормативный метод расчета состава МТП;
- экспресс метод по наиболее напряженному периоду их применения;
- графический метод, основанный на построении графиков и загрузки тракторов или графиков машиноиспользования.

Нормативный метод.

3.1 Количество тракторов и сельскохозяйственных машин по этому методу определяют из выражения:

$$X_{\phi} = X_H \cdot K_n = X_n \cdot K_{нк} \cdot K_c \cdot K_y \cdot K_e, \quad (3.1)$$

где, X_n - потребность в тракторах и машинах, определенная по нормативам для средних условий;

K_n - сводный поправочный коэффициент;

K_{ny} - поправка на природные условия;

K_c - поправка на структуру посевных площадей;

K_y - поправка на урожайность и нормы внесения удобрения;

K_e - поправка на время использования машин в сутки.

$$X_n = X_{нб} \cdot F_n / 1000, \quad (3.2)$$

где, $X_{нб}$ - норматив потребности для хозяйства со средним условиям для тракторов, машин общего назначения для обработки почвы, для внесения удобрений на 1000 га пашни, а для специальных машин на 1000 га посева, посадки или убираемой культуры.

F_n - соответствующая площадь пашни или посева сельскохозяйственных культур, га.

Недостающее количество тракторов определяют как разность между рассчитанной по нормативам потребностью в тракторах данного класса и фактическим наличием их в хозяйстве

Соотношение в % должно быть таким: тракторы общего назначения около 40 %, универсально - пропашные 50 - 55 % и специальные и малого класса 5 - 10 % от общего количества тракторов.

При определении количества автомобилей, при нормативе 10 автомобилей на 1000 га пашни. Автомобили распределяют так (в %): грузоподъемностью 2...5 т - 50%, повышенной - 30% и 20% - остальные.

Количество зерноуборочных комбайнов по нормативам ВИМа составляет 8 шт. на 1000 га посевов. Распределяют их по маркам следующим образом: комбайны с пропускной способностью 5...6 кг/с около 50%, 6...8 кг/с около 30% и 10...12 кг/с около 20% от общей количества комбайнов.

Нормативы потребности в СХМ даются применительно к определенному типу машин. Если отсутствует те или иные нормативы, то количество СХМ из выражения:

$$n_{схм} = Q / W_{год} , \quad (3.3)$$

где, Q - объем работ, га;

$W_{год}$ - годовая выработка одной машины, га.

$$W_{год} = W_{ч} \cdot T_{год} , \quad (3.4)$$

где, $W_{год}$ - часовая производительность трактора, га/час;

$T_{год}$ - годовая загрузка трактора, час.

Нормативный метод наиболее применим для расчета потребности в технике для хозяйства в целом и его подразделений с площадью пашни не менее 800 га.

3.2 Экспресс - методом расчета потребности в тракторах и автомобилях (по наиболее напряженному периоду работы)

Потребность в тракторах и автомобилях рассчитывают потребители указанных технических средств на основе объемов выполняемых механизированных работ. Расчет потребности в тракторах ведут отдельно для универсально - пропашных и общего назначения.

В связи с тем, что тракторы применяют при возделывании и уборке нескольких культур, сроки, проведении которых совпадают, потребность в них определяется по напряженному периоду.

Для тракторов общего назначения напряженным является период осенней вспашки и сопутствующих работ.

Расчетная потребность (n_p) в тракторах на всех видах работ определяется делением объема работ в напряженный период Q_1 на выработку одного машинотракторного агрегата за напряженный период $W_{н.п.}$:

$$n_p = Q_1 / W_{н.п.} \quad (3.5)$$

Выработку за напряженный период $W_{н.п.}$ получают умножением дневной выработки $W_д$ на продолжительность напряженного периода (дней).

Сменную выработку на машинотракторный агрегат берут из установленных норм или рекомендуемых для хозяйства типовых норм выработки на механизированные работы.

Сменную производительность (выработку) машинотракторных агрегатов на которых нет норм выработки, рассчитывают по формуле:

$$W_{CM} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_{CM} \cdot \tau_{CM}, \quad (3.6)$$

где, B_p - рабочая ширина захвата машины, м;

V_p - рабочая скорость, км/ч;

T_{CM} - продолжительность смены, час;

τ_{CM} - коэффициент использования времени смены.

Ширина захвата и рабочую скорость машины берут из каталога СХТ.

Сводную потребность в тракторах по каждому типу получают путем суммированием.

3.3 Графоаналитический метод расчета количества тракторов и СХМ.

На основании технологических карт по возделыванию с/х культур и других сопутствующих работ составляется сводный план механизированных работ по хозяйству на определенный период года.

Работы запишем в хронометрическом порядке из технологических карт.

Необходимо в строгом соответствии с агросроками занести все работы из технологических карт. Сводный план механизированных работ является основой для построения графиков машиноиспользования (загрузки) тракторов.

Если совпадают наименования работ, агросроки их выполнения, состава агрегатов, нормы выработки и расходы топлива, то заносится один раз в место одинаковых в технологических картах, а объем работ суммируется.

Интегральные кривые строятся как суммарная наработка в усл.эт.га или суммарный расход топлива по всем видам работ в среднем на один эксплуатационный трактор.

3.4 Построение графиков машиноиспользования и интегральных кривых расхода топлива.

С помощью технологических карт возделывания с/х культур, возможно, установить максимально необходимое количество тракторов для выполнения запланированных в хозяйстве работ.

Цель построения графиков машиноиспользования – выявить максимальную потребность в тракторах каждой марки в напряженные периоды с/х работ, путем корректировки графиков установить их максимально необходимое количество, которое позволит выполнить работу в срок.

Потребное количество тракторов для выполнения каждой с/х операции:

$$n_{mp} = Q / (D_p \cdot W_{сут}), \quad (3.7)$$

где Q - объем работ в физических гектарах;

D_p - число рабочих дней в пределах агросрока;

$W_{сут}$ - суточная производительность агрегата..

Например для задержки талых вод: $n_{mp} = 1155 / (4 \cdot 144) = 2$.

После построения графиков машиноиспользования, они будут иметь периоды с максимальной загрузкой и минимальной загрузкой. Чтобы снизить максимальное количество потребных тракторов до минимального, необходимо произвести корректировку.

1 способ корректировки - изменение выполнения отдельных работ в пределах оптимальных, установленных агротребованиями;

2 способ корректировки - уменьшением количества дней работы агрегата за счет увеличения продолжительности рабочего дня;

3 способ корректировки - частичное перераспределение объема работ между тракторами различных марок, передачи части работ на самоходные машины, автотранспорт.

После корректировки графиков неизбежны, остаются, хотя в меньшей мере пиковые нагрузки, которые и определяют потребное количество эксплуатационных тракторов по маркам, непосредственно занятых на выполнение работ.

После построения графика машиноиспользования, трактор каждой марки проверяется на загруженность по формуле:

$$W_{\phi} = \frac{\sum W_{\text{ус.эт.га}}}{n_{\text{тр}}}, \quad (3.8)$$

$W_{\text{ус.эт.га}}$ - выработка в усл. эт. га;

$n_{\text{тр}}$ - количество тракторов.

Для трактора К-701: $W_{\phi} = \frac{13372}{4} = 3343$ усл. эт. га., т.е. трактор загружен на 95%.

Для трактора МТЗ-80: $W_{\phi} = \frac{8956}{10} = 895,6$ усл. эт. га, т.е. трактор загружен на 93%.

Действительное необходимое количество тракторов определяется:

$$n_{\text{нуж.}} = n_{\text{эспл}} / K_{\text{И}}, \quad (3.9)$$

где, K_{II} – коэффициент использования тракторов, учитывающий простои в ремонте и плановых ТО, при расчете принимается в пределах 0,85...0,92.

Для трактора К-701: $n_{инв.} = 3,8 / 0,9 = 4,2$.

Для трактора МТЗ-80: $n_{инв.} = 10 / 0,9 = 11,1$

Для определения расхода топлива по периодам работ, расчета вместимости нефтехранилищ, планирование ТО и ремонтов, технической эксплуатации машин на графиках машиноиспользования строят интегральные кривые суммарного расхода топлива и наработки тракторов.

Для построения интегральных кривых с правой стороны графика по оси ординат в выбранном масштабе наносим шкалу расхода топлива и шкалу суммарной наработки тракторов данной марки за период с/х работ.

В результате построения на графике получаются две ломаные линии, верхние точки которых дают расход топлива в килограммах и наработку в усл.эт. га на один эксплуатационный трактор за планируемый период с/х работ.

РАЗДЕЛ 4

Расчет и планирование технического сервиса

При планировании технического сервиса выполняют следующие работы:

- выбирают метод технического сервиса;
- составляют график проведения ТО и диагностики;
- разрабатывают мероприятия по повышению уровня ТЭТ;

4.1 Выбор метода комплексного ТО

Для выбора метода комплексного ТО необходимы следующие данные: количество тракторов и марки тракторов (физ.ед.).

Используя данные таблиц, обосновывается тип планировки ремонтно-обслуживающей базы и примерное количество средств ТО МТП. Далее на основании полученных данных определяют какой метод комплексного ТО: по способу передвижения машин при ТО, по методу выполнения ТО, по выполняемому ТО специалистами, по выполняемой ТО организацией.

Для составления графика проведения ТО и диагностики необходимы:

- расход топлива по месяцам в возрастающем порядке для каждого трактора;
- расход топлива от начала эксплуатации или от последнего КР для каждого трактора;
- нормы расходов топлива до ТО-1, 2, 3, ТР и КР. Периодичности проведения функциональной, структурной и ресурсной диагностики.

Используя исходные данные для каждого трактора, строят интегральные кривые расхода топлива за год. По оси абсцисс наносят шкалу времени, а по оси ординат – шкалу расхода топлива в литрах от 0 до КР и шкалу чередования видов обслуживания и ремонтов в соответствии с установленной для данной марки трактора периодичностью. Окончательные результаты по расчетам количества технических обслуживаний, ремонтов и диагностирования по видам сводятся в таблицу 4.1.

Таблица 4.1

Количество плановых технических обслуживаний и ремонтов.

Марка трактора	Количество тракторов	Количество ТО и ремонтов						Количество диагностики		
					ТО	Р	Р	Функционально	структурно	Ресурсной
МТЗ-80	10	5	5		0			20	107	6
К-701	4	8						8	4	-

4.2 Расчет трудоемкости технических обслуживаний тракторов и сельхозмашин.

Общая трудоемкость технических обслуживаний МТП (кроме автомобилей и зерно-кормоуборочных и других комбайнов) в планируемый год определяется:

$$\Sigma H = \Sigma H_T + \Sigma H_{СХМ} + \Sigma H_H, \quad (4.1)$$

где $\Sigma H_T, \Sigma H_{СХМ}$ - суммарная трудоемкость технического обслуживания тракторов и с/х машин;

ΣH_H - суммарная для тракторов и с/х машин трудоемкость устранения неисправностей и на хранение.

