

ФГБОУ ВО КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ИНСТИТУТ МЕХАНИЗАЦИИ И ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА
Направление «Эксплуатация транспортно-технологических машин
и комплексов»
Кафедра «Эксплуатация и ремонт машин»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Тема Проектирование технического сервиса техники с разработкой
установки фильтрации электролита

Шифр ВКР.23.03.03.275.20.00.00.00.ПЗ

Выпускник студент

Кям.
подпись

Кямкин В.А.

Ф.И.О.

Руководитель профессор
ученое звание

Галиев
подпись

И.Г.Галиев

Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
(протокол № 10 от 31 . 01 2020 года)

Зав. кафедрой профессор
ученое звание

Адигамов
подпись

Н.Р.Адигамов

Ф.И.О.

Казань – 2020 г.

ФГОУ 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

/Адигамов Н.Р./

« 14 » 12 2019 г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу

Студенту Кямкину В.А.

Тема проекта Проектирование технического сервиса техники с разработкой установки фильтрации электролита

утверждена приказом по вузу от « 10 » 01 2020 г. № 6

2. Срок сдачи студентом законченного проекта 05.02.2020

3. Исходные данные к ВКР Использовать статистические данные и годовые отчеты производственной и финансовой деятельности предприятия за последние 3 года; справочные данные из библиотечного фонда Казанский ГАУ

4. Перечень подлежащих разработке вопросов _____

1. Обоснование необходимости разработки конструкции для фильтрации электролита. Обзор конструкций _____

2. Проектирование ТО в ПТО _____

3. Конструктивная часть _____

4. Разработка мероприятий по БЖ _____

5. Разработка мероприятий по охране окружающей среды _____

6. Экономическое обоснование конструкции _____

Аннотация

к выпускной работе Кямкина В.А. на тему «Проектирование технического сервиса техники с разработкой установки фильтрации электролита»

ВКР содержит пояснительную записку на 78 листах печатного текста и 6 листов графическую часть на формате А1.

Пояснительная записка содержит введение, три раздела, выводы и предложение, включает в себя 7 рисунка и 18 таблиц, использованы 19 литературных источников.

Первый раздел содержит анализ конструкций и методы очистки электролита.

Второй раздел содержит разработанные мероприятия по улучшению условий труда работников пункта технического обслуживания и аккумуляторного участка.

Третий раздел содержит разработанное устройство для регенерации электролита, расчеты конструкции и прочностные расчеты. Разработаны инструкция безопасности труда для оператора, использующего устройство и мероприятия по охране окружающей среды. Дана технико-экономическая оценка конструктивной разработки.

Записка завершается выводами.

Annotation

to graduate work of Kamkin V. A. on the theme " Design of technical service equipment with the development of the electrolyte filtration plant»

The final work contains an explanatory note on 78 sheets of printed text and 6 sheets of graphic part in A1 format.

The explanatory note contains an introduction, three sections, conclusions and a proposal, includes 7 figures and 18 tables, 19 literature sources are used.

The first section contains analysis of structures and methods for cleaning the electrolyte.

The second section contains developed measures to improve the working conditions of employees of the service station and the accumulator section.

The third section contains the developed device for electrolyte regeneration, design calculations and strength calculations. A safety manual has been developed for the operator using the device and environmental protection measures. A technical and economic assessment of the design development is given.

The note concludes with conclusions.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1. АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ РЕГЕНЕРАЦИИ ЭЛЕКТРОЛИТА	10
1.1. Необходимость разработки конструкции для регенерации электролита	10
1.2. Анализ конструкции приспособлений для фильтрации отработанного электролита аккумуляторных батарей	11
2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА ТЕХНИКИ В ПТО	19
2.1. Корректировка нормативной периодичности технического обслуживания и капитального ремонта	19
2.2. Расчёт производственной программы по количеству воздействий	21
2.2.1. Расчёт производственной программы по количеству воздействий за цикл	21
2.2.2. Расчёт производственной программы по количеству воздействий за год	22
2.2.3. Количество технического обслуживания для групп автомобилей	24
2.2.4. Количество диагностических воздействий за год по маркам автомобилей	25
2.2.5. Определение суточной программы по техническому обслуживанию и диагностике	26
2.3. Расчёт годового объёма работ по техническому обслуживанию и текущему ремонту	27
2.3.1. Расчёт нормативных трудоёмкостей технического обслуживания	27
2.3.2. Определение годового объёма работ по техническому обслуживанию и текущему ремонту	28
2.4. Расчёт численности производственных рабочих	34
2.5. Технологический расчёт производственных зон, участков и складов	37

	6
2.5.1. Расчёт постов и поточных линий	37
2.5.2. Расчёт числа отдельных постов ТО	37
2.5.3. Расчет поточных линий периодического действия	40
2.5.5. Расчёт постов ТР	43
2.5.6. Расчёт постов ожидания	44
2.5.7. Расчёт потребного количества постов КТП	45
2.6. Физическая культура на производстве	46
2.6.1. Энергозатраты при физических нагрузках разной интенсивности	48
3. КОНСТРУКТИВНАЯ ЧАСТЬ	52
3.1. Конструкция и принцип работы фильтровальной установки	52
3.2. Необходимые расчеты	53
3.2.1. Расчет червячной передачи	54
3.2.2. Расчет вала	60
3.3. Инструкция по охране труда при эксплуатации установки для регенерации электролита	65
3.3.1. Общие требования безопасности	65
3.3.2. Требования безопасности перед началом работ	66
3.3.3. Требования безопасности во время выполнения работ	66
3.3.4. Требования безопасности в аварийных ситуациях	67
3.3.5. Требования безопасности по окончании работ	67
3.4. Разработка мероприятий по охране окружающей среды	67
3.5. Техничко-экономическая оценка конструкции	68
3.5.1. Расчет массы и стоимости конструкции	68
3.5.2. Расчет экономических показателей использования конструкции	70
Выводы и предложения	76
Список использованной литературы	77
СПЕЦИФИКАЦИИ	79

ВВЕДЕНИЕ

По данным науки примерно 60% всего прироста производительности труда во всех отраслях народного хозяйства обеспечивается за счет внедрения новой техники, более современной технологии, механизации и автоматизации производственных процессов, около 20% — в результате улучшения организации производства и около 20% — благодаря повышению квалификации работающих.

Автоматизация технологических процессов предполагает автоматизацию некоторых операций управления машинами механизмами при полной (комплексной) механизации всех трудоемких операций технологического процесса.

Механизация технологических процессов ТО и Р МТП имеет важное технико-экономическое и социальное значение, которое выражается в уменьшения численности ремонтных рабочих за счет снижения трудоемкости работ по ТО и Р автомобилей и тракторов, повышении качества выполнения ТО и Р, улучшении условий труда ремонтных рабочих.

Снижение трудоемкости работ по ТО и Р достигается за счет сокращения времени выполнения соответствующих операций в результате внедрения средств механизации.

Большое влияние механизация технологических процессов оказывает на качество выполнения ТО и Р. Особенно это характерно для контрольно-диагностических, моечно-заправочных, уборочно-моечных, монтажно-демонтажных работ.

В свою очередь улучшение качества способствует повышению надежности работы автомобиля на линии, сокращению потока отказов и, следовательно, сокращению объема выполняемых работ, уменьшению потребного числа ремонтных рабочих, времени простоя автомобилей в ТО и ремонте и

в ожидании ТО и ремонта, увеличению времени работы автомобиля на линии.

Улучшение условий труда ремонтных рабочих является одной из основных задач, решаемых при механизации технологических процессов ТО и Р подвижного состава. Пока еще велика доля технологических операций, выполняемых с применением неквалифицированного ручного труда, главным образом тяжелого, однако образного, утомительного и вредного для здоровья ремонтных рабочих. К таким операциям относятся, прежде всего, демонтаж, монтаж и внутригаражная транспортировка узлов и агрегатов грузовых автомобилей и автобусов (передний и задний мосты, двигатель, редуктор, коробка передач (КП), рессоры и другие), уборка и мойка салонов автобусов, кузовов грузовых автомобилей, мойка автомобилей всех типов и автобусов, вулканизация покрышек и другие.

Механизация этих работ, с одной стороны, способствует росту производительности труда ремонтных рабочих и повышению качества выполнения ими ТО и Р автомобилей (за счет меньшей утомляемости и повышения работоспособности), что влечет за собой сокращение потребного числа ремонтных рабочих, сокращение времени простоя автомобилей в ТО и ремонте и в ожидании ТО и ремонта, увеличение времени работы автомобиля на линии.

С другой стороны, механизация тяжелых и вредных работ позволяет снизить число случаев производственного травматизма и профессиональных заболеваний у ремонтных рабочих и связанные с ними потери рабочего времени.

Социальное значение механизации ТО и Р выражается в улучшении условий труда рабочих, уменьшении текучести кадров, во всестороннем и всеобщем повышении культурно-технического уровня ремонтных рабочих.

Улучшение условий труда ремонтных рабочих при механизации достигается за счет организации рабочих мест (выбор и рациональная расстановка

технологического оборудования в соответствии с требованиями научной организации труда). При этом большое значение имеет эксплуатационная технологичность используемого оборудования, т.е. удобство его использования при ТО и Р автомобилей и тракторов.

Уменьшение текучести кадров при механизации происходит за счет удовлетворенности работающих характером и условиями труда. Следствием этого является повышение производительности труда ремонтных рабочих, улучшение качества выполняемых ими работ за счет роста их профессиональной квалификации.