Трудоемкость технических обслуживаний тракторов определяют по каждой марке в отдельности:

$$\Sigma H_T = h_{ТО-1} \cdot n_{ТО-1} + h_{ТО-2} \cdot n_{ТО-2} + h_{ТО-3} \cdot n_{ТО-3} + h_{СТО} \cdot n_{СТО}, \quad (4.2)$$

где $h_{ТО-1}, h_{ТО-2}, h_{ТО-3}, h_{СТО}$ - трудоемкость одного ТО-1, ТО-2, ТО-3 и сезонных технических обслуживаний;

$n_{TO-1}, n_{TO-2}, n_{TO-3}, n_{СТО}$ - количество соответственно ТО-1, ТО-2, ТО-3

и сезонных технических обслуживаний.

Для трактора К-701:

$$: h_{TO-1} = 2,2 \text{ чел.ч}, h_{TO-2} = 11,6 \text{ чел.ч}, h_{TO-3} = 19,8 \text{ чел.ч}, h_{СТО} = 25 \text{ чел.ч.}$$

Для трактора МТЗ-80:

$$: h_{TO-1} = 3,2 \text{ чел.ч}, h_{TO-2} = 8,3 \text{ чел.ч}, h_{TO-3} = 19,6 \text{ чел.ч}, h_{СТО} = 10 \text{ чел.ч.}$$

Для трактора К-701:

$$\cdot \sum H_T = 2,2 * 18 + 1,6 * 5 + 25,2 * 1 + 25 * 8 = 322,8 \text{ чел.ч.}$$

Для трактора МТЗ-80:

$$\sum H_T = 3,2 * 85 + 8,3 * 15 + 19,8 * 7 + 10 * 20 = 735,1 \text{ чел.ч.}$$

Трудоемкость ТО парка с/х машин, агрегатируется с тракторами принимают в размере 35...45%, а трудоемкость устранения неисправностей тракторов и с/х машин 25...35% от общей трудоемкости.

$$\sum H_{СХМ} = (0,35 \dots 0,45) \sum H_T . \quad (4.3)$$

$$\sum H_H = (0,25 \dots 0,35) \sum H_T . \quad (4.4)$$

Для трактора К-701:

$$\sum H_{СХМ} = 0,4 * 322,8 = 129,12 \text{ чел.ч};$$

$$\sum H_H = 0,3 * 322,8 = 96,84 \text{ чел.ч.}$$

Для трактора МТЗ-80:

$$\sum H_{СХМ} = 0,4 * 735,1 = 294,04 \text{ чел.ч};$$

$$\sum H_H = 0,3 * 735,1 = 220,53 \text{ чел.ч.}$$

Для тракторов К-701 и МТЗ-80:

$$\sum H_{K-701} = 322,8 + 129,12 + 96,84 = 584,76 \text{ чел.ч.}$$

$$\sum H_{MTZ-80} = 735,1 + 294,04 + 220,53 = 1249,67 \text{ чел.ч.}$$

4.3 Расчет численности мастеров - наладчиков.

Среднегодовая численность мастеров-наладчиков для ТО тракторов и с/х машин находят:

$$\eta_{M-H} = \frac{\sum H}{\Phi_{M-H}}, \quad (4.5)$$

где, Φ_{M-H} - годовой фонд рабочего времени одного мастера-наладчика, ч.

$$\Phi_{M-H} = D_p \cdot T_p \cdot \tau_{cm} \cdot \delta, \quad (4.6)$$

где, D_p - количество рабочих дней в году;

T_p - продолжительность рабочего дня, ч;

τ_{cm} - коэффициент использования времени смены (0,7);

δ - коэффициент участия мастера-наладчика (0,5);

Количество рабочих дней:

$$D_p = D_K - D_B - D_{II} - D_O, \quad (4.7)$$

где D_K, D_B, D_{II}, D_O - соответственно количество календарных, выходных, праздничных и отпускных дней в году.

$$D_p = 365 - 44 - 38 - 30 = 253 \text{ дней.}$$

$$\Phi_{M-H} = 253 \cdot 7 \cdot 0,7 \cdot 0,5 = 619,85 \text{ ч.}$$

Для трактора К-701:

$$\eta_{M-H} = 584,76 / 619,85 = 0,9.$$

Для трактора МТЗ-80:

$$\eta_{M-H} = 1249,67 / 619,85 = 2.$$

Потребность в мастерах-наладчиках для обслуживания тракторов и с/х машин в напряженный период находят аналогичным образом, с той лишь разницей, что общая трудоемкость и фонд рабочего времени определяют для напряженного времени. Напряженный период определяют по наибольшему расходу топлива по интегральной кривой или по плану ТО и ремонтов по месяцам.

4.4 Расчет средств технического обслуживания.

Для организации технического обслуживания в полевых условиях предназначены передвижные агрегаты технического обслуживания, смонтированные на шасси автомобиля - АТО-А, на тракторном прицепе - АТО-П и на самоходном тракторном шасси - АТО-С.

Потребность в передвижных агрегатах технического обслуживания рассчитывают для напряженного периода по формуле:

$$n_{ATO} = \frac{\sum T_{TO} + \sum T_s}{T_{ATO}}, \quad (4.8)$$

где $\sum T_{TO}$ - время, затрачиваемое на проведение обслуживаний с участием агрегата технического обслуживания, ч;

T_{ATO} - время, которое может быть отработано одним агрегатом технического обслуживания, ч.

$\sum T_s$ - время, затрачиваемое на переезды агрегаты технического обслуживания, ч.

Агрегаты технического обслуживания используют при проведении ТО-1, ТО-2 в полевых условиях, поэтому

$$\sum T_{TO} = \sum t_{iTO-1} \cdot n_{iTO-1} + \sum t_{iTO-2} n_{iTO-2}, \quad (4.9)$$

где t_{iTO-1}, t_{iTO-2} – продолжительность ТО-1, ТО-2, ч.

i - количество марок трактора.

$$\begin{aligned} \sum T_{TO} &= (t_{TO-1(K-701)} \cdot n_{TO-1(K-701)} + t_{TO-1(MT3-80)} \cdot n_{TO-1(MT3-80)}) + (t_{TO-2(K-701)} \cdot n_{TO-2(K-701)} + \\ &+ t_{TO-2(MT3-80)} \cdot n_{TO-2(MT3-80)}) = (0,9 \cdot 18 + 1,3 \cdot 85) + (5 \cdot 5,3 + 15 \cdot 3,4) = 204,2 \text{ ч.} \end{aligned}$$

Время, затрачиваемое на переезды из расчета средних расстояний (S) между пунктом технического обслуживания и тракторами, а так же среднетехнической скорости движения (v_T) агрегата технического обслуживания, определяют по формуле:

$$\sum T_s = \frac{S}{v_T} = \frac{20}{30} = 0,6 \text{ ч.} \quad (4.10)$$

Для расчета можно принять АТО, смонтированных на шасси автомобилей $v_T = 30$ км/ч, на прицепах - $v_T = 10$ км/ч.

Время T_{ATO} , которое может быть отработано АТО за расчетный период находят:

$$T_{ATO} = D_p \cdot T_p \cdot \tau_{см}, \quad (4.11)$$

где D_p - число рабочих дней за расчетный период;

T_p – продолжительность смены, ч.

$$T_{ATO} = 365 \cdot 7 \cdot 0,95 = 2427,25 \text{ ч.}$$

$$n_{ATO} = \frac{204,2 + 0,6}{2427,25} = 0,08 \approx 1.$$

В качестве передвижных средств заправки используют агрегаты двух типов: АТМЗ - агрегат топливомаслозаправочный на шасси автомобиля и ПТМЗ - на шасси тракторного прицепа.

Количество механизированных заправочных агрегатов ($\eta_{мв}$) определяют из выражения:

$$\eta_{мв} = \frac{Q_c}{V_{мз} \cdot \alpha \cdot T_p \cdot \rho}, \quad (4.12)$$

где Q_c – максимальный суточный расход топлива, кг;

$V_{мз}$ – вместимость резервуара заправщика, кг;

α – коэффициент использования вместимости заправщика ($\alpha = 0,94 \dots 0,97$);

T_p – количество рейсов заправщика в течение суток;

ρ - плотность топлива.

$$\eta_{мв} = \frac{1500}{2500 \cdot 0,95 \cdot 1 \cdot 0,83} = 0,76 \approx 1$$

Максимально суточный расход топлива (Q_c) находят путем деления топлива, израсходованного в напряжении период на продолжительность напряженного периода, емкость заправщика - из технических характеристик, количества рейсов (η_p) из использований заправщика:

$$\eta_p = \frac{T_{см} - T_{из}}{T_{об}}, \quad (4.13)$$

где $T_{см}$ – продолжительность смены, ч;

$T_{ПЗ}$ – подготовительно- заключительное время, ч; $T_{ПЗ} = 0,7 \dots 0,8$.

$T_{ОБ}$ – время оборота заправщика, ч.

Время оборота заправщика:

$$T_{ОБ} = t_H + t_3 + t_T + t_{П}, \quad (4.14)$$

где $t_H, t_3, t_T, t_{П}$ - время соответственно наполнения емкостей заправщика, движения с топливом и движения порожняком, ч.

Время наполнения емкостей заправщика составляет $t_H = 0,5 \dots 0,6$ ч., выдача дизтоплива $0,9 \dots 1$ ч., остальных нефтепродуктов $0,7 \dots 1$ ч., т. е. $t_3 = 1,6 \dots 2,0$ ч.

Время движения:

$$t_T + t_{П} = \frac{\sum S}{v_T}, \quad (4.15)$$

где $\sum S$ – общий пробег заправщика за смену, км;

v_T - техническая скорость заправщика, км/ч (для АТМЗ - $30 \dots 35$, для ПТМЗ - $10 \dots 15$ км/ч).

$$t_T + t_{П} = \frac{60}{30} = 2 \text{ ч.}$$

$$T_{ОБ} = 0,5 + 1,7 + 2 = 4,2 \text{ ч.}$$

$$\eta_p = \frac{7 - 0,8}{4,2} = 1,5.$$

4.5 Расчет потребности в топливо - смазочных материалах и емкостях для их хранения.

Потребление топливно-смазочных материалов находится в прямой зависимости от объема механизированных работ. Для работы тракторного парка общая потребность в дизельном топливе находят как сумму расходов топлива тракторами каждой марки Q_i , т. е.

$$Q = \sum Q_i = Q_{K-701} + Q_{МТЗ-80} = 116832,5 + 116874,75 = 233707,25 \text{ кг.} \quad (4.16)$$

Определение оптимальных объемов доставки (оптимальная грузоподъемность автоцистерны) определяется по минимуму затрат на доставку и хранения нефтепродуктов:

$$V_{a.ц.} = \sqrt{Q_{\Gamma} \cdot K_{д.х.р.}}, \quad (4.17)$$

где Q_{Γ} - годовая потребность дизельного топлива или бензина, т.;

$K_{д.х.р.}$ - коэффициент затрат на доставку и хранения нефтепродуктов, для дизельного топлива $(0,026+0,013 R_{д})$, для бензина $(0,02+0,01 R_{д})$, $R_{д}$ - расстояние доставки, км. ($R_{д}=60$ км)

$$V_{a.ц.} = \sqrt{233,7 \cdot 0,806} = 13,7 \text{ т.}$$

Оптимальная частота и периодичность доставки нефтепродуктов определяется из выражения:

$$N_{ц} = \frac{Q_{\Gamma}}{V_{ф.ц.}} = \frac{233,7}{13,7} = 17,05. \quad (4.18)$$

$$t_{ц} = \frac{T}{N_{ц}}, \quad (4.19)$$

где T - длительность расчетного периода, дни.

$$t_{ц} = \frac{365}{17,05} = 21,4.$$

Определение страхового запаса топлива.

Известны три модели управления страховым запасом топлива: модель с постоянным объемом доставки при оперативном контроле за уровнем топлива в резервуарах (в напряженные периоды использования подвижного состава МТП); модель с постоянным объемом доставки при периодическом контроле за уровнем топлива в резервуарах (в напряженные периоды использования подвижного состава МТП); модель с переменным объемом доставки при периодическом контроле за уровнем топлива в резервуарах (в напряженные периоды использования подвижного состава МТП).

Выбираем расчет страхового запаса нефтепродуктов для модели с переменным объемом доставки при периодическом контроле за уровнем топлива в резервуарах определяется из выражения:

$$S_3 = (\lambda_G - 1) \cdot G \cdot (t_d + t_u)^\gamma. \quad (4.20)$$

где λ_G - коэффициент неравномерности суточного расхода нефтепродуктов;

G - среднесуточный расход топлива, т.;

t_d - время задержки доставки нефтепродуктов, дни;

γ - эмпирический показатель степени.

t_u - периодичность контроля уровня запаса нефтепродуктов, дни.

$$S_3 = (4 - 1) \cdot 0,64 \cdot (2 + 2)^1 = 7,68 \text{ т.}$$

Определение максимального запаса нефтепродуктов.

- максимальный запас топлива для модели с переменным объемом доставки при периодическом контроле за уровнем определяется по формуле:

$$V_{\max} = S_3 + G \cdot (t_d + t_u) = 7,68 + 0,64 \cdot (2 + 2) = 10,24. \quad (4.21)$$

Определение требуемую вместимость резервуара парка

Требуемая вместимость резервуарного парка определяется по формуле:

$$V = \frac{V_{\max}}{\rho \cdot f}, \quad (4.22)$$

где ρ - плотность нефтепродукта (дизельного топлива $0,83 \text{ т/м}^3$, бензин $0,76 \text{ т/м}^3$);

f - коэффициент заполнения резервуара (0,95-0,98).

$$V = \frac{10,24}{0,83 \cdot 0,95} = 12,98 \text{ м}^3.$$

Общая вместимость резервуарного парка определяется как сумма требуемых вместимостей резервуаров для хранения дизельного топлива и бензина.

С учетом полученной общей вместимости резервуарного парка выбирается проект нефтехозяйства из числа известных 40, 80, 150, 300, 600, 1200 м^3 .

По результатам расчетов из типового ряда резервуаров емкостью 3, 5, 10, 25, 75, 100 м³ и бочек емкостью 0,2; 0,25; 0,3 м³ выбираем резервуары емкостями V=10 м³, V=3 м³.

4.6 Расчет сектора хранения и состава звена по хранению машин.

Расчет сектора хранения сводится к определению общей площади (F_o) сектора хранения:

$$F_o = F_1 + F_2 + F_3, \quad (4.23)$$

где F_1, F_2, F_3 - площадь площадок для хранения машин, проездов между площадками и полосы озеленения, м².

Площадь открытых площадок:

$$F_1 = \sum F_i, \quad (4.24)$$

где F_i - площадь единичной площади, м².

Площадь единичной площади зависит от количества машин и их габаритных размеров:

$$F_i = l_{\Pi} \cdot B_{\Pi}, \quad (4.25)$$

где l_{Π}, B_{Π} - соответственно длина и ширина единичной площади, м.

Длину и ширину площадки для однотипных машин (единичной площадки) находят:

$$l_{\Pi} = B_m \cdot n_m + a(n_m + 1) \bar{\alpha}, \quad (4.26)$$

$$B_{\Pi} = l_m + 2a^1, \quad (4.27)$$

где B_m - ширина машины, м;

n_m - количество машин, шт;

a - расстояние между машинами в ряду и между крайними машинами и краями площадки по ее длине, м ($a=0,7 \dots 1,0$);

α - коэффициент, учитывающий резервную длину площадки ($\alpha=1,05 \dots 1,10$);

l_m - длина машины, м;

a^1 - расстояние между машиной и краями площадки по ее ширине ($a^1 = 0,5$ м).

$$l_{\Pi(MT3-80)} = (1,97 \cdot 10 + 0,7(10+1))1,1 = 30,14 \text{ м}, \quad B_{\Pi(MT3-80)} = 3,93 + 2 \cdot 0,5 = 4,93 \text{ м}.$$

$$l_{\Pi(K-701)} = (2,88 \cdot 4 + 0,7(4+1))1,1 = 16,5 \text{ м}, \quad B_{\Pi(K-701)} = 7,4 + 2 \cdot 0,5 = 8,4 \text{ м}.$$

$$F_{MT3-80} = 30,14 \cdot 4,93 = 197,9 \text{ м}^2, \quad F_{K-701} = 16,5 \cdot 8,4 = 138,6 \text{ м}^2.$$

$$F_1 = F_{MT3-80} + F_{K-701} = 197,9 + 138,6 = 336,5 \text{ м}^2.$$

Общая площадь проездов складывается из площадей единичных проектов, т.е.

$$F_2 = \sum F_2^i, \quad (4.28)$$

Площадь единичных проездов зависит от ширины и длины проезда. Ширину проезда между рядами машин можно приближенно определить по формуле:

$$B_{\Pi} = l_{TP} + l_{CXM} + r_o + \frac{B_a}{2}, \quad (4.29)$$

где l_{TP}, l_{CXM} - длина трактора и машины, м;

r_o - радиус поворота агрегата, м;

B_a - ширина агрегата, м.

$$B_{\Pi} = 7,4 + 8 + 15 + \frac{5}{2} = 32 \text{ м}.$$

Длину проезда, расположенного поперек площадок хранения находят:

$$l_{\Pi\Pi}^1 = \sum B_{\Pi} \cdot n_{\Pi\Pi} + B_{\Pi\Pi} \cdot n_{\Pi}, \quad (4.30)$$

где $B_{\Pi}, B_{\Pi\Pi}$ - ширина площадки и продольного проезда, м;

$n_{\Pi}, n_{\Pi\Pi}$ - количество площадок и проездов одинаковой ширины, шт.

$$l_{\Pi\Pi}^1 = 32 \cdot 2 + 14 \cdot 1 = 78 \text{ м}.$$

Длина проезда, расположенного вдоль площадки хранения машин будет:

$$l_{\Pi\Pi}^{11} = l_{\Pi} \cdot n_{\Pi}^1, \quad (4.31)$$

где n_{Π}^1 - количество площадок в ряду

$$l_{\Pi\Pi}^{11} = 46,64 \cdot 2 = 93,28 \text{ м}.$$

$$F_2 = 32 \cdot 78 = 2496 \text{ м}^2.$$

Площадь озеленения для сектора хранения, имеющую форму квадрата или прямоугольника, определяют:

$$F_3 = 2\lambda_{CX} \cdot B_{O3} + 2(C_{CX} - 2B_{O3})B_{O3}, \quad (4.32)$$

где λ_{CX}, C_{CX} - соответственно длина и ширина сектора хранения по периметру, м;

B_{O3} - ширина полосы озеленения, м ($B_{O3}=3 \dots 4$ м).

$$F_3 = 2 \cdot 46,64 \cdot 3 + 2(13,33 - 2 \cdot 3)3 = 137,26 \text{ м}^2.$$

$$F_0 = 336,5 + 2496 + 137,26 = 2969,76 \text{ м}^2.$$

Численность звена n_3 для выполнения работ по хранению машин находят:

$$m_3 = \frac{\sum H_{XP}^i}{\Phi} \quad (4.33)$$

где i - количество видов (марок) машин;

$\sum H_{XP}^i$ - суммарная трудоемкость работ по хранению, чел.ч.

$$H_{XP}^i = n_M (h_1 + h_2 + h_3), \quad (4.34)$$

где n_M - количество машин одного вида (марки);

h_1, h_2, h_3 - удельная трудоемкость соответственно подготовки машин к хранению, технического обслуживания в период хранения и снятия машин с хранения, чел.ч.

$$H_{XP}^{MT3-80} = 10(12,5 + 2,3 + 11,1) = 466, \text{ чел.ч.}$$

$$H_{XP}^{K-701} = 4(14,3 + 3,2 + 13,7) = 124,8, \text{ чел.ч.}$$

Φ - годовой фонд времени одного работника, ч.

$$\Phi = D_P \cdot T_{CM} \cdot \tau_{CM}, \quad (4.35)$$

где D_P - количество рабочих дней в планируемый период, дн.;

T_{CM} - продолжительность смены, ч/день;

τ_{CM} - коэффициент использования времени смены ($\tau_{CM}=0,94 \dots 0,96$).

$$\Phi = 253 \cdot 7 \cdot 0,95 = 1682,45 \text{ ч.}$$

$$m_3 = \frac{466 + 124,8}{1682,45} = 0,4$$

3 КОНСТРУКТОРСКАЯ РАЗРАБОТКА ПЕРЕДВИЖНОЙ МАСТЕРСКОЙ

3.1 Обоснование и выбор конструкции

Низкая производительность и большие затраты труда при изменении этих параметров нивелиром и рейкой не позволяют набрать достаточно большой материал для вероятностно-статистических исследований и не позволяют широко использовать его для этих целей.

Существующие приборы являются или малопроизводительными, или не дающими раздельного измерения этих величин. Для характеристики равномерности хода почвообрабатывающих орудий по глубине и характеристики их как динамической системы необходимо изучить влияние неровностей поверхности поля и определить истинный профиль дна борозды и изменения глубины обработки.

Раздельное измерение и регистрация этих составляющих связаны с применением комплекта приборов, которые бы синхронно работали при выполнении орудием технологической операции.