Перед началом проведения работ по механизации технологических процессов ТО и Р автомобилей и тракторов особую важность имеет оценка конечных результатов механизации, т.е. ее влияние на показатели деятельности предприятия.

1. АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ РЕГЕНЕРАЦИИ ЭЛЕКТРОЛИТА

1.1. Необходимость разработки конструкции для регенерации электролита

Перед началом проведения работ по механизации технологических процессов ТО и Р автомобилей и тракторов особую важность имеет оценка конечных результатов механизации, т.е. ее влияние на показатели деятельности предприятия.

Комплексная механизация и автоматизация позволяют:

- снизить трудоемкость и себестоимость ТО и Р подвижного состава;
- улучшить качество их выполнения;
- сократить требуемое число ремонтных рабочих;
- снизить простои автомобилей в ТО и Р;
- увеличить время работы автомобилей на линии;
- улучшить показатели деятельности автопредприятия (коэффициент технической готовности, коэффициент выпуска и др.).

НИИАТом были проведены исследования по определению влияния уровня обеспеченности предприятий технологическим оборудованием на такие показатели деятельности автотранспортных предприятий, как число ремонтных рабочих на 100 тракторов, коэффициент технической готовности (КТГ) парка тракторов, коэффициент выпуска парка, расход запчастей и топливно-смазочных материалов. При этом уровень обеспеченности оборудованием определялся приведенной стоимостью технологического оборудования на 100 автомобилей.

Для сравнительной оценки были взяты 40 грузовых и 40 автобусных парков, причем списочный подвижной состав колебался от 65 до 716 единиц. Весь парк был подвергнут подробному обследованию с целью сбора необходимых данных.

Результаты проведенного анализа говорят о заметном влиянии уровня обеспеченности парка технологическим оборудованием на показатели, характеризующие результаты их деятельности. С ростом оснащенности парка технологическим оборудованием значительно уменьшается требуемое число ремонтных рабочих на 100 тракторов, резко возрастают КТГ и коэффициент выпуска парка (за счет сокращения дней простоя в ремонте и в ожидании ремонта), что, в конечном итоге, приводит к снижению величины фонда заработной платы и повышению доходов предприятия.

1.2 Анализ конструкцией приспособлений для фильтрации отработанного электролита аккумуляторных батарей

Изобретение относится к прикладной электрохимии, в частности к эксплуатации химических источников тока, и может быть использовано при ремонте щелочных аккумуляторов. Техническим результатом изобретения является разработка экологически чистой, высокопроизводительной и экономически эффективной технологии регенерации щелочного аккумуляторного электролита. Согласно изобретению способ регенерации щелочного аккумуляторного электролита включает последовательные стадии механической фильтрации, разбавления электролита дистиллированной водой, декарбонизации и концентрирования очищенного электролита. Исходный электролит разбавляют до концентрации 30-50 г/л, стадию декарбонизации разбавленного электролита осуществляют путем пропускания его через анионит ав-17 в OH^- -форме, регенерацию которого проводят чистым аккумуляторным электролитом плотностью 1,21-1,25 г/см³ с последующей переработкой регенерата. Стадию концентрирования очищенного аккумуляторного электролита целесообразно проводить путем двухступенчатого электролиза с получением рассола плотностью 1,17-1,18 г/см³ и диглоата, возвращаемого на предшествующую стадию технологической цепочки.

Изобретение относится к области прикладной электрохимии, в частности к эксплуатации химических источников тока, и может быть использовано при ремонте щелочных аккумуляторов. Кроме того, изобретение может быть использовано в химической промышленности при декарбонизации растворов гидроокисей щелочных металлов.

Известен химический способ регенерации щелочного электролита с использованием гидроокиси бария. Гидроокись бария растворяют в горячей воде (80-90°C) при интенсивном перемешивании, добавляют в электролит, перемешивают, дают отстояться в течение 12-15 часов и осветлившуюся часть осторожно сливают (Аккумуляторные батареи пассажирских вагонов. Руководство по ремонту N 609 ЦЛ-91 РД, М.: МПС, 1991). Недостатком способа является использование дорогостоящей и вредной для здоровья гидроокиси бария. Кроме того, процесс отстаивания электролита продолжителен.

Известен химический способ регенерации щелочного электролита с использованием окиси кальция, в котором электролит сначала разбавляют дистиллированной водой до плотности 1,05-1,1 г/см³ (в 2,5-4 раза), проводят декарбонизацию окисью кальция с последующим осветлением раствора, а затем концентрируют упариванием до плотности 1,21-1,25 г/см³ (Заявка N 95107318 Россия 6МКИ H 01 M 10/54. Способ регенерации щелочного электролита /Квитко Н.П., Кожевников О.В., Низов В.А.). Недостатком способа является длительность процесса осветления раствора и высокие энергозатраты на упаривание раствора щелочного электролита. Данный способ выбираем за прототип.

Таким образом, задачей изобретения является разработка экологически чистой, высокопроизводительной и экономически эффективной технологии регенерации щелочного аккумуляторного электролита.

Технический результат, достигаемый изобретением, заключается в отказе от использования дорогостоящих и вредных для здоровья химреагентов, а также в сокращении времени регенерации.

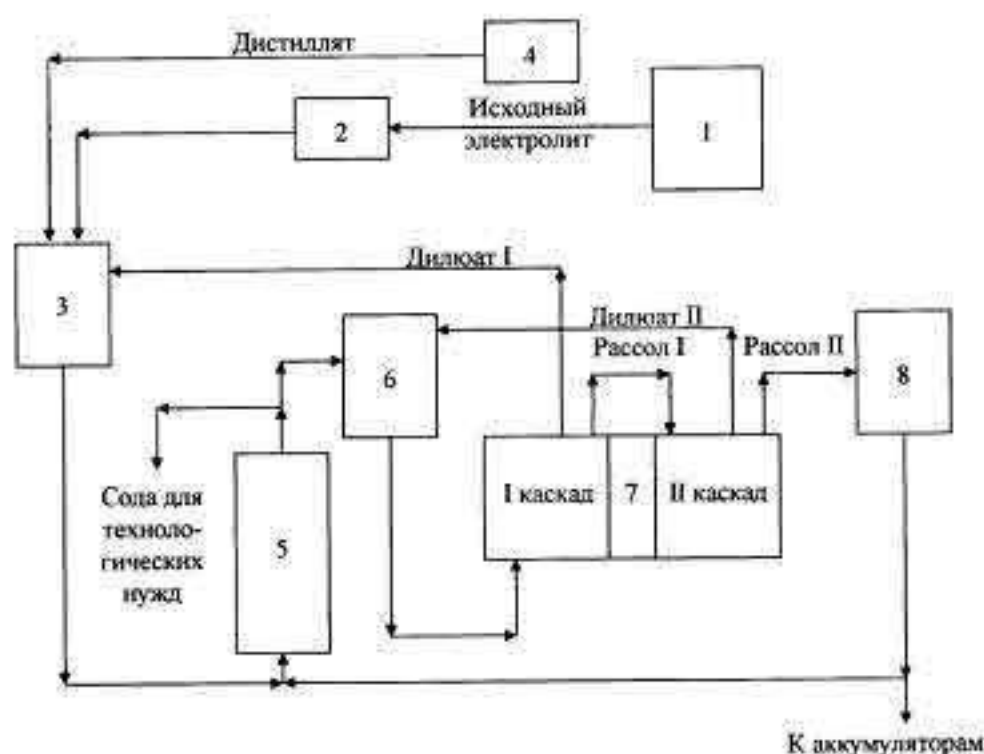
Предлагается способ регенерации щелочного аккумуляторного электролита, включающий, как и прототип, последовательные стадии механической фильтрации, разбавления электролита дистиллированной водой, декарбонизации и концентрирования очищенного электролита. В отличие от прототипа исходный электролит разбавляют в 6-10 раз, а стадию декарбонизации разбавленного электролита осуществляют путем пропускания его через анионит АВ-17 в ОН-форме, регенерацию которого проводят чистым аккумуляторным электролитом плотностью 1,21-1,25 г/см³ с последующей переработкой регенерата.

С целью снижения энергозатрат стадию концентрирования очищенного аккумуляторного электролита целесообразно проводить путем двухступенчатого электродиализа с получением рассола плотностью 1,17-1,18 г/см³ и дилюата, возвращаемого на предшествующую стадию технологической цепочки.

При этом оптимальное соотношение потоков дилюата и рассола ($Q_{\text{дилюат}}/Q_{\text{расс}}$) через электродиализатор на первой стадии концентрирования составляет (4-5):1, а на второй стадии (2-2,5):1.

Дистиллированную воду для разбавления исходного электролита можно получать путем электродиализа.

В дальнейшем суть предлагаемого изобретения поясняется описанием технологической схемы (чертеж) и примерами конкретного исполнения способа.