Применение электронных пересчетных устройств позволит автоматизировать процесс обработки результатов.

На основе вышесказанного была разработана схема устройства для измерения этих показателей (рис. 1).

Профили дна борозды и поверхности поля определяются с помощью копирующего устройства К и динамических преобразователей Ад и Ап, один из них устанавливается на раме орудия, а другой непосредственно на копире. Реохордный датчик

					ВКР.23.03.03.648.19.00.00.00.00.ПЗ							
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Передвижная мастерская			Лит.	Лист	Листов		
Разработ.	Утеев СН									1	19	
Проверил	КалимуллинМ							КГАУ, каф.ЭиРМ, гр.3461				
Н.контр.	КалимуллинМ											
Утв.	Адигамов НР											

Низкая производительность и большие затраты труда при изменении этих параметров нивелиром и рейкой не позволяют набрать достаточно большой материал для вероятностно-статистических исследований и не позволяют широко использовать его для этих целей.

Существующие приборы являются или малопроизводительными, или не дающими раздельного измерения этих величин. Для характеристики равномерности хода почвообрабатывающих орудий по глубине и .характеристики их как динамической системы необходимо изучить влияние неровностей поверхности поля и определить истинный профиль дна борозды и изменения глубины обработки.

3.2 Устройство мастерской

Все ранее рассмотренные мобильные мастерские не в состоянии завершить весь список необходимого технического обслуживания, диагностики и ремонта сельскохозяйственной техники или являются достаточно дорогими и энергоемкими. В связи с этим в дипломном проекте на базе автомобиля КамАЗ 43114 был разработан мобильный цех, общий вид которого показан на рисунке 3.1.

Список оборудования:

1	Корпус
2	Кран
3	Распределительный щит
4	Аптечка
5	Ацетиленовый баллон
6	Верстак ОРГ-1468-0,1-060А
7	Генератор переменного тока
8	Диван-ящик
9	Емкость
10	Заточной станок
11	КамАЗ-43114
12	Кислородный баллон
13	Лампа люминифоровая

- | | |
|----|----------------------------|
| 14 | Огнетушитель |
| 15 | Сварочный аппарат |
| 16 | Сверлильный станок |
| 17 | Стол |
| 18 | Стул |
| 19 | Тиски настольные |
| 20 | Токарно-винторезный станок |
| 21 | Шкаф |
| 22 | Ящик |

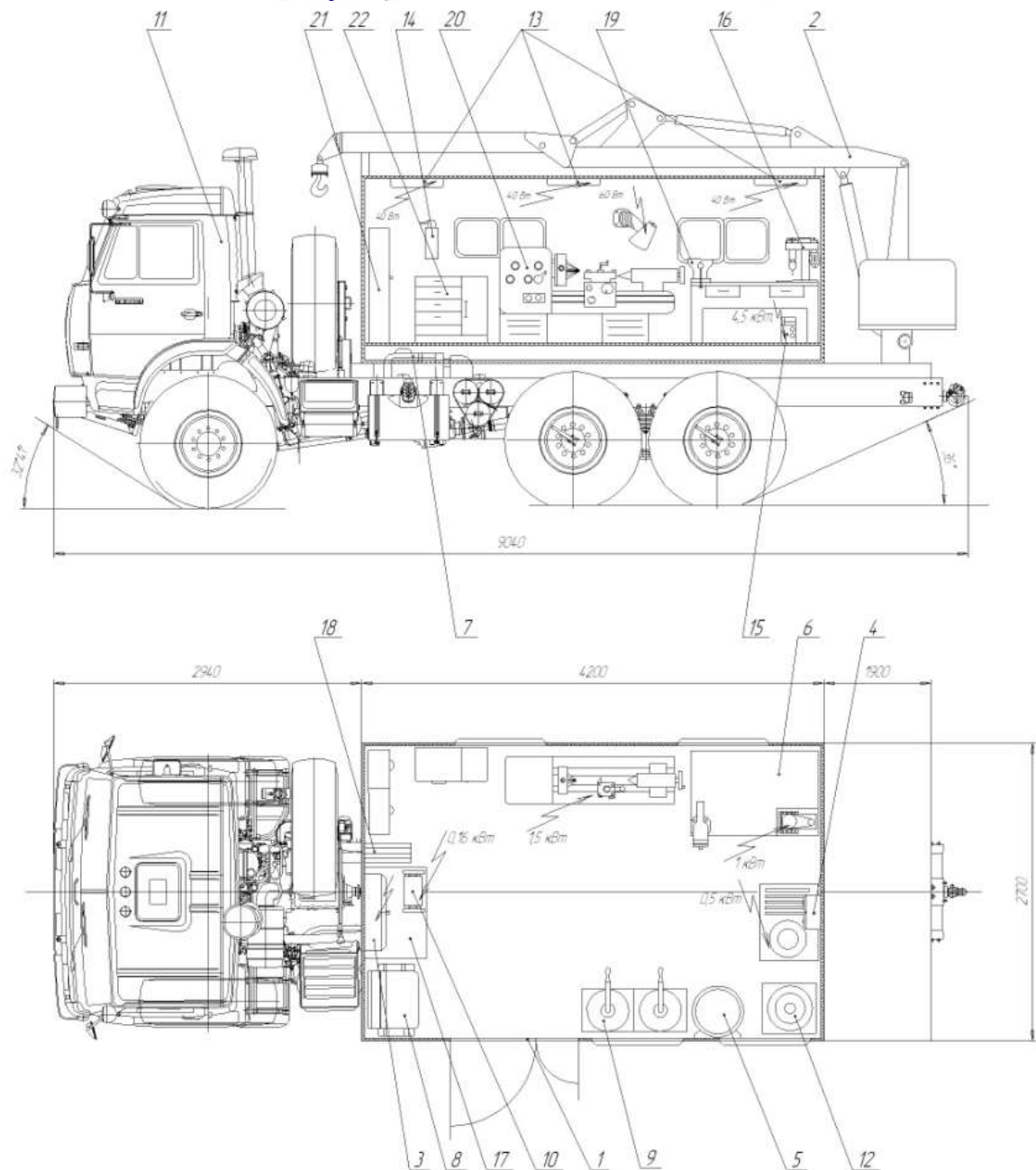


Рисунок 3.1 – Передвижная мастерская на базе КамАЗ 43114

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР.23.03.03.648.19.00.00.00.00.ПЗ

Лист

3

3.3 Расчет механизма подъема

В результате анализа установлено, что между обобщенными координатами трактора и плуга отсутствует тесная корреляционная связь. Это явление и спектральный состав изменения обобщенных координат трактора и плуга позволяют отметить, что плуг в процессе пахоты можно рассматривать как самостоятельную динамическую систему.

Замечена значительная корреляционная связь между угловыми колебаниями плуга в продольно-вертикальной фп и в поперечно-вертикальной W_a плоскостях (кривая 4). Наибольшее значение нормированного коэффициента корреляции $r_{\phi\psi}$ ($r_{\phi\psi} = 0,75$ при $t = 0$). Связь затухает, если колебания плуга характеризовать углом q поворота рамы в вертикальной плоскости 3—4 (рис. 2) и углом γ в вертикальной плоскости, перпендикулярной плоскости 3—4.

Между другими обобщенными координатами плуга тесной взаимно-корреляционной связи не обнаружено.

Статистические материалы позволили упростить математическую модель агрегата: выбрать взаимно-независимые обобщенные координаты, обосновать возможность использования линейных моделей и применение принципа суперпозиций. В этом плане составлена расчетная схема для описания динамики плуга в процессе пахоты (рис. 2).

При этом любая точка корпуса плуга, в том числе и центр сопротивления C [4], совершает сложное движение, состоящее из вращения вокруг точки A_0 в продольно-вертикальной плоскости; вращения вокруг м. ц. в. л в горизонтальной плоскости; вращения вокруг оси 3—4. При этом ось 3—4 из-за неровностей под опорами 3 и 4 совершает угловые колебания в вертикальной плоскости, проведенной через 3—4, а из-за неравномерности взаимодействия корпусов с почвой — угловые колебания в горизонтальной плоскости.

Совокупность всех движений можно описать в инерциальной системе координат x, y, z , которая движется поступательно и равномерно, вместе с

ВКР.23.03.03.648.19.00.00.00.00.ПЗ					Лист
					4
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

плугом. В исходном равновесном положении плуга начало координат инерционной системы совпадает с точкой Е, расположенной на пересечении перпендикуляра из центра сопротивления С на ось 3—4. Для определения положения плуга по отношению к инерциальной системе выбрана подвижная система координат $\{x, y\}$ жестко связанная с плугом. Начало координат обеих систем совпадает.

В общем случае движение подвижной системы $\{x, y\}$, относительно инерциальной будет определяться координатами точки Е и углами φ, ψ и χ между осями двух систем.

" При постоянной скорости движения агрегата V и малых отклонениях плуга от равновесного положения, координаты точки Е (рис. 2) можно выразить через

$$x_E = V \cdot t; y_E = U, -P; z_E = l_e \cdot \cos \rho,$$

где ρ — угол поворота точки Е относительно Ox в горизонтальной плоскости; φ — угол поворота точки Е относительно Oy в продольно-вертикальной плоскости; l_e — расстояние AOE .

Следовательно, в качестве обобщенных координат рационально принять $x, y, z, \rho, \varphi, \psi$ и χ .

Выбранная система координат позволяет составить структурную схему рабочего процесса, представленную на рис. 3. Выходными параметрами, характеризующими процесс вспашки, являются:

- а) ширина захвата плуга $B(t)$;
- б) рельеф дна борозды $z_A(t)$ под корпусами. Входные параметры:
 - а) неравномерность силового взаимодействия корпусов с почвой $R_0(t)$;
 - б) неровности рельефа поля $h(t)$.

Согласно выражению $R_0(t) = k \cdot a \cdot b$ величина силового взаимодействия корпусов с почвой зависит от неравномерности коэффициента $k(t)$, который при фиксированных значениях глубины обработки a и ширины захвата b изменяет $R_k(t) = k(t) \cdot a \cdot b$. Изменение глубины обработки $\Delta a = h(t) - z(t)$, вычисленное по значениям $z_A(t)$ и $W_4(P)$, определяет $R_k(t) = A_k(t) \cdot k \cdot b$.

ВКР.23.03.03.648.19.00.00.00.00.ПЗ					Лист
					5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

Неравномерность ширины захвата, установленная по значениям $B(t)$ и $W_3(P)$ определяет $RB(t) = Ab(t)ak$

Неравномерность силового взаимодействия корпусов с почвой определяет возмущающие силы $F_q(t)$ приведенные с помощью $W_i(P)$ к каждой обобщенной координате — $q(c_p, \phi', V, P, v)$. Эти силы и характеризуют многообразие неоднородности почвы и изменение сечения пласта.