На чертеже представлена технологическая схема процесса регенерации щелочного аккумуляторного электролита. Исходный отработанный электролит из бака 1 через блок механической фильтрации 2 поступает в бак 3, где разбавляется в 6-10 раз дистиллятом, поступающим из блока электрохимической деминерализации воды 4. Диапазон разбавления был определен экспериментально и определялся требованием высокого качества очистки электролита при минимальном разбавлении. Из бака 3 разбавленный электролит подается на установку регенерации 5, заполненную анионитом АВ-17 в OH^- форме. Карбонат-ионы CO_3^{2-} при указанной концентрации электролита вытесняют из смолы ионы OH^- , раствор очищается от карбонатов и поступает в бак очищенного разбавленного электролита 6. Из бака 6 электролит поступает в двухступенчатый электрохимический концентратор 7, состоящий из двух электродиализаторов. Концентратор состоит из двух ступеней, т. к. необходимо получить максимальную концентрацию KOH в рассоле, при минимальной концентрации KOH в дилуате. Это зависит от соотношения скоростей прокачки электролита через камеры обессоливания и концентрирования. Как показали эксперименты, для первой ступени концентрирования

оптимальное соотношение потоков дилюата и рассола ($Q_{\text{диль}}/Q_{\text{расс}}$) составляет (4-5):1. При этом получается рассол I с концентрацией КОН 120-150 г/л, который подается на вторую ступень концентрирования, и дилюат I с концентрацией КОН 8-10 г/л. Эта концентрация очень мала, поэтому дилюат I возвращается в бак 3 для разбавления исходного электролита. Для второй ступени концентрирования оптимальное соотношение потоков дилюата и рассола ($Q_{\text{диль}}/Q_{\text{расс}}$) составляет (2-2,5): 1. При этом получается рассол II с концентрацией КОН 220-240 г/л, поступающий в бак очищенного концентрированного электролита 8, и дилюат II с концентрацией КОН 50-70 г/л. Эта концентрация близка к исходному разбавленному электролиту, поэтому дилюат II возвращается в бак 6. Регенерированный электролит в баке 8 добавлением чистого КОН доводится до плотности 1,21-1,25 г/см³ и заливается в аккумуляторы.

Регенерация анионита в установке регенерации 5 осуществляется концентрированным электролитом из бака 8, при этом получается раствор соды, который можно использовать для технологических нужд, например, мыть сильно загрязненных поверхностей. После регенерации анионит промывается дистиллированной водой и вновь готов к использованию.

Предлагаемый способ регенерации щелочного аккумуляторного электролита является безреагентным, в нем используется только дистиллированная вода и не образуется токсичных отходов.

Пример 1. Для декарбонизации электролита использовалась стеклянная колонка диаметром 3,6 см и высотой 80 см. Общий объем колонки 280 см³. Объем, занимаемый смолой, 168 см³. Объем, занимаемый раствором, 112 см³. Емкость колонки по ионам CO_3^{2-} , 350 мг-экв, или около 10 г. Были сняты кривые сорбции и регенерации колонки при различных концентрациях гидроксида калия в растворе и постоянной концентрации карбонатов, равной 7 г/л CO_3^{2-} . Данные сведены в таблицу 1.

Таблица 1

Концентрация электролита	Количество CO_3^{2-} , г	
	Поглощено при сорбции, г	Извлечено при регенерации, г
Исходный (300г/л)	0	0
Разбавленный		
в 2 раза (150г/л)	0,85	0,93
в 4 раза (75г/л)	2,6	2,8
в 6 раз (50г/л)	4,3	4,3
в 8 раз (37,5г/л)	6,3	6,1
в 10 раз (30г/л)	9,4	9,4

Как видно из таблицы 1, очистка электролита от карбонатов возможна только при разбавлении исходного электролита в 6-10 раз. При разбавлении менее чем в 6 раз анионит слабо поглощает ионы CO_3^{2-} , вследствие высокой активности ионов OH^- , вытесняющих ионы CO_3^{2-} из смолы. При разбавлении более чем в 10 раз качество очистки увеличивается незначительно, но резко возрастает количество разбавленного электролита, а соответственно, и затраты на его концентрирование. В зависимости от разбавления исходного электролита, т.е. от соотношения концентраций ионов OH^- и CO_3^{2-} , емкость смолы используется на 45-95%. Содержание карбонатов в очищенном разбавленном электролите 0,2-0,6 г/л.

Пример 2. Очищенный от карбонатов разбавленный электролит концентрировался в многокамерном электродиализаторе. Площадь одной мембраны 70 см^2 . Рабочая плотность тока 9-12 мА/см^2 . Производительность аппарата 350 мл/ч. Исходная концентрация КОН в растворе 30 г/л. Была снята зависимость содержания КОН в концентрате от соотношения потоков дилюата и рассола ($Q_{\text{диль}}/Q_{\text{расс}}$). Данные приведены в таблице 2.

Таблица 2

Соотношение $Q_{обесс.}/Q_{расс.}$	Концентрация КОН, г/л	
	Дилуат	Рассол
3 : 1	18,0	113,2
4 : 1	14,5	133,6
5 : 1	9,4	144,4
6 : 1	9,3	145,6

Как видно из таблицы 2, наилучшее соотношение потоков через камеры обессоливания и концентрирования, $Q_{обесс.}/Q_{расс.}$ составляет (4,5):1. При соотношении менее 4:1 степень концентрирования КОН в рассольной камере резко снижается. При соотношении более 5:1 степень концентрирования КОН в рассольной камере увеличивается незначительно, но возрастает количество дилуата, который подлежит повторной обработке. Максимальная концентрация КОН в рассольных камерах электродиализатора после первого каскада концентрирования составляет 120-150 г/л.

Полученный после первого каскада концентрирования рассол направляется на второй каскад. Исходная концентрация КОН 140 г/л. Производительность аппарата 120 мл/ч. Рабочая плотность тока 28- 32 мА/см². Была снята зависимость содержания КОН в рассоле от соотношения потоков дилуата и рассола ($Q_{обесс.}/Q_{расс.}$). Данные приведены в таблице 3.

Таблица 3

Соотношение $Q_{обесс.}/Q_{расс.}$	Концентрация КОН, г/л	
	Дилуат	Рассол
1,5 : 1	78,5	223,5
2 : 1	56,4	233,4
2,5 : 1	54,8	232,6
3 : 1	55,3	232,8

Как видно из таблицы 3, наилучшее соотношение потоков через камеры обессоливания и концентрирования, $Q_{обесс.}/Q_{расс.}$ составляет (2-2,5):1. При соотношении менее 2:1 степень концентрирования КОН в рассольной камере

резко снижается. При соотношении более 2,5:1 степень концентрирования КОН в рассольной камере остается на том же уровне, но возрастает количество дилюата, который подлежит повторной обработке. Максимальная концентрация КОН в рассольных камерах электродиализатора после второго каскада концентрирования составляет 220-240 г/л. Концентрация карбонатов в электролите в конечной стадии обработки составляет 1,5-3,5 г/л. Перед заливкой в аккумуляторы регенерированный электролит доводится до плотности 1,21 - 1,25 г/см³ путем добавления чистого КОН.

Формула изобретения

1. Способ регенерации щелочного аккумуляторного электролита, включающий последовательные стадии механической фильтрации, разбавления электролита дистиллированной водой, декарбонизации и концентрирования очищенного электролита, отличающийся тем, что перед очисткой исходный электролит разбавляют до концентрации 30 - 50 г/л, а стадию декарбонизации разбавленного электролита осуществляют путем пропускания его через анионит АВ-17 в ОН-форме, регенерацию которого проводят чистым аккумуляторным электролитом плотностью 1,21 - 1,25 г/см³ с последующей переработкой регенерата.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что стадию концентрирования очищенного аккумуляторного электролита проводят путем двухступенчатого электродиализа с получением рассола плотностью 1,17 - 1,18 г/см³ и дилюата, возвращаемого на предшествующую стадию технологической цепочки.

3. Способ по п.2, отличающийся тем, что соотношение потоков дилюата и рассола через электродиализатор на первой стадии концентрирования составляет (4 - 5): 1, а на второй стадии (2-2,5): 1.

2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА ТЕХНИКИ В ПТО

Для расчёта производственной программы и объёма работ АТП необходимы следующие исходные данные: тип и количество подвижного состава, среднесуточный пробег автомобилей и их техническое состояние, дорожные и природно-климатические условия эксплуатации, режим работы и режим ТО автомобилей.

2.1. Корректировка нормативной периодичности технического обслуживания и капитального ремонта

Для расчёта производственной программы предварительно необходимо для данного АТП выбрать нормативные значения пробегов подвижного состава до КР и периодичности ТО-1 и ТО-2, которые установлены положением для определённых, наиболее типичных условий, а именно: I категории условий эксплуатации, базовых моделей автомобилей, умеренного климатического района с умеренной агрессивностью окружающей среды.

Для конкретного АТП эти условия могут отличаться, поэтому в общем случае нормируемые пробег $L_n = L_0$ (L_0 - цикловой пробег) и периодичность ТО-1 и ТО-2 L , определяются с помощью коэффициентов, учитывающих категорию условий эксплуатации - k_1 ; модификацию подвижного состава - k_2 ; климатические условия - k_3 , т. е.:

$$L_0 = L_0^{(a)} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3, \quad (2.1)$$

где $L_0^{(a)}$ - нормативный пробег автомобиля до списания, км.

Согласно рекомендациям [], принимаем: для автобус-280 $-k_1=0,8$; $k_2=1$; $k_3=1$; $L_0^{(a)}=400000$ км.; для Грузовые-5320 - $k_1=0,8$; $k_2=1$; $k_3=1$; $L_0^{(a)}=300000$ км.

Тогда пробег до списания L_0 равен:

$$L_0^{\text{автобус}} = 400000 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1 = 320000 \text{ км};$$

$$L_0^{\text{грузовые}} = 300000 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1 = 240000 \text{ км}.$$

Количество дней работы автомобилей за цикл (D_0) рассчитывается по формуле, дн.:

$$D_0 = L_0 / l_{cc}, \quad (2.2)$$

где l_{cc} – среднесуточный пробег автомобилей, км.

Количество дней работы автомобиля за цикл равно:

$$D_0^{\text{автобус}} = 320000 / 205 = 1561 \text{ дн};$$

$$D_0^{\text{грузовые}} = 240000 / 205 = 1171 \text{ дн}.$$

Скорректированный пробег до списания L_0 равен:

$$L_0^{\text{автобус}} = 1561 \cdot 205 = 320005 \text{ км};$$

$$L_0^{\text{грузовые}} = 1171 \cdot 205 = 240055 \text{ км}.$$

Пробег до ТО рассчитывается по формуле (L_i), км.

$$L_i = L_0^{(a)} \cdot k_1 \cdot k_2, \quad (2.3)$$

где $L_0^{(a)}$ – нормативная периодичность ТО i -го вида (ТО-1 или ТО-2).

Принимаем, согласно []: $L_0^{(a)}_{\text{ТО-1 автобус}} = 5000$ км; $L_0^{(a)}_{\text{ТО-1 грузовые}} = 4000$ км;

$L_0^{(a)}_{\text{ТО-2 автобус}} = 20000$ км; $L_0^{(a)}_{\text{ТО-2 грузовые}} = 16000$ км.

Тогда пробег до ТО, равен:

$$L_{\text{ТО-1 автобус}} = 5000 \cdot 0,8 \cdot 1 = 4000 \text{ км};$$

$$L_{\text{ТО-1 грузовые}} = 4000 \cdot 0,8 \cdot 1 = 3200 \text{ км};$$

$$L_{\text{ТО-2 автобус}} = 20000 \cdot 0,8 \cdot 1 = 16000 \text{ км};$$

$$L_{\text{ТО-2 грузовых}} = 16000 \cdot 0,8 \cdot 1 = 12800 \text{ км.}$$

Количество дней работы автомобиля до ТО ($D_{\text{ТО}}$) определяется по формуле:

$$D_{\text{ТО}} = L_i / l_{\text{ср}} \quad (2.4)$$

Количество дней работы до ТО равно:

$$D_{\text{ТО-1 автобус}} = 4000/205 = 20 \text{ дн; } D_{\text{ТО-1 грузовые}} = 3200/205 = 16 \text{ дн;}$$

$$D_{\text{ТО-2 автобус}} = 16000/205 = 78 \text{ дн; } D_{\text{ТО-2 грузовые}} = 12800/205 = 62 \text{ дн.}$$

Скорректированный пробег до ТО равен (L_v), км:

$$L_{\text{ТО-1 автобус}} = 20 \cdot 205 = 4100 \text{ км; } L_{\text{ТО-1 грузовые}} = 16 \cdot 205 = 3280 \text{ км;}$$

$$L_{\text{ТО-2 автобус}} = 78 \cdot 205 = 15990 \text{ км; } L_{\text{ТО-2 грузовые}} = 62 \cdot 205 = 12710 \text{ км.}$$

2.2 Расчёт производственной программы по количеству воздействий

2.2.1. Расчёт производственной программы по количеству воздействий за цикл.

Число технических воздействий на один автомобиль за цикл определяется отношением циклового пробега к пробегу до данного вида воздействий. Так как цикловой пробег L_0 в данной методике расчёта принят равным пробегу L_* автомобиля до КР, то число КР одного автомобиля за цикл будет равно единице, т.е. $N_0 = N_{\text{кр}} = 1$ (N_0 или число списаний автомобиля, т.к. цикловой пробег равен пробегу до списания). В расчёте принято, что при пробеге, равном L_0 , очередное последнее за цикл ТО-2 не проводится и автомобиль направляется на списание (или в КР). Принято, что ЕО разделяется на EO_c (выполняемое ежедневно) и EO_t (выполняемое перед ТО и ТР). Принято также, что в ТО-2 не входит ТО-1.

Таким образом число ТО-1 ($N_{\text{ТО-1}0}$), ТО-2 ($N_{\text{ТО-2}0}$), $EO_c(N_{\text{EO}c0})$, $EO_r(N_{\text{EO}r0})$ за цикл на один автомобиль рассчитывается по формулам:

$$N_{\text{ТО-1}0} = (L_0 / L_{\text{ТО-1}}) \cdot N_{00} \quad (2.5)$$

$$N_{\text{ТО-2}0} = (L_0 / L_{\text{ТО-2}}) \cdot N_{00} \quad (2.6)$$

$$N_{\text{EO}c0} = L_0 / L_{c0} \quad (2.7)$$

$$N_{\text{EO}r0} = (N_{\text{ТО-1}} + N_{\text{ТО-2}}) \cdot 1,6, \quad (2.8)$$

где 1,6 – коэффициент, учитывающий воздействие технических ЕО при ТР.

Число ТО-1 ($N_{\text{ТО-1}0}$), ТО-2 ($N_{\text{ТО-2}0}$), $EO_c(N_{\text{EO}c0})$, $EO_r(N_{\text{EO}r0})$ равно:

$N_{\text{ТО-1автобус}} = (320005 / 4100) - 1 = 77$ ед.; $N_{\text{ТО-1грузовые}} = (240055 / 3280) - 1 = 72$ ед.;

$N_{\text{ТО-2автобус}} = (320005 / 15990) - 1 = 19$ ед.; $N_{\text{ТО-2грузовые}} = (240055 / 12710) - 1 = 18$ ед.;

$N_{\text{EO}c\text{автобус}} = 320005 / 205 = 1561$ ед.; $N_{\text{EO}c\text{грузовые}} = 240055 / 205 = 1171$ ед.;

$N_{\text{EO}r\text{автобус}} = (77 + 19) \cdot 1,6 = 154$ ед.; $N_{\text{EO}r\text{грузовые}} = (72 + 18) \cdot 1,6 = 144$ ед.

2.2.2. Расчёт производственной программы по количеству воздействий за год

Так как пробег автомобиля за год отличается от его пробега за цикл, а производственную программу предприятия обычно рассчитывают за год, то для определения числа ТО за год необходимо сделать соответствующий перерасчёт полученных значений $N_{\text{ТО-1}}$, $N_{\text{ТО-2}}$, $N_{\text{EO}c}$, $N_{\text{EO}r}$ за цикл к значениям $N_{\text{ТО-1}г}$, $N_{\text{ТО-2}г}$, $N_{\text{EO}cг}$, $N_{\text{EO}rг}$ за год по формулам:

$$N_{\text{ТО-1}г} = (L_g / L_{\text{ТО-1}}) \cdot N_{\text{ТО-1}0} \quad (2.9)$$

$$N_{\text{ТО-2}г} = (L_g / L_{\text{ТО-2}}) \cdot N_{\text{ТО-2}0} \quad (2.10)$$

$$N_{\text{вас } r} = L_r / L_{\text{со}} \quad (2.11)$$

$$N_{\text{вот } r} = (N_{\text{то-1}} + N_{\text{то-2}}) \cdot 1,6, \quad (2.12)$$

где L_r –годовой пробег автомобиля, км;

$N_{\text{гок}}$ –количество списаний автомобиля за год, ед.

Годовой пробег автомобиля рассчитывается по формуле:

$$L_r = l_{\text{с}} \cdot D_{\text{раб}} \cdot \alpha_t, \quad (2.13)$$

где $D_{\text{раб}}$ –количество дней работы автомобиля в году, $D_{\text{раб}}=357$;

α_t –коэффициент технической готовности автомобиля.

При проектировании АТП α_t рассчитывается по формуле:

$$\alpha_t = \frac{1}{1 + l_{\text{т}} \cdot \left(\frac{D_{\text{то-тр}} \cdot k_1}{1000} + \frac{D_{\text{кр}}}{L_0} \right)}, \quad (2.14)$$

где $D_{\text{то-тр}}$ –количество дней простоя автомобиля в ТО и ТР на 1000 км пробега, принимаем согласно [] $D_{\text{то-тр автобус}}=0,45$; $D_{\text{то-тр грузовой}}=0,43$;

$D_{\text{кр}}$ –количество дней простоя в КР, принимаем: $D_{\text{кр}}=25$ дней.

Коэффициент α_t равен:

$$\alpha_{\text{автобус}} = \frac{1}{1 + 205 \cdot \left(\frac{0,45 \cdot 1}{1000} + \frac{25}{320005} \right)} = 0,902;$$

$$\alpha_{\text{грузовой}} = \frac{1}{1 + 205 \cdot \left(\frac{0,43 \cdot 1}{1000} + \frac{25}{240055} \right)} = 0,901.$$

Годовой пробег автомобиля равен:

$$L_{\text{автобус}} = 205 \cdot 357 \cdot 0,902 = 66013 \text{ км}; \quad L_{\text{грузовой}} = 205 \cdot 357 \cdot 0,901 = 65940 \text{ км}.$$

Тогда количество $N_{\text{то-1г}}$, $N_{\text{то-2г}}$, $N_{\text{васг}}$, $N_{\text{вотг}}$:

$$\begin{aligned}
 N_{\text{гавтобус}} &= 66013 / 320005 = 0,206; & N_{\text{ггрузовые}} &= 65940 / 240055 = 0,275; \\
 N_{\text{та-2автобус}} &= 66013 / 15990 \cdot 0,206 = 4 \text{ ед.}; & N_{\text{та-2грузовые}} &= 65940 / 12710 \cdot 0,275 = 5 \text{ ед.}; \\
 N_{\text{та-1автобус}} &= 66013 / 4100 \cdot 0,206 = 16 \text{ ед.}; & N_{\text{та-1грузовые}} &= 65940 / 3280 \cdot 0,275 = 20 \text{ ед.}; \\
 N_{\text{васавтобус}} &= 66013 / 205 = 322 \text{ ед.}; & N_{\text{васгрузовые}} &= 65940 / 205 = 322 \text{ ед.}; \\
 N_{\text{ваттавтобус}} &= (16+4) \cdot 1,6 = 32 \text{ ед.}; & N_{\text{ваттгрузовые}} &= (20+5) \cdot 1,6 = 40 \text{ ед.}
 \end{aligned}$$

2.2.3. Количество технического обслуживания для групп автомобилей

Количество ТО для групп автомобилей рассчитывается по формуле ($N_{\text{та,г}}$), ед:

$$N_{\text{та,г}} = N_{\text{та,г}} \cdot A_u, \quad (2.15)$$

где A_u – списочное кол-во автомобилей, ед.