Значения $F_q(t)$ являются входными возмущающими плуга, динамические характеристики которого по отношению к этому возмущению представлены передаточными функциями $W_q(P)$.

Таким образом, описывается реакция плуга на неравномерность силового взаимодействия корпусов с почвой.

Другим важным возмущением является 'рельеф поля $h(t)$, который оказывает влияние в основном на изменение $\langle p' \rangle$ и Ψ через передаточные функции $W_h(P)$.

Для изучения устойчивости хода полунавесного плуга по глубине вспашки на кафедре почвообрабатывающих и посевных машин ЧИМЭСХ была разработана следящая система регулирования глубины хода плуга [1].

При экспериментальном исследовании динамических характеристик полу навесного плуга со следящим способом регулирования было необходимо изучить динамику входных и выходных процессов. Поэтому лабораторно-полевые эксперименты имели следующие основные задачи:

1. Проверку работоспособности следящей системы регулирования в реальных эксплуатационных условиях.
2. Сравнительную оценку работы полунавесного плуга при различных способах регулирования по выходным статистическим характеристикам.

В соответствии с задачами эксперимента предусматривалось определить следующие параметры: вертикальные и горизонтальные составляющие тягового сопротивления; вертикальные нагрузки «а опорные колеса; характер изменения давления рабочей жидкости в обеих полостях силового цилиндра; перемещение штока поршня, перемещение золотника

ВКР.23.03.03.648.19.00.00.00.00.ПЗ					Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	6

гидрораспределителя; равномерность глубины и ширины пахоты и др.

Для регистрации изучаемых процессов был использован 14-шлейфовый осциллограф Н-700. Регистрация силовых параметров и датчиков давления производилась с предварительным усилением сигналов. Для этой цели использовался усилитель

8АНЧ-7М.

В качестве источника питания для усилителя была использована электростанция типа АВ-1-0/230. Постоянство напряжения, подаваемого на усилитель, поддерживалось при помощи стабилизатора напряжения СН-75.

Электрическая схема цепи измерительных приборов представлена на рис. 1.

Силовые параметры определялись согласно методике, разработанной на кафедре почвообрабатывающих посевных машин ЧИМЭСХ [2].

Давление рабочей жидкости в обеих полостях силового цилиндра замерялось тензометрическими датчиками давления конструкции НАТИ, Температуру рабочей жидкости замеряли обычным термометром, установленным в масляный бак гидросистемы.

Перемещение штока силового цилиндра и золотника гидрораспределителя записывались с применением реохордных датчиков. Отклонение от установившегося состояния ползунка реохорда при перемещении штока поршня или золотника гидрораспределителя вызывалось изменением тока в цепи шлейфа осциллографа.

В соответствии с поставленными задачами исследования определялось буксование ведущих колес трактора. Для этого при помощи контактных датчиков записывались обороты ведущих колес трактора и обороты свободного колеса, замеряющего пройденный путь.

Для сравнительной оценки работы полунавесного плуга проводились замеры глубины вспашки и ширины захвата. Глубина вспашки определялась с помощью нивелира. На выбранном для опытов участке поля (рис. 2 а, б) приступают к подготовке замеров. Для этого на концах участка вбивают специальные колья 1, 2, 3 и 4, на которые надевают трубу А и В с размеченной

ВКР.23.03.03.648.19.00.00.00.00.ПЗ					Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	7

на них средней линией прохода каждого корпуса и опорных колес плуга /, //, ///... Колья 3 и 4 забиваются на вспаханном поле, и расстояние между / и 3, 2 и 4 кольями на 1,5— 2 м больше, чем ширина пахотного агрегата. Это обеспечивает свободный проход между кольями.

Значение коэффициента корреляционной связи между поперечно-угловыми колебаниями трактора и плуга $r_{ч-трч'п}(t) < 0,4$, а также характер протекания корреляционной функции и спектральной плоскости ускорений точки прицепа трактора $Z_{Tr}(t)$, приближающейся к «белому шуму», позволяют рассматривать составляющие пахотного агрегата плуг-трактор отдельно. Быстро изменяющиеся величины ускорений точки прицепа трактора разделены очень малыми промежутками времени $t < C < 0,1$ сек, т. е. такие колебания практически не могут оказывать заметного воздействия на плуг.

«Жесткая» положительная связь между вертикальными составляющими тягового сопротивления в правом и левом пальцах механизма навески $przpz(t) \ll 0,7$ при $t = 0$ говорит о том, что эти составляющие, изменяясь случайно по величине, в процессе работы совпадают по направлению действия. Свободу возникающим малым поперечно-угловым колебаниям плуга под действием этих сил обеспечивает конструкция механизма навески. Отсутствие корреляционной связи между профилем поверхности поля под правым опорным колесом и суммарной вертикальной силой сопротивления на втором корпусе плуга $r_{нпрВг}(t) < 0,15$ позволяет многомерную систему разбить на две отдельные по каждому входному воздействию $H(t)$ и $F(t)$.

Проанализируем поведение широкозахватного плуга при его равномерном и прямолинейном движении. Линия M_1M_2 (рис. 1), соединяющая точки 'соприкосновения опорных колес плуга с поверхностью поля, является осью вращения корпусов [8].

$$P' = \frac{QV_{гр}10^3}{6120\eta_{пол}\eta_{ред}\eta_{бар}}, \text{ кВт}, \quad (3.8)$$

					ВКР.23.03.03.648.19.00.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

где $\eta_{\text{пол}}$ - КПД полиспаста, табл.2;

$\eta_{\text{ред}}$ - КПД редуктора, принимают: $\eta_{\text{ред}} \cong 0.95$;

$\eta_{\text{бар}}$ - КПД барабана, принимают: $\eta_{\text{бар}} \cong 0.98$.

$$P' = \frac{1700 \cdot 0,025 \cdot 10^3}{6120 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,98} = 7,4 \text{ кВт.}$$

Необходимый статический момент T'_p , кН, на тихоходном валу редуктора определяют:

$$T'_p = \frac{Qg \cdot D_{\text{б}} + d_{\text{к}}}{2i_n \eta_{\text{пол}} \eta_{\text{бар}} 10^3}, \quad (3.9)$$

$$T'_p = \frac{1700 \cdot 9,81 \cdot 300 + 16,5}{2 \cdot 1 \cdot 0,98 \cdot 0,95 \cdot 10^3} = 2,83 \text{ кН.}$$

Общее передаточное число редуктора определяют

$$U'_p = \frac{n_{\text{дв}}}{n_{\text{бар}}}, \quad (3.10)$$

$$U'_p = \frac{710}{176} = 4,03$$

Редуктор выбирают при условии:

$$\left. \begin{aligned} T_p &\geq T'_p \\ U_p &\approx U'_p \end{aligned} \right\}, \quad (3.11)$$

где T_p - крутящий момент на выходном валу редуктора, кН·м, табл.8;

U_p - передаточное число редуктора, табл.8.

В результате анализа установлено, что между обобщенными координатами трактора и плуга отсутствует тесная корреляционная связь. Это явление и спектральный состав изменения обобщенных координат трактора и плуга позволяют отметить, что плуг в процессе пахоты можно

					Лист
ВКР.23.03.03.648.19.00.00.00.00.ПЗ					8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

рассматривать как самостоятельную динамическую систему.

Замечена значительная корреляционная связь между угловыми колебаниями плуга в продольно-вертикальной фп и в поперечно-вертикальной Wa плоскостях (кривая 4). Наибольшее значение нормированного коэффициента корреляции $r_{\phi\psi}$ ($r_{\phi\psi} = 0,75$ при $t = 0$). Связь затухает, если колебания плуга характеризовать углом q поворота рамы в вертикальной плоскости 3—4 (рис. 2) и углом γ в вертикальной плоскости, перпендикулярной плоскости 3—4.

Между другими обобщенными координатами плуга тесной взаимно-корреляционной связи не обнаружено.

Статистические материалы позволили упростить математическую модель агрегата: выбрать взаимно-независимые обобщенные координаты, обосновать возможность использования линейных моделей и применение принципа суперпозиций. В этом плане составлена расчетная схема для описания динамики плуга в процессе пахоты (рис. 2).

При этом любая точка корпуса плуга, в том числе и центр сопротивления С [4], совершает сложное движение, состоящее из вращения вокруг точки A_0 в продольно-вертикальной плоскости; вращения вокруг м. ц. в. л в горизонтальной плоскости; вращения вокруг оси 3—4. При этом ось 3—4 из-за неровностей под опорами 3 и 4 совершает угловые колебания в вертикальной плоскости, проведенной через 3—4, а из-за неравномерности взаимодействия корпусов с почвой — угловые колебания в горизонтальной плоскости.

Совокупность всех движений можно описать в инерциальной системе координат x, y, z , которая движется поступательно и равномерно, вместе с плугом. В исходном равновесном положении плуга начало координат инерционной системы совпадает с точкой Е, расположенной на пересечении перпендикуляра из центра сопротивления С на ось 3—4. Для определения положения плуга по отношению к инерциальной системе выбрана подвижная система координат x', y', z' жестко связанная с плугом. Начало координат обеих систем совпадает.

									Лист
									9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР.23.03.03.648.19.00.00.00.00.ПЗ				

В общем случае движение подвижной системы $\{t\}$, относительно инерциальной будет определяться координатами точки E и углами ϕ' и ψ и χ между осями двух систем.

" При постоянной скорости движения агрегата V и малых отклонениях плуга от равновесного положения, координаты точки E (рис. 2) можно выразить через

$$x_E = V \cdot t; y_E = U, -P; z_E = l_e \cdot \cos \rho,$$

где ρ — угол поворота точки E относительно O_A в горизонтальной плоскости; ϕ — угол поворота точки E относительно O_A в продольно-вертикальной плоскости; l_e — расстояние A_0E .

Следовательно, в качестве обобщенных координат рационально принять x_e, P, Φ, ϕ', f и θ .

Выбранная система координат позволяет составить структурную схему рабочего процесса, представленную на рис. 3. Выходными параметрами, характеризующими процесс вспашки, являются:

- а) ширина захвата плуга $B(t)$;
- б) рельеф дна борозды $z_{A.6}(t)$ под корпусами. Входные параметры:
 - а) неравномерность силового взаимодействия корпусов с почвой $R_0(t)$;
 - б) неровности рельефа поля $h(t)$.

Согласно выражению $R_0(t) = k \cdot a \cdot b$ величина силового взаимодействия корпусов с почвой зависит от неравномерности коэффициента $k(t)$, который при фиксированных значениях глубины обработки a и ширины захвата b изменяет $R_k(t) = k(t) \cdot a \cdot b$. Изменение глубины обработки $\Delta a = h(t) - z(t)$, вычисленное по значениям $z_{A.6}$ и $W_4(P)$, определяет $R_a(t) = A_a(t) \cdot k \cdot b$. Неравномерность ширины захвата, установленная по значениям $B(t)$ и $W_3(P)$ определяет $R_B(t) = A_b(t) \cdot a \cdot k$.