Количество ТО для групп автомобилей $N_{\text{та,г}}$:

$$N_{\text{та-2автобус}} = 95 \cdot 4 = 380 \text{ ед.}; \quad N_{\text{та-2грузовые}} = 85 \cdot 5 = 425 \text{ ед.}$$

Результаты расчётов заносим в таблицу 2.1.

Таблица 2.1-Количество ТО для групп автомобилей за год

Показатель	автобус	Грузовые	Всего по АТП
$N_{\text{та-2}}$	380	425	805
$N_{\text{та-1}}$	1520	1700	3220
$N_{\text{вас}}$	30590	27370	57960
$N_{\text{ват}}$	3040	3400	6440

2.2.4. Количество диагностических воздействий за год по маркам автомобилей

Согласно Положению, диагностирование как отдельный вид обслуживания не планируется, и работы по диагностированию подвижного состава входят в объём работ ТО и ТР. При этом в зависимости от метода организации диагностирование автомобилей может производиться на отдельных постах или быть совмещено с процессом ТО, поэтому в данном случае число диагностических воздействий определяется для последующего расчёта постов диагностирования и его организации. На АПТ в соответствии с Положением предусматривается диагностирование подвижного состава Д1 и Д2.

Диагностирование Д1 предназначено главным образом для определения технического состояния агрегатов, узлов и систем автомобиля, обеспечивающих безопасность движения. Д1 предусматривается для автомобилей при ТО-1, после ТО-2 (по узлам и системам, обеспечивающим безопасность движения, для проверки качества работ и заключительных регулировок) и при ТР (по узлам, обеспечивающим безопасность движения). Число автомобилей, диагностируемых при ТР согласно опытным данным и нормам проектирования ОНТП-АТП-СТО-80 принято равным 10% от программы ТО-1 за год. Диагностирование Д2 предназначено для определения мощностных и экономических показателей автомобиля, а также для выявления объёмов ТР. Д2 проводится с периодичностью ТО-2 и в отдельных случаях при ТР. Число автомобилей, диагностируемых при ТР принято равным 20% от годовой программы ТО-2. Таким образом, количество Д1 ($N_{Д.1}$) и Д2 ($N_{Д.2}$) рассчитывается по формулам:

$$\sum N_{Д.1} = 1,1 \cdot N_{ТО-1} + N_{ТР.2} \quad (2.16)$$

$$\sum N_{Д.2} = 1,2 \cdot N_{ТО-2} \quad (2.17)$$

где 1,1 и 1,2 –коэффициенты учитывающие число автомобилей диагностируемых при ТР.

Количество диагностических воздействий $\sum N_{Д-1}$, $\sum N_{Д-2}$ равно:

$$\sum N_{Д-1 \text{ автобус}} = 1,1 \cdot 1520 + 380 = 2052 \text{ ед}; \quad \sum N_{Д-1 \text{ грузовые}} = 1,1 \cdot 1700 + 425 = 2295 \text{ ед};$$

$$\sum N_{Д-2 \text{ автобус}} = 1,2 \cdot 380 = 456 \text{ ед}; \quad \sum N_{Д-2 \text{ грузовые}} = 1,2 \cdot 425 = 510 \text{ ед}.$$

2.2.5. Определение суточной программы по технического обслуживания и диагностике

Суточная производственная программа является критерием выбора метода организации ТО (на универсальных постах или поточных линиях) и служит исходным показателем для расчета числа постов и линий ТО. По видам ТО и диагностике суточная производственная программа рассчитывается по формуле:

$$N_{\text{сут}} = N_{\text{го.д}} / D_{\text{раб}}, \quad (2.18)$$

По видам ТО и диагностике $N_{\text{сут}}$ равна:

$$N_{\text{сут ТО-2 автобус}} = 380 / 357 = 1,06 \text{ ед};$$

$$N_{\text{сут ТО-2 грузовые}} = 425 / 357 = 1,19 \text{ ед}.$$

Результаты вычислений заносим в таблицу 2.2.

Таблица 2.2-Суточная программа по ТО и диагностике

Показатель	автобус-280	Грузовые-5320	Всего по АТП
$N_{\text{сут ТО-2}}$, ед	1,06	1,19	2
$N_{\text{сут ТО-1}}$, ед	4,3	4,8	9
$N_{\text{сут Д-1}}$, ед	5,7	6,4	12
$N_{\text{сут Д-2}}$, ед	1,3	1,4	3

2.3 Расчёт годового объёма работ по техническому обслуживанию и текущему ремонту

2.3.1. Расчёт нормативных трудоёмкостей технического обслуживания

Расчётная нормативная скорректированная трудоёмкость EO_c и EO_r (в человеко-часах) рассчитывается по формуле [4, с.11]:

$$t_{EOc} = t^{(a)}_{EOc} \cdot k_2, \quad (2.19)$$

$$t_{EOr} = t^{(a)}_{EOr} \cdot k_2, \quad (2.20)$$

где $t^{(a)}_{EOc}$, $t^{(a)}_{EOr}$ – нормативная трудоёмкость EO_c и EO_r , чел·ч.

Принимаем согласно [2, с.8]: $t^{(a)}_{EOc \text{ автобус}} = 0,4$ чел·ч; $t^{(a)}_{EOc \text{ грузовые}} = 0,18$ чел·ч; $t^{(a)}_{EOr} = 0,5$ $t^{(a)}_{EOc}$.

Скорректированная нормативная трудоёмкость EO равна:

$$t_{EOc \text{ автобус}} = 0,4 \cdot 1 = 0,4 \text{ чел·ч}; \quad t_{EOc \text{ грузовые}} = 0,18 \cdot 1 = 0,18 \text{ чел·ч};$$

$$t_{EOr \text{ автобус}} = 0,2 \cdot 1 = 0,2 \text{ чел·ч}; \quad t_{EOr \text{ грузовые}} = 0,09 \cdot 1 = 0,09 \text{ чел·ч};$$

$$t_{EO \text{ автобус}} = 0,4 + 0,2 = 0,6 \text{ чел·ч}; \quad t_{EO \text{ грузовые}} = 0,18 + 0,09 = 0,27 \text{ чел·ч}.$$

Скорректированная нормативная трудоёмкость $TO-1$ и $TO-2$ рассчитывается по формуле:

$$t_i = t^{(a)}_i \cdot k_1 \cdot k_4, \quad (2.21)$$

где $t^{(a)}_i$ – нормативная трудоёмкость $TO-1$ и $TO-2$, чел·ч;

k_4 – коэффициент учитывающий число технологически совместимых групп ПС, принимаем согласно [4, с.32] $k_4 = 1,19$.

Скорректированная нормативная трудоёмкость $TO-1$ и $TO-2$ равна:

$$t_{TO-1 \text{ автобус}} = 18 \cdot 1 \cdot 1,19 = 21,42 \text{ чел·ч}; \quad t_{TO-1 \text{ грузовые}} = 5,7 \cdot 1 \cdot 1,19 = 6,8 \text{ чел·ч};$$

$$t_{TO-2 \text{ автобус}} = 72 \cdot 1 \cdot 1,19 = 85,7 \text{ чел·ч}; \quad t_{TO-2 \text{ грузовые}} = 21,6 \cdot 1 \cdot 1,19 = 25,7 \text{ чел·ч}.$$

Удельная скорректированная нормативная трудоёмкость ТР ($t_{ТР}$) определяется по формуле [4, с.42], чел·ч на 1000 км пробега:

$$t_{ТР} = t^{(н)}_{ТР} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5, \quad (2.22)$$

где $t^{(н)}_{ТР}$ – удельная нормативная трудоёмкость ТР, $t^{(н)}_{ТР\text{автобус}} = 6,2$ чел·ч/1000 км; $t^{(н)}_{ТР\text{грузовые}} = 6$ чел·ч/1000 км;

k_5 – коэффициент учитывающий условия хранения, $k_5 = 0,99$ (открытое хранение автомобилей с учётом того, что часть из них находится в ТО, ТР).

Удельная нормативная скорректированная трудоёмкость ($t_{ТР}$) равна:

$$t_{ТР\text{автобус}} = 6,2 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,19 \cdot 0,99 = 8,8 \text{ чел·ч/1000 км};$$

$$t_{ТР\text{грузовые}} = 6 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,19 \cdot 0,99 = 8,5 \text{ чел·ч/1000 км}.$$

2.3.2. Определение годового объёма работ по техническому обслуживанию и текущему ремонту

Объём работ по ЕО_о, ЕО_т, ТО-1 и ТО-2 ($T_{ЕО\text{о}}$, $T_{ЕО\text{т}}$, $T_{ТО-1}$, $T_{ТО-2}$) за год определяется произведением числа ТО на нормативное скорректированное значение трудоёмкости данного вида ТО по формуле [4, с.42]:

$$T_{ЕО,ТО} = N_{ЕО,ТО} \cdot t, \quad (2.23)$$

$$T_{ЕО\text{с автобус}} = 30590 \cdot 0,4 = 12236 \text{ чел·ч}, \quad T_{ЕО\text{с грузовые}} = 322 \cdot 0,18 = 4927 \text{ чел·ч}.$$

Годовой объём работ по ТР равен:

$$T_{ТР} = L_r \cdot A_u \cdot t_{ТР} / 1000, \quad (2.24)$$

$$T_{ТР\text{автобус}} = 8,8 \cdot 66013 \cdot 95 / 1000 = 55187 \text{ чел·ч},$$

$$T_{\text{тр.г.грузовые}} = 8,5 \cdot 65940 \cdot 85/1000 = 47642 \text{ чел.ч.}$$

Результаты вычислений сводим в таблицу 2.3.

Таблица 2.3-Годовой объём работ по ТО и ТР

Показатель	автобус-280	Грузовые- 5320	Всего по АТП
$T_{\text{вос.}}, \text{чел.ч}$	12236	4927	17163
$T_{\text{вот.}}, \text{чел.ч}$	608	306	914
$T_{\text{то-1}}, \text{чел.ч}$	32558	11560	44118
$T_{\text{то-2}}, \text{чел.ч}$	32566	10923	43489
$T_{\text{тр.}}, \text{чел.ч}$	55187	47642	102829

Суммарная трудоёмкость ТО и ТР равна:

$$\sum T_{\text{то.тр}} = 17163 + 914 + 44118 + 43489 + 102829 = 208513 \text{ чел.ч.}$$

2.4 Распределение объёма работ по техническому обслуживанию и текущему ремонту по производственным зонам и участкам

Распределение объёма работ ЕО, ТО и ТР по видам работ %, согласно ОНТП-01-91 производим в таблице 2.4.

Таблица 2.4 -Распределение объёма работ ЕО, ТО и ТР по видам работ

Вид работ ТО и ТР	автобус		Грузовые	
	%	Трудоём- кость, чел.ч	%	Трудоём- кость, чел.ч
ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ				
ЕО _c (выполняются ежедневно):				
-уборочные	20	2447,2	14	689,78

Вид работ ТО и ТР	автобус		Грузовые	
	%	Трудоём- кость, чел.ч	%	Трудоём- кость, чел.ч
-моечные	10	1223,6	9	443,43
-заправочные	11	1345,96	14	689,78
-контрольно- диагностиче- ские	12	1468,32	16	788,32
-ремонтные	47	5750,92	47	2315,69
Итого:	100	12236	100	4927
ЕО _т (выполняются перед ТО и ТР):				
-уборочные	55	334,4	40	122,4
-моечные	45	273,6	60	183,6
Итого:	100	608	100	306
ТО-1:				
-общее диагно- стирование Д1	8	2604,64	10	1156
-крепежные, регулирующе- вые, смазочные	92	29953,36	90	10404
Итого:	100	32558	100	11560
ТО-2:				
-углублённое диагностирова- ние	7	2279,62	10	1092,3
-крепежные, регулирующе- вые, смазочные	93	30286,38	90	9830,7

Вид работ ТО и ТР	автобус		Грузовые	
	%	Трудоём- кость, чел.ч	%	Трудоём- кость, чел.ч
Итого:	100	32566	100	10923
ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ				
Постовые работы:				
-общее диагно- стирование Д1	1	551,87	1	476,42
- углублённое диагностирова- ние Д2	1	551,87	1	476,42
- регулирующ- ные, разбороч- но-сборочные	27	14900,49	35	16674,7
-сварочные:				
а) с металли- ческим кузовом	5	2759,35	4	1905,68
б) с металло- деревянным	-	-	-	-
в) с деревян- ным	-	-	-	-
-жестяницкие:				
а) с металличе- ским кузовом	2	1103,74	3	1429,26
б) с металло- деревянным	-	-	-	-
в) с деревян- ным	-	-	-	-

Вид работ ТО и ТР	автобус		Грузовые	
	%	Трудоём- кость, чел.ч	%	Трудоём- кость, чел.ч
- деревООобраба- тываю щие: а) с металло- деревянным б) с деревян- ным	- -	- -	- -	- -
-окрасочные	8	4414,96	6	2858,52
Итого по по- стам:	44	24282,28	50	23821
Участковые работы:				
-агрегатные	17	9381,79	18	8575,56
-слесарно- механические	8	4414,96	10	4764,2
электротехни- ческие	7	3863,09	5	2382,1
аккумулятор- ные	2	1103,74	2	952,84
-ремонт прибо- ров системы питания	3	1655,61	4	1905,68
пиномонтаж- ные	2	1103,74	1	476,42

Вид работ ТО и ТР	автобус		Грузовые	
	%	Трудоём- кость, чел·ч	%	Трудоём- кость, чел·ч
вулканизаци- онные	1	551,87	1	476,42
-кузнечно- рессорные	3	1655,61	3	1429,26
-медницкие	2	1103,74	2	952,84
-сварочные	2	1103,74	1	476,42
-жестяницкие	2	1103,74	1	476,42
-арматурные	3	1655,61	1	476,42
-обойные	3	1655,61	1	476,42
Итого по участкам:	56	30904,72	50	23821
Всего по ТР	100	55187	100	47642

Годовой объём вспомогательных работ составит:

$$T_{всп} = 0,25 \cdot \sum T_{ТО-ТР} \quad (2.25)$$

Годовой объём $T_{всп}$ равен:

$$T_{всп} = 0,25 \cdot 208513 = 52128,25 \text{ чел·ч.}$$

Распределение объёма вспомогательных работ по видам производим в таблице 2.5 (по ОНТП-01-91) [2, с.19].

Таблица 2.5-Распределение объема вспомогательных работ по видам работ

Вид работ	%	Трудоём- кость, чел.ч
Ремонт и обслуживание технологического оборудования, оснастки, инструмента	20	10425,65
Ремонт и обслуживание инженерного оборудования, сетей и коммуникаций	15	7819,2375
Транспортные	10	5212,825
Перегон автомобилей	15	7819,2375
Приёмка, хранение и выдача материальных ценностей	15	7819,2375
Уборка производственных помещений и территорий	20	10425,65
Обслуживание компрессорного оборудования	5	2606,4125
Итого:	100	52128,25

2.4 Расчёт численности производственных рабочих

К производственным рабочим относятся рабочие зон и участков, непосредственно выполняющие работы по ТО и ТР подвижного состава. Различают технологически необходимое (явочное) и штатное (списочное) число рабочих. Технологически необходимое число рабочих обеспечивает выполнение суточной, а штатное- годовой производственных программ по ТО и ТР [4, с. 46].

Технологически необходимое (P_T) и штатное ($P_{шт}$) число рабочих рассчитывается по формулам:

$$P_T = T_{год} / \Phi_T, \quad (2.26)$$

$$P_{шт} = T_{год} / \Phi_{шт}, \quad (2.27)$$

где $T_{год}$ –годовой объём работ по зоне ТО иТР или участку, чел·ч;

Φ_T –годовой фонд времени технологически необходимого рабочего, ч;

$\Phi_{шт}$ –годовой фонд времени штатного рабочего, ч.

В практике проектирования для расчёта технологически необходимого числа рабочих годовой фонд времени Φ_T принимают 2070 ч. –для производств с нормальными условиями труда, 1830 ч. –для производств с вредными условиями труда [4, с. 47]. Годовой фонд времени штатного рабочего определяет фактическое время отработанное исполнителем непосредственно на рабочем месте. Фонд времени штатного рабочего $\Phi_{шт}$ меньше фонда технологического рабочего Φ_T за счёт выходных, праздничных дней, отпусков и невыходов рабочих по уважительным причинам (выполнение государственных обязанностей, по болезням и др.), принимаем: $\Phi_{штм} = 1610$ ч. –для маляров; $\Phi_{штост} = 1820$ ч. –для всех остальных рабочих [4, с. 48].

Для зоны ЕО количество рабочих равно:

$$P_T = (12236 + 4927 + 608 + 306) / 2070 = 9 \text{ чел};$$

$$P_{шт} = (12844 + 5233) / 1820 = 10 \text{ чел}.$$

Для зоны ТО-1 количество рабочих равно:

$$P_T = (32558 + 11560) / 2070 = 21 \text{ чел};$$

$$P_{шт} = (32558 + 11560) / 1820 = 24 \text{ чел}.$$

Для зоны ТО-2 количество рабочих равно:

$$P_T = (22566 + 10923) / 2070 = 16 \text{ чел};$$

$$P_{шт} = (22566 + 10923) / 1820 = 18 \text{ чел}.$$

Годовой фонд времени технологического рабочего на постах ТР рассчитывается по формуле:

$$\Phi_T = (\Phi_{T_{п.у.}} \cdot a + \Phi_{T_{п.р.у.}} \cdot b) / (a + b), \quad (2.28)$$

где a, b – число работ с нормальными и вредными условиями труда, % (см. п.1.4).