Неравномерность силового взаимодействия корпусов с почвой определяет возмущающие силы $F_q(t)$ приведенные с помощью $W_i(P)$ к каждой обобщенной координате — $q(\cos \rho, \phi', V, P, \psi)$. Эти силы и характеризуют многообразие неоднородности почвы и изменение сечения

					Лист	
					10	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР.23.03.03.648.19.00.00.00.00.ПЗ	

пласта.

Значения $F_q(t)$ являются входными возмущающими плуга, динамические характеристики которого по отношению к этому возмущению представлены передаточными функциями $W_q(P)$.

Таким образом, описывается реакция плуга на неравномерность силового взаимодействия корпусов с почвой.

Другим важным возмущением является 'рельеф поля $h(t)$, который оказывает влияние в основном на изменение $\langle p \rangle$ и Ψ через передаточные функции $W_h(P)$.

Для изучения устойчивости хода полунавесного плуга по глубине вспашки на кафедре почвообрабатывающих и посевных машин ЧИМЭСХ была разработана следящая система регулирования глубины хода плуга [1].

При экспериментальном исследовании динамических характеристик полу навесного плуга со следящим способом регулирования было необходимо изучить динамику входных и выходных процессов. Поэтому лабораторно-полевые эксперименты имели следующие основные задачи:

1. Проверку работоспособности следящей системы регулирования в реальных эксплуатационных условиях.
2. Сравнительную оценку работы полунавесного плуга при различных способах регулирования по выходным статистическим характеристикам.

В соответствии с задачами эксперимента предусматривалось определить следующие параметры: вертикальные и горизонтальные составляющие тягового сопротивления; вертикальные нагрузки «а опорные колеса; характер изменения давления рабочей жидкости в обеих полостях силового цилиндра; перемещение штока поршня, перемещение золотника гидрораспределителя; равномерность глубины и ширины пахоты и др.

Для регистрации изучаемых процессов был использован 14-шлейфовый осциллограф Н-700. Регистрация силовых параметров и датчиков давления производилась с предварительным усилением сигналов. Для этой цели использовался усилитель

8АНЧ-7М

					Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	11

ВКР.23.03.03.648.19.00.00.00.00.ПЗ

В качестве источника питания для усилителя была использована электростанция типа АВ-1-0/230. Постоянство напряжения, подаваемого на усилитель, поддерживалось при помощи стабилизатора напряжения СН-75.

Электрическая схема цепи измерительных приборов представлена на рис. 1.

Силовые параметры определялись согласно методике, разработанной на кафедре почвообрабатывающих посевных машин ЧИМЭСХ [2].

Давление рабочей жидкости в обеих полостях силового цилиндра замерялось тензометрическими датчиками давления конструкции НАТИ, Температуру рабочей жидкости замеряли обычным термометром, установленным в масляный бак гидросистемы.

Перемещение штока силового цилиндра и золотника гидрораспределителя записывались с применением реохордных датчиков. Отклонение от установившегося состояния ползунка реохорда при перемещении штока поршня или золотника гидрораспределителя вызывалось изменением тока в цепи шлейфа осциллографа.

В соответствии с поставленными задачами исследования определялось буксование ведущих колес трактора. Для этого при помощи контактных датчиков записывались обороты ведущих колес трактора и обороты свободного колеса, замеряющего пройденный путь.

Для сравнительной оценки работы полунавесного плуга проводились замеры глубины вспашки и ширины захвата. Глубина вспашки определялась с помощью нивелира. На выбранном для опытов участке поля (рис. 2 а, б) приступают к подготовке замеров. Для этого на концах участка забивают специальные колья 1,2,3 и 4, на которые надевают трубу А и В с размеченной на них средней линией прохода каждого корпуса и опорных колес плуга /, //, ///... Колья 3 и 4 забиваются на вспаханном поле, и расстояние между / и 3, 2 и 4 кольями на 1,5— 2 м больше, чем ширина пахотного агрегата. Это обеспечивает свободный проход между кольями.

Значение коэффициента корреляционной связи между поперечно-угловыми колебаниями трактора и плуга $r_{ч-трч'п(т)} < 0,4$, а также характер

					ВКР.23.03.03.648.19.00.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

протекания корреляционной функции и спектральной плоскости ускорений точки прицепа трактора $Z_{Tr}(t)$, приближающейся к «белому шуму», позволяют рассматривать составляющие пахотного агрегата плуг-трактор отдельно. Быстро изменяющиеся величины ускорений точки прицепа трактора разделены очень малыми промежутками времени $t < C < 0,1$ сек, т. е. такие колебания практически не могут оказывать заметного воздействия на плуг.

«Жесткая» положительная связь между вертикальными составляющими тягового сопротивления в правом и левом пальцах механизма навески $przpz(t) \ll 0,7$ при $t = 0$ говорит о том, что эти составляющие, изменяясь случайно по величине, в процессе работы совпадают по направлению действия. Свободу возникающим малым поперечно-угловым колебаниям плуга под действием этих сил обеспечивает конструкция механизма навески. Отсутствие корреляционной связи между профилем поверхности поля под правым опорным колесом и суммарной вертикальной силой сопротивления на втором корпусе плуга $prnpB(t) < 0,15$ позволяет многомерную систему разбить на две отдельные по каждому входному воздействию $H(t)$ и $F(t)$.

Проанализируем поведение широкозахватного плуга при его равномерном и прямолинейном движении. Линия M_1M_2 (рис. 1), соединяющая точки соприкосновения опорных колес плуга с поверхностью поля, является осью вращения корпусов [8].

Муфту выбирают по условию:

$$T_{\max.m} \geq 1.2 T_{\max.дв}, \quad (3.12)$$

где $T_{\max.m}$ - максимальный момент муфты, Нм;

$T_{\max.дв}$ - максимальный момент электродвигателя, Нм, и по посадочному диаметру d быстроходного вала редуктора.

$$500 \geq 1.2 \cdot 265.$$

					ВКР.23.03.03.648.19.00.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

Выбираем упруго-втулочную муфту МУВП-4 с диаметром 130 мм.

Выбор тормоза.

Основными тормозными устройствами для крановых механизмов являются колодочные тормоза, которые выбирают по диаметру тормозной полумуфты D_T , Приложение 4. Тормозной момент механизма согласно правилам Гостехнадзора при условии надежного удержания груза номинальной массы в подвешенном состоянии с определенным запасом торможения:

$$T_T \geq k_T T_C^T, \quad (3.13)$$

где T_T - тормозной момент тормоза, Нм;

k_T - коэффициент запаса торможения в зависимости от режима работы механизма:

при легком режиме $k_T = 1.5$;

при среднем режиме $k_T = 1.75$;

при тяжелом режиме $k_T = 2$;

при весьма тяжелом режиме $k_T = 2.5$;

T_C^T - момент статического сопротивления на тормозном валу при торможении, Нм:

$$T_C^T = \frac{Qg \cdot D_{\delta} + d_k \cdot \eta_{\text{мех}}}{2i_{\Pi} U_P}. \quad (3.14)$$

$$T_C^T = \frac{1700 \cdot 9,81 \cdot 300 + 16,5 \cdot 0,92}{2 \cdot 1,8} = 303,7 \text{ кН}.$$

Окончательно выбираем тормоз ТКТ-200/100 с $T_C^T = 300 \text{ кН}$.

Выбранный двигатель проверяют по времени пуска, а тормоз по

					ВКР.23.03.03.648.19.00.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

времени торможения.

3.4 Инструкция по охране труда при эксплуатации крана

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Председатель профкома

Руководитель предприятия:

_____/_____/

_____/_____/

«9» января 2019г.

«9» января 2019г.

ИНСТРУКЦИЯ

по безопасности труда при эксплуатации крана

В результате анализа установлено, что между обобщенными координатами трактора и плуга отсутствует тесная корреляционная связь. Это явление и спектральный состав изменения обобщенных координат трактора и плуга позволяют отметить, что плуг в процессе пахоты можно рассматривать как самостоятельную динамическую систему.

Замечена значительная корреляционная связь между угловыми колебаниями плуга в продольно-вертикальной фп и в поперечно-вертикальной W_a плоскостях (кривая 4). Наибольшее значение нормированного коэффициента корреляции $r_{\phi\psi}$ ($r_{\phi\psi} = 0,75$ при $t = 0$). Связь затухает, если колебания плуга характеризовать углом q поворота рамы в вертикальной плоскости 3—4 (рис. 2) и углом γ в вертикальной плоскости, перпендикулярной плоскости 3—4.

Между другими обобщенными координатами плуга тесной взаимно-корреляционной связи не обнаружено.

Статистические материалы позволили упростить математическую модель агрегата: выбрать взаимно-независимые обобщенные координаты, обосновать возможность использования линейных моделей и применение принципа суперпозиций. В этом плане составлена расчетная схема для описания динамики плуга в процессе пахоты (рис. 2).

При этом любая точка корпуса плуга, в том числе и центр

					ВКР.23.03.03.648.19.00.00.00.00.ПЗ	Лист
						13
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

сопротивления С [4], совершает сложное движение, состоящее из вращения вокруг точки А₀ в продольно-вертикальной плоскости; вращения вокруг м. ц. в. л в горизонтальной плоскости; вращения вокруг оси 3—4. При этом ось 3—4 из-за неровностей под опорами 3 и 4 совершает угловые колебания в вертикальной плоскости, проведенной через 3—4, а из-за неравномерности взаимодействия корпусов с почвой — угловые колебания в горизонтальной плоскости.

Совокупность всех движений можно описать в инерциальной системе координат хуz, которая движется поступательно и равномерно, вместе с плугом. В исходном равновесном положении плуга начало координат инерционной системы совпадает с точкой Е, расположенной на пересечении перпендикуляра из центра сопротивления С на ось 3—4. Для определения положения плуга по отношению к инерциальной системе выбрана подвижная система координат $\{x', y', z'\}$ жестко связанная с плугом. Начало координат обеих систем совпадает.

В общем случае движение подвижной системы $\{x', y', z'\}$, относительно инерциальной будет определяться координатами точки Е и углами φ, ψ и θ между осями двух систем.

" При постоянной скорости движения агрегата V и малых отклонениях плуга от равновесного положения, координаты точки Е (рис. 2) можно выразить через

$$x_E = Vt; y_E = U, -P; z_E = l_e \cos \theta,$$

где θ — угол поворота точки Е относительно Ox в горизонтальной плоскости; φ — угол поворота точки Е относительно А₀ в продольно-вертикальной плоскости; l_e — расстояние А₀Е.

Следовательно, в качестве обобщенных координат рационально принять $x, P, \Phi, \varphi, \theta$ и 0.