Годовой фонд времени Φ_r на постах ТР:

$$\Phi_{\text{тавтобус}} = (2070 \cdot 31 + 1830 \cdot (5+8)) / 44 = 1999 \text{ час};$$

$$\Phi_{\text{грузовые}} = (2070 \cdot 40 + 1830 \cdot (4+6)) / 50 = 2022 \text{ час}.$$

Годовой фонд времени штатного рабочего на постах ТР рассчитывается по формуле:

$$\Phi_{\text{ш}} = (\Phi_{\text{ш ост}} \cdot c + \Phi_{\text{ш в}} \cdot d) / (c + d), \quad (2.29)$$

где c, d – количество работ всех рабочих и маляров, % (п. 1.4).

Годовой фонд времени $\Phi_{\text{ш}}$ на постах ТР:

$$\Phi_{\text{ш тавтобус}} = (1820 \cdot 36 + 1610 \cdot 8) / 44 = 1782 \text{ час};$$

$$\Phi_{\text{ш грузовые}} = (1820 \cdot 44 + 1610 \cdot 6) / 50 = 1795 \text{ час}.$$

Для постов ТР количество рабочих равно:

$$R_{\text{тавтобус}} = 24282,28 / 1999 = 12 \text{ чел};$$

$$R_{\text{ш грузовые}} = 23821 / 2022 = 12 \text{ чел};$$

$$R_{\text{ш тавтобус}} = 24282,28 / 1782 = 14 \text{ чел};$$

$$R_{\text{ш грузовые}} = 23821 / 1795 = 13 \text{ чел}.$$

Годовой фонд времени технологического рабочего на участки ТР рассчитывается по формуле (1.28):

$$\Phi_{\text{ш тавтобус}} = (2070 \cdot 47 + 1830 \cdot (2+3+2+2)) / 56 = 2031,4 \text{ час};$$

$$\Phi_{\text{ш грузовые}} = (2070 \cdot 42 + 1830 \cdot (2+3+2+1)) / 50 = 2031,6 \text{ час}.$$

Для участков ТР кол-во рабочих равно:

$$R_{\text{ш тавтобус}} = 15 \text{ чел}; R_{\text{ш грузовые}} = 12 \text{ чел}; R_{\text{т}} = 27 \text{ чел};$$

$$R_{\text{ш тавтобус}} = 11 \text{ чел}; R_{\text{ш грузовые}} = 16 \text{ чел}; R_{\text{ш}} = 27 \text{ чел}.$$

Таким образом, общее количество рабочих на ТО и ТР составит:

-технически необходимое 97 чел;

-штатное 106 чел.

2.5 Технологический расчёт производственных зон, участков и складов

2.5.1 Расчёт постов и поточных линий

Более 50% объёма работ по ТО и ТР выполняется на постах. Поэтому в технологическом проектировании этот этап имеет важное значение, так как число постов в последующем во многом определяет выбор объёмно-планировочного решения предприятия.

2.5.2 Расчёт числа отдельных постов ТО

Исходными величинами для расчёта числа постов обслуживания служат ритм производства и такт поста.

Ритм производства R_p — это время, приходящееся в среднем на выпуск одного автомобиля из данного вида ТО, или интервал времени между выпусками двух последовательно обслуживаемых автомобилей из данной зоны [4, с. 52]:

$$R_p = 60 \cdot T_{см} \cdot c / (N_{сч} \cdot \varphi), \quad (2.30)$$

где $T_{см}$ — продолжительность смены, час;

c — число смен;

$N_{сч}$ — суточная производственная программа, ед.

φ — коэффициент, учитывающий неравномерность поступления автомобилей на пост.

Такт поста τ представляет собой время занятости поста. Оно складывается из времени простоя автомобиля под обслуживанием на данном посту и

времени, связанного с установкой автомобиля на пост, вывешиванием его на подъёмнике и т.п. [4, с. 53]:

$$\tau_i = 60 \cdot t_i / P_{\text{п}} + t_{\text{п}}, \quad (2.31)$$

где t_i – трудоёмкость работ данного вида обслуживания, выполняемого на посту, чел·ч;

$t_{\text{п}}$ – время, затрачиваемое на передвижение автомобиля при установке его на пост и съезд с поста, мин;

$P_{\text{п}}$ – число рабочих, одновременно работающих на посту.

Для расчёта ритма производства принимаем [4, с. 53]: $T_{\text{см}} = 7$ час, $c = 2$ – для всех постов, $\varphi_{\text{вп}} = 1,4$; $\varphi_{\text{та,д}} = 1,4$.

Ритм производства R_i , согласно формулы (2.1):

$$R_{\text{впс автобус}} = 60 \cdot 7 \cdot 2 / (30590 / 357 \cdot 1,4) = 7,8 \text{ мин};$$

$$R_{\text{впс грузовые}} = 60 \cdot 7 \cdot 2 / (27370 / 357 \cdot 1,4) = 8,8 \text{ мин};$$

$$R_{\text{впс автобус}} = 60 \cdot 7 \cdot 2 / (3040 / 357 \cdot 1,4) = 79 \text{ мин};$$

$$R_{\text{впс грузовые}} = 60 \cdot 7 \cdot 2 / (3400 / 357 \cdot 1,4) = 70,6 \text{ мин};$$

$$R_{\text{та-автобус}} = 60 \cdot 8 \cdot 1 / (1520 / 357 \cdot 1,4) = 90 \text{ мин};$$

$$R_{\text{та-грузовые}} = 60 \cdot 8 \cdot 1 / (1700 / 357 \cdot 1,4) = 80 \text{ мин};$$

$$R_{\text{та-автобус}} = 60 \cdot 8 \cdot 1 / (380 / 357 \cdot 1,4) = 360,7 \text{ мин};$$

$$R_{\text{та-грузовые}} = 60 \cdot 8 \cdot 1 / (425 / 357 \cdot 1,4) = 322,6 \text{ мин};$$

$$R_{\text{д-автобус}} = 60 \cdot 8 \cdot 1 / (2052 / 357 \cdot 1,4) = 67 \text{ мин};$$

$$R_{\text{д-грузовые}} = 60 \cdot 8 \cdot 1 / (2295 / 357 \cdot 1,4) = 60 \text{ мин};$$

$$R_{\text{д-автобус}} = 60 \cdot 8 \cdot 1 / (456 / 357 \cdot 1,4) = 301 \text{ мин};$$

$$R_{\text{д-грузовые}} = 60 \cdot 8 \cdot 1 / (510 / 357 \cdot 1,4) = 269 \text{ мин}.$$

Для расчёта такта поста принимаем [4, с.53]: $t_{\text{п}} = 2$ мин; такт поста τ согласно формулы (2.2) равен:

$$\tau_{\text{впс автобус}} = 60 \cdot 0,4 \cdot 0,2 / 2 + 2 = 4,4 \text{ мин}, \quad \tau_{\text{впс грузовые}} = 60 \cdot 0,18 \cdot 0,14 / 2 + 2 = 2,8$$

мин;

$T_{\text{вас ж.автобус}} = 60 \cdot 0,4 \cdot 0,1 / 1 + 2 = 4,4$ МИН; $T_{\text{вас ж.грузовые}} = 60 \cdot 0,18 \cdot 0,09 / 1 + 2 = 3$ МИН;

$T_{\text{вас з.автобус}} = 60 \cdot 0,4 \cdot 0,11 / 1 + 2 = 4,6$ МИН; $T_{\text{вас з.грузовые}} = 60 \cdot 0,18 \cdot 0,14 / 1 + 2 = 3,5$ МИН;

$T_{\text{вас в-д.автобус}} = 60 \cdot 0,4 \cdot 0,12 / 1 + 2 = 4,9$ МИН; $T_{\text{вас в-д.грузовые}} = 60 \cdot 0,18 \cdot 0,16 / 1 + 2 = 3,7$ МИН;

$T_{\text{вас р.автобус}} = 60 \cdot 0,4 \cdot 0,47 / 2 + 2 = 7,6$ МИН; $T_{\text{вас р.грузовые}} = 60 \cdot 0,18 \cdot 0,47 / 2 + 2 = 4,5$ МИН;

$T_{\text{вст у.б.автобус}} = 60 \cdot 0,2 \cdot 0,55 / 2 + 2 = 5,3$ МИН; $T_{\text{вст у.б.грузовые}} = 60 \cdot 0,09 \cdot 0,4 / 2 + 2 = 3,1$ МИН;

$T_{\text{вст ж.автобус}} = 60 \cdot 0,2 \cdot 0,45 / 1 + 2 = 7,4$ МИН; $T_{\text{вст ж.грузовые}} = 60 \cdot 0,09 \cdot 0,6 / 1 + 2 = 5,2$ МИН;

$T_{\text{та-1 автобус}} = 60 \cdot 21,42 \cdot 0,92 / 2,5 + 2 = 475$ МИН; $T_{\text{та-1 грузовые}} = 60 \cdot 6,8 \cdot 0,9 / 2,5 + 2 = 149$ МИН;

$T_{\text{та-2 автобус}} = 60 \cdot 85,7 \cdot 0,93 / 3 + 2 = 1596$ МИН; $T_{\text{та-2 грузовые}} = 60 \cdot 25,7 \cdot 0,9 / 2,5 + 2 = 557$ МИН.