Выбранная система координат позволяет составить структурную схему рабочего процесса, представленную на рис. 3. Выходными параметрами, характеризующими процесс вспашки, являются:

а) ширина захвата плуга В (t);

					Лист
					14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

ВКР.23.03.03.648.19.00.00.00.00.ПЗ

- б) рельеф дна борозды $zA.6(t)$ под корпусами. Входные параметры:
- а) неравномерность силового взаимодействия корпусов с почвой $R_0(t)$;
- б) неровности рельефа поля $h(t)$.

Согласно выражению $R_0(t) = kab$ величина силового взаимодействия корпусов с почвой зависит от неравномерности коэффициента $k(t)$, который при фиксированных значениях глубины обработки a и ширины захвата b изменяет $Rk(t) = k(t) \cdot ab$. Изменение глубины обработки $\Delta a = h(t) - z(t)$, вычисленное по значениям $zA.6$ и $W4(P)$, определяет $Ra(t) = Aa(t) \cdot k \cdot b$. Неравномерность ширины захвата, установленная по значениям $B(t)$ и $W3(P)$ определяет $RB(t) = Ab(t) \cdot ak$

Неравномерность силового взаимодействия корпусов с почвой определяет возмущающие силы $F_q(t)$ приведенные с помощью $W_i(P)$ к каждой обобщенной координате — $q(c_p, \phi', V, P, v)$. Эти силы и характеризуют многообразие неоднородности почвы и изменение сечения пласта.

Значения $F_q(t)$ являются входными возмущающими плуга, динамические характеристики которого по отношению к этому возмущению представлены передаточными функциями $W_q(P)$.

Таким образом, описывается реакция плуга на неравномерность силового взаимодействия корпусов с почвой.

Другим важным возмущением является 'рельеф поля $h(t)$, который оказывает влияние в основном на изменение $\langle p' \rangle$ и Ψ через передаточные функции $W_h(P)$.

Для изучения устойчивости хода полунавесного плуга по глубине вспашки на кафедре почвообрабатывающих и посевных машин ЧИМЭСХ была разработана следящая система регулирования глубины хода плуга [1].

При экспериментальном исследовании динамических характеристик полу навесного плуга со следящим способом регулирования было необходимо изучить динамику входных и выходных процессов. Поэтому лабораторно-полевые эксперименты имели следующие основные задачи:

										Лист
										15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР.23.03.03.648.19.00.00.00.00.ПЗ					

1. Проверку работоспособности следящей системы регулирования в реальных эксплуатационных условиях.

2. Сравнительную оценку работы полунавесного плуга при различных способах регулирования по выходным статистическим характеристикам.

В соответствии с задачами эксперимента предусматривалось определить следующие параметры: вертикальные и горизонтальные составляющие тягового сопротивления; вертикальные нагрузки «а опорные колеса; характер изменения давления рабочей жидкости в обеих полостях силового цилиндра; перемещение штока поршня, перемещение золотника гидрораспределителя; равномерность глубины и ширины пахоты и др.

Для регистрации изучаемых процессов был использован 14-шлейфовый осциллограф Н-700. Регистрация силовых параметров и датчиков давления производилась с предварительным усилением сигналов. Для этой цели использовался усилитель

8АНЧ-7М.

В качестве источника питания для усилителя была использована электростанция типа АВ-1-0/230. Постоянство напряжения, подаваемого на усилитель, поддерживалось при помощи стабилизатора напряжения СН-75.

Электрическая схема цепи измерительных приборов представлена на рис. 1.

Силовые параметры определялись согласно методике, разработанной на кафедре почвообрабатывающих посевных машин ЧИМЭСХ [2].

Давление рабочей жидкости в обеих полостях силового цилиндра замерялось тензометрическими датчиками давления конструкции НАТИ, Температуру рабочей жидкости замеряли обычным термометром, установленным в масляный бак гидросистемы.

Перемещение штока силового цилиндра и золотника гидрораспределителя записывались с применением реохордных датчиков. Отклонение от установившегося состояния ползунка реохорда при перемещении штока поршня или золотника гидрораспределителя вызывалось изменением тока в цепи шлейфа осциллографа.

ВКР.23.03.03.648.19.00.00.00.00.ПЗ					Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	16

В соответствии с поставленными задачами исследования определялось буксование ведущих колес трактора. Для этого при помощи контактных датчиков записывались обороты ведущих колес трактора и обороты свободного колеса, замеряющего пройденный путь.

Для сравнительной оценки работы полунавесного плуга проводились замеры глубины вспашки и ширины захвата. Глубина вспашки определялась с помощью нивелира. На выбранном для опытов участке поля (рис. 2 а, б) приступают к подготовке замеров. Для этого на концах участка забивают специальные колья 1,2,3 и 4, на которые надевают трубу А и В с размеченной на них средней линией прохода каждого корпуса и опорных колес плуга /, //, ///... Колья 3 и 4 забиваются на вспаханном поле, и расстояние между / и 3, 2 и 4 кольями на 1,5— 2 м больше, чем ширина пахотного агрегата. Это обеспечивает свободный проход между кольями.

Значение коэффициента корреляционной связи между поперечно-угловыми колебаниями трактора и плуга $r_{ч-трч'п}(t) < 0,4$, а также характер протекания корреляционной функции и спектральной плоскости ускорений точки прицепа трактора $Z_{Tr}(t)$, приближающейся к «белому шуму», позволяют рассматривать составляющие пахотного агрегата плуг-трактор отдельно. Быстро изменяющиеся величины ускорений точки прицепа трактора разделены очень малыми промежутками времени $t < C < 0,1$ сек, т. е. такие колебания практически не могут оказывать заметного воздействия на плуг.

«Жесткая» положительная связь между вертикальными составляющими тягового сопротивления в правом и левом пальцах механизма навески $przprz(t) \ll 0,7$ при $t = 0$ говорит о том, что эти составляющие, изменяясь случайно по величине, в процессе работы совпадают по направлению действия. Свободу возникающим малым поперечно-угловым колебаниям плуга под действием этих сил обеспечивает конструкция механизма навески. Отсутствие корреляционной связи между профилем поверхности поля под правым опорным колесом и суммарной вертикальной силой сопротивления на втором корпусе плуга $prprB_r(t) < 0,15$

ВКР.23.03.03.648.19.00.00.00.00.ПЗ					Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	17

позволяет многомерную систему разбить на две отдельные по каждому входному воздействию $H(t)$ и $F(t)$.

Проанализируем поведение широкозахватного плуга при его равномерном и прямолинейном движении. Линия M_1M_2 (рис. 1), соединяющая точки 'соприкосновения опорных колес плуга с поверхностью поля, является осью вращения корпусов.

Разработал:

Утеев С.Н.

Согласовано: Специалист службы ОТ _____

Представитель профкома _____

3.5 Физическая культура на производстве

Физическая культура на производстве – важный фактор повышения производительности труда.

С учетом преобладания умственного или физического труда, еготяжести инженерный персонал сельскохозяйственного предприятия подразделяется на следующие группы: водители самоходных агрегатов и машин (шоферы, трактористы-машинисты); специалисты стационарных установок (мотористы, слесари, электрификаторы); руководители и обслуживающий персонал. Поэтому работа у одних связана с управлением транспортных средств с большой психофизической нагрузкой, а у других – со сложной координацией движений и работой в непростых условиях (на высоте, в узких помещениях). Это требует выносливости, силы отдельных мышц, специальной координации движений.

В связи с этим созданию предпосылок к высокопроизводительному труду инженерных специальностей, предупреждение профессиональных заболеваний и травматизма на производстве способствует использование физической культуры для активной работы, отдыха и восстановления работоспособности в рабочее и свободное время.

					Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	18

ВКР.23.03.03.648.19.00.00.00.00.ПЗ

3.6 Техничко-экономическая оценка конструкторской разработки

Расчет технико-экономических показателей эффективности конструкции производим по известной методике.

Затраты на изготовления передвижной мастерской определяются по формуле:

$$C_c = C_d + C_n + C_{зп} + C_n, \quad (3.15)$$

где C_d - затраты на изготовление деталей на металлорежущих станках, руб.;

C_n - затраты на покупные изделия, руб.;

$C_{зп}$ - полная заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке подъемника, руб.;

C_n - накладные расходы на изготовление приспособления, руб.

Затраты на изготовление деталей на металлорежущих станках равны:

$$C_d = C_{пол.} + \sum C_{заг}, \quad (3.16)$$

где $C_{пол.}$ - полная заработная плата рабочих на металлорежущих станках, руб.;

$\sum C_{заг}$ - сумма стоимости всех заготовок, руб.

Основная заработная плата рабочего определяется по выражению:

$$C_o = T \cdot C_{ч}, \quad (3.17)$$

где T - средняя трудоемкость изготовления деталей на станках, чел.- час.;

$T=95$ чел.час;

$C_{ч}$ – часовая тарифная ставка рабочего, ($C_{ч}=172,7$ руб/час);

$C_o = 95 \cdot 17,27 = 16406,5$ руб.

Дополнительная заработная плата предусмотрена в размере 40% от основной. Общая заработная плата определится по формуле:

$$C_{общ.} = 1,45 \cdot C_o, \quad (3.18)$$

$C_{общ.} = 1,45 \cdot 16406,5 = 22969,1$ руб.

Полная заработная плата рабочих при изготовлении деталей определится по следующей формуле:

					ВКР.23.03.03.648.19.00.00.00.00.ПЗ	Лист
						19
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$\text{Спол.} = \text{Собщ.} \cdot 1,15, \quad (3.19)$$

где С общ.- общая заработная плата рабочих с учетом дополнительных надбавок, руб.;

1,15 – районный коэффициент надбавки.

$$\text{С пол.} = 22966,1 \cdot 1,15 = 26414,4 \text{ руб.}$$

Стоимость металла для заготовок определена по зависимости:

$$\text{С заг.} = [\sum (G_i \cdot Ц_i)] , \quad (3.20)$$

где G_i – масса заготовки данного профиля, кг;

$Ц_i$ – цена 1 кг.данного вида заготовок, руб.

Данные по заготовкам и их цены приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Стоимость материала заготовок

НАИМЕНОВАНИЕ	Масса, кг	Цена, руб/кг	Сумма, руб.
Лист 1200х2000х4	75,36	10	7536
Лист 1000х1000х10	78,5	10	7850
Круг В40	16,76	8,7	1458,1
Круг В50	61,65	8,8	5425,2
Круг В100	27,74	8,9	2468,8
Труба 45	3,75	10,8	405
Труба квадратная 100х8	92,44	11,4	10538,3
Итого			35681,4

Сумма расходов на материалы заготовок (см. таблицу 3.1) $\text{Сзаг.} = 35681,4$ руб.

В итоге затраты на изготовление деталей будут равны:

$$\text{Сд} = 26414,4 + 35681,4 = 62095,8 \text{ руб.}$$

Стоимость покупных изделий определится по формуле:

$$\text{Сн} = [\text{С}_i \text{Ni}] , \quad (3.21)$$

где С_i – стоимость i-го изделия, руб., ед.;

Ni - количество покупных изделий, ед.

Количество и стоимость покупных изделий приведены в таблице 3.2

					ВКР.23.03.03.648.19.00.00.00.00.ПЗ	Лист
						20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Стоимость покупных изделий (см. таблицу 3.2)

$C_n = 84296$ руб.

Накладные расходы определяются из выражения

Таблица 3.2 – Стоимость покупных изделий

Наименование изделия	Кол-во ед.	Цена руб/ед.	Сумма, руб.
Кран	1	340000	340000
Болты+Гайки+Шайбы			960
Кабель, м	4	500	2000
Оборудование передвижной мастерской			500000
Всего			842960

$$C_n = \frac{C_{сб} \cdot R}{100}, \quad (3.22)$$

где $C_{сб}$ – заработная плата рабочих, занятых сборкой подъемника, руб.;

R – общепроизводственные накладные расходы, 17%.

Зарботная плата рабочих, занятых сборкой подъемника определяется по формуле:

$$C_{сб} = T_{сб} \cdot C_{ч}, \quad (3.23)$$

где $T_{сб}$ – трудоемкость сборки, чел.-час;

$C_{ч}$ – часовая тарифная ставка, 172,7 руб;

Трудоемкость сборки вычисляется по следующему выражению:

$$T_{сб} = K_{сб} \cdot T_{сб}, \quad (3.24)$$

где $K_{сб}$ – коэффициент, учитывающий непредвиденные работы, $K_{сб} = 1,15$;

$T_{сб}$ – трудоемкость сборки составных частей, $T_{сб} = 654$ чел.-час.

$T_{сб} = 1,15 \cdot 654 = 752$ час

Основная заработная плата рабочих, занятых сборкой определится по формуле: $C_{сб} = 752 \cdot 172,7 = 130010$ руб.

Накладные расходы определяются по формуле:

$$C_n = \frac{130010 \cdot 17}{100} = 22110 \text{ руб.}$$

Полная заработная плата за сборку определяется с учетом доплат 25%

					ВКР.23.03.03.648.19.00.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

и районного коэффициента 15%

$$C_{зп} = C_{сб} \cdot K_{ур} \cdot K_{допл}, \quad (3.25)$$

где K_r – региональный коэффициент;

$K_{допл}$ – коэффициент, учитывающий доплаты, $K_{допл} = 1,25$.

$$C_{зп} = 130010 \cdot 1,15 \cdot 1,25 = 236889 \text{ руб.}$$

$$C_{сб} = 36681 + 842960 + 22110 + 236889 = 1243557 \text{ руб.}$$

Стоимость приспособления 1243557 руб.

Расчет технико-экономических показателей мастерской и их сравнение

Представим исходные данные для расчета технико-экономических показателей в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Исходные данные расчета экономических показателей

Наименование показатели	Исходный вариант	Проектируемый вариант
1. Масса конструкции, кг	15650	11650
2. Балансовая стоимость, руб.	3471000	2243557
3. Грузоподъемность, кг	5000	5000
4. Количество обслуж. персонала, чел.	2	2
5. Тарифная ставка, руб/час.	158,7	158,7
6. Норма амортизации, %.	14,2	14,2
7. Годовая загрузка, час.	1500	2500
8. Норма затрат на ремонт и ТО, %	7,1	7,1

За исходный вариант взята мастерская, ориентировочная цена 3471000 руб., $C_{б1} = 3471000$ руб.

Определим часовую производительность по формуле:

$$W_{ч} = \frac{60 \cdot \tau}{t}, \quad (3.26)$$

где τ – коэффициент использования рабочего времени смены, $\tau = 0,9$;

t_n – время одного рабочего цикла, час.

$$W_{ч1} = \frac{60 \cdot 0,9}{145} = 0,372 \text{ ед./ час}$$

$$W_{ч2} = \frac{60 \cdot 0,9}{145} = 0,372 \text{ ед./ час.}$$

Фондоемкость процесса вычисляется по выражению:

$$Fei = \frac{Cбi}{Wчi \cdot Tгодi}, \quad (3.27)$$

где $Cбi$ - балансовая стоимость оборудования, варианта;

$Tгодi$ - годовая загрузка, час.

$$Fe_1 = \frac{3471000}{0,372 \cdot 1500} = 6220 \text{ руб./ед.}$$

$$Fe_2 = \frac{2243557}{0,372 \cdot 2500} = 2228 \text{ руб./ед.}$$

Трудоемкость процесса определяется по зависимости:

$$Tei = \frac{Pri}{Wчi}, \quad (3.28)$$

где Pri – число обслуживающего персонала, чел.

$$Te1 = \frac{2}{0,372} = 5,376 \text{ чел. – час / ед.}$$

$$Te2 = \frac{2}{0,372} = 5,376 \text{ чел. – час / ед.}$$

Эксплуатационные затраты определяются по формуле:

$$S_{\text{экс}} = C_{\text{зп}} + C_{\text{стоир}} + A + C_{\text{спр}}, \quad (3.29)$$

где $C_{\text{зп}}$ - затраты на заработную плату, руб./ед;

$C_{\text{стоир}}$ - затраты на ТО и ремонт, руб./ед;

A – амортизационные отчисления, руб/ед;

$C_{\text{спр}}$ - прочие затраты (5% от суммы затрат).

Заработанная плата определяется по следующей формуле:

$$C_{\text{зп}i} = Zч \cdot Tei, \quad (3.30)$$

где $Zч$ – часовая тарифная ставка рабочего, руб/час.

$$C_{\text{зп}1} = 158,6 \cdot 5,376 = 853,1 \text{ руб./ед.}$$

$$C_{\text{зп}2} = 158,6 \cdot 5,376 = 853,1 \text{ руб./ед.}$$

					Лист
ВКР.23.03.03.648.19.00.00.00.00.ПЗ					23
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

Затраты на ТО и ремонт определяется по формуле:

$$C_{\text{тор}} = \frac{C_{\text{би}} \cdot H_i}{100 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}}, \quad (3.31)$$

где $C_{\text{би}}$ - балансовая стоимость приспособления, руб;

H_i - норма отчисления на ТО и ремонт, %

$W_{\text{ч}}$ - часовая производительность подъемника, ед\час;

$T_{\text{год}}$ - годовая наработка оборудования, час.

$$C_{\text{тор}1} = \frac{3471000 \cdot 7,1}{100 \cdot 0,372 \cdot 1500} = 441,7 \text{ руб./ед.}$$

$$C_{\text{тор}2} = \frac{2247557 \cdot 7,1}{100 \cdot 0,372 \cdot 2500} = 158,7 \text{ руб./ед.}$$

Амортизационные отчисления вычисляются по выражению:

$$A_i = \frac{C_{\text{би}} \cdot a}{100 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}}, \quad (3.32)$$

где $C_{\text{би}}$ -,балансовая стоимость приспособления, руб.;

a - норма амортизации, %;

$W_{\text{ч}}$ - часовая производительность, ед\час;

$T_{\text{год}}$ - годовая загрузка оборудования, час.

$$A_1 = \frac{3471000 \cdot 14,2}{100 \cdot 0,372 \cdot 1500} = 883,3 \text{ руб./ед.}$$

$$A_1 = \frac{2247557 \cdot 14,2}{100 \cdot 0,372 \cdot 2500} = 317,5 \text{ руб./ед.}$$

Эксплуатационные затраты будут равны:

$$S_{\text{эксп.1}} = (853,1 + 441,7 + 883,3) 1,05 = 2287 \text{ руб/ед.}$$

$$S_{\text{эксп.2}} = (853,1 + 158,7 + 317,5) 1,05 = 1396 \text{ руб/ед.}$$

Приведенные затраты определяются по зависимости:

$$S_{\text{п}} = S_{\text{эксп}} + E_n K_y, \quad (3.33)$$

где E_n - нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений.

					Лист
ВКР.23.03.03.648.19.00.00.00.00.ПЗ					24
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

K_y - удельные капитальные вложения (фондоемкость процесса)

$$S_{n1} = 2287 + 0,25 \cdot 6220 = 3842 \text{ руб/ед.}$$

$$S_{n2} = 1396 + 0,25 \cdot 2228 = 1953 \text{ руб/ед.}$$

Годовая экономия определяется по следующей формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (S_{\text{эксп.1}} - S_{\text{эксп.2}}) \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}, \quad (3.34)$$

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (2287 - 1953) \cdot 0,372 \cdot 1500 = 386372 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект составит:

$$E_{\text{год}} = \mathcal{E}_{\text{год}} - E_n \Delta K, \quad (3.35)$$

где E_n - нормативный коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений;

ΔK - дополнительные капитальные вложения, руб.

$$E_{\text{год}} = 386372 - 0,15 \cdot 2243557 = 199838 \text{ руб.}$$

При таком экономическом эффекте срок окупаемости капитальных вложений будет равен:

$$T_{\text{ок}} = \frac{\Delta K}{E_{\text{год}}}, \quad (3.36)$$

где ΔK - дополнительные капитальные вложения, руб;

$E_{\text{год}}$ - годовой экономический эффект, руб.

$$T_{\text{ок}} = \frac{2243557}{199838} = 6,2 \text{ лет}$$

Коэффициент эффективности дополнительных вложений определяется по формуле:

$$E_p = \frac{1}{T_{\text{ок}}}$$

$$E_p = \frac{1}{6,2} = 0,16$$

Полученные значения сводим в таблицу 3.4.

					ВКР.23.03.03.648.19.00.00.00.00.ПЗ	Лист
						25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 3.4 – Техничко-экономические показатели эффективности конструкции

Наименование показателя	Исходный вариант	Проект Вариант	Проект исходн. %
1. Часовая производительность, ед./час	0,372	0,372	100
2. Фондоемкость процесса, руб./ед.	6220	2228	35,8
3. Трудоемкость процесса, чел.-час/ед	5,376	5,376	100
4. Уровень эксплуатационных затрат, руб/ед.	2228	1396	62,7
5. Уровень приведенных затрат, руб/ед.	3842	1953	50,8
7. Годовая экономия, руб.	-	386372	-
8. Годовой экономический эффект, руб.	-	199838	-
9. Срок окупаемости, лет	-	6,2	-
10. Коэффициент эффективности капитальных вложений	-	0,16	-

Вывод: Часовая производительность с применением разработанного подъемника одинаковая, но уровень приведенных затрат снизился почти на 50%. Срок окупаемости капитальных вложений 6,2 года, что удовлетворяет нормативу окупаемости.