Число постов обслуживания $X_{\text{та}}$ равно:

$X_{\text{вас у.б.автобус}} = 4,4 / 7,8 = 0,56$ ед; $X_{\text{вас у.б.грузовые}} = 2,8 / 8,8 = 0,32$ ед;

$X_{\text{вас ж.автобус}} = 4,4 / 7,8 = 0,56$ ед; $X_{\text{вас ж.грузовые}} = 3 / 8,8 = 0,34$ ед;

$X_{\text{вас з.автобус}} = 4,6 / 7,8 = 0,59$ ед; $X_{\text{вас з.грузовые}} = 3,5 / 8,8 = 0,4$ ед;

$X_{\text{вас в-д.автобус}} = 4,9 / 7,8 = 0,63$ ед; $X_{\text{вас в-д.грузовые}} = 3,7 / 8,8 = 0,42$ ед;

$X_{\text{вас р.автобус}} = 7,6 / 7,8 = 0,97$ ед; $X_{\text{вас р.грузовые}} = 4,5 / 8,8 = 0,51$ ед;

$X_{\text{вас АТП автобус}} = 0,56 + 0,56 + 0,59 + 0,63 + 0,97 = 3$ ед;

$X_{\text{вас АТП грузовые}} = 0,32 + 0,34 + 0,4 + 0,42 + 0,51 = 2$ ед;

$X_{\text{та-1 автобус}} = 475 / 90 = 5$ ед; $X_{\text{та-1 грузовые}} = 149 / 80 = 2$ ед;

$X_{\text{та-2 автобус}} = 1596 / 360,7 = 4$ ед; $X_{\text{та-2 грузовые}} = 557 / 322,6 = 2$ ед.

При известном годовом объеме диагностических работ число диагностических постов рассчитывается по формуле [4, с.55]:

$$X_{Д} = T_{Д} / \Phi_{\text{п}} \cdot P_{\text{п}} = T_{Д} / D_{\text{раб.г}} \cdot T_{\text{см}} \cdot \eta_{\text{Д}} \cdot P_{\text{п}} \quad (2.32)$$

где $T_{Д}$ – годовой объём диагностических работ, чел·ч;

$\eta_{\text{Д}}$ – коэффициент использования рабочего времени диагностического поста (0,6÷0,75).

$$X_{Д-1 \text{ автобус}} = (2604,64 + 551,87) / (357 \cdot 8 \cdot 2 \cdot 0,7 \cdot 1) = 0,79;$$

$$X_{Д-1 \text{ грузовик}} = (1156 + 476,42) / (357 \cdot 8 \cdot 2 \cdot 0,7 \cdot 1) = 0,4;$$

$$X_{Д-2 \text{ автобус}} = (2279,62 + 551,87) / (357 \cdot 8 \cdot 2 \cdot 0,7 \cdot 1) = 0,7;$$

$$X_{Д-2 \text{ грузовик}} = (1092,3 + 476,42) / (357 \cdot 8 \cdot 2 \cdot 0,7 \cdot 1) = 0,4.$$

2.5.3. Расчет поточных линий периодического действия

Такие линии используются в основном для ТО-1 и ТО-2. Исходной величиной, характеризующей поток периодического действия, является такт линии. Под тактом линии понимают интервал времени между двумя последовательно сходящими с линии автомобилями, прошедшими данный вид обслуживания.

Такт линии $\tau_{\text{л}}$ рассчитывается по формуле [4, с.55]:

$$\tau_{\text{л}} = 60 \cdot t_{\text{л}} / P_{\text{л}} + t_{\text{п}}, \quad (2.33)$$

где $t_{\text{л}}$ – трудоёмкость работ ТО, чел·ч;

$P_{\text{л}}$ – общее число технологически необходимых рабочих работающих на линии обслуживания;

$t_{\text{п}}$ – время передвижения автомобиля с поста на пост, мин.

Число рабочих на линии обслуживания рассчитывается по формуле [4, с.54]:

$$P_{\text{л}} = X_{\text{л}} \cdot P_{\text{ср}}, \quad (2.34)$$

где P_{cp} – среднее число рабочих на посту линии обслуживания;

x_n – число постов на линии, ед.

Принимаем согласно [4, с.54]: $P_{ср\tau a.1} = P_{ср\tau a.2} = 2$ чел; $x_{ср\tau a.1} = x_{ср\tau a.2} = 3$ ед.

При использовании конвейера время передвижения с поста на пост рассчитывается по формуле [4, с.57]:

$$t_n = (L_a + a) / V_n \quad (2.35)$$

где L_a – габаритная длина автомобиля;

a – расстояние между автомобилями, стоящими на двух последовательных постах, м

V_n – скорость передвижения автомобиля конвейером, м/мин.

Время передвижения t_n равно:

$$t_{\text{автобус}} = (16,5 + 1,5) / 9 = 2 \text{ мин};$$

$$t_{\text{грузовик}} = (7,4 + 1,5) / 9 = 1 \text{ мин}.$$

Такт линии τ_n равен:

$$\tau_{\text{автобус}} = 60 \cdot 21,42 / (3 \cdot 2) + 2 = 216,2;$$

$$\tau_{\text{грузовик}} = 60 \cdot 6,8 / (3 \cdot 2) + 1 = 69.$$

Ритм линии R_n рассчитывается согласно формуле (2.1):

$$R_{\text{автобус}} = 60 \cdot 8 \cdot 1 / (4,26 \cdot 1,25) = 90 \text{ мин};$$

$$R_{\text{грузовик}} = 60 \cdot 8 \cdot 1 / (4,76 \cdot 1,25) = 80 \text{ мин}.$$

Число линий обслуживания m_n рассчитывается по формуле [4, с.57]:

$$m_n = \tau_n / R_n \quad (2.36)$$

Число линий: $m_{\text{автобус}} = 216,2 / 90 = 2$; $m_{\text{грузовик}} = 69 / 80 = 1$.

2.5.4. Расчёт поточных линий непрерывного действия

Такие линии применяются для выполнения уборочно-моечных работ ЕО с использованием механизированных установок для мойки и сушки (обдува) автомобилей.

При полной механизации работ по мойке и сушке автомобиля для обеспечения максимальной производительности линии пропускная способность отдельных постовых установок должна быть равна пропускной способности основной установки для мойки автомобилей. В этом случае такт линии $t_{\text{ЕОМ}}$ рассчитывается [4, с.58]:

$$t_{\text{ЕОМ}} = 60 / N_y, \quad (2.37)$$

где N_y —производительность механизированной моечной установки на линии.

Такт линии $t_{\text{ЕОМ}}$ равен:

$$t_{\text{ЕОМавтобус}} = 60/30 = 2;$$

$$t_{\text{ЕОМгрузовые}} = 60/15 = 4.$$

Ритм линии $R_{\text{ЕО}}$ рассчитывается по формуле [4, с.58]:

$$R_{\text{ЕО}} = 60 \cdot T_{\text{возв}} / (0,7 \cdot N_{\text{ЕОС}}), \quad (2.38)$$

где $T_{\text{возв}}$ —время возврата автомобилей с линии, час. Принимаем согласно [4, с.59]:

$$T_{\text{возвавтобус}} = 3,5 \text{ часа}; T_{\text{возвгрузовые}} = 3,3 \text{ часа};$$

Ритм линии $R_{\text{ЕО}}$ равен:

$$R_{\text{ЕОавтобус}} = 60 \cdot 3,5 / (0,7 \cdot 322) = 0,93 \text{ мин};$$

$$R_{\text{всгруппы}} = 60 \cdot 3,3 / (0,7 \cdot 3,22) = 0,88 \text{ мин.}$$

Число линий обслуживания $m_{\text{ед}}$, согласно формулы (2.7) равно:

$$m_{\text{едавтобус}} = 2 / 0,93 = 2;$$

$$m_{\text{едгруппы}} = 4 / 0,88 = 4.$$

Если на линии работы выполняются вручную, предусматривается механизация моечных работ, остальные выполняются вручную, то такт линии $t_{\text{ед ч.ж.}}$ рассчитывается с учётом скорости перемещения автомобилей (2-3 м/мин), обеспечивающий возможность выполнения работ вручную в процессе движения автомобиля [4, с.59]:

$$t_{\text{ед ч.ж.}} = (L_a + a) / V_{\text{в}}, \quad (2.39)$$

Такт линии равен:

$$t_{\text{ед ч.ж.автобус}} = (16,5 + 1,5) / 3 = 6; \quad t_{\text{ед ч.ж.автобус}} = (7,4 + 1,5) / 3 = 2,97.$$

Количество линий обслуживания $m_{\text{ед ч.ж.}}$, согласно формулы (2.7) равно:

$$m_{\text{ед ч.ж.автобус}} = 6 / 0,93 = 6;$$

$$m_{\text{ед ч.ж.группы}} = 2,97 / 0,88 = 3.$$

2.5.5. Расчёт постов ТР

При этом расчёте число воздействий по ТР неизвестно, поэтому для расчёта числа постов ТР используют годовой объём постовых работ ТР.

Так как работа на постах ТР производится в 2 смены, то расчёт количества постов $X_{\text{ТР}}$ производится по формуле [4, с.60]:

$$X_{\text{ТР}} = \frac{T_{\text{ТР}} \cdot \varphi_{\text{ТР}} \cdot K_{\text{ТР}}}{D_{\text{раб}} \cdot T_{\text{см}} \cdot \eta_n \cdot P_{\text{сб}}}, \quad (2.40)$$

где $T_{\text{ТР}}$ – годовой объём работ, выполняемых на постах ТР, чел·ч;

$\varphi_{\text{ТР}}$ –коэффициент, учитывающий неравномерность поступления автомобилей на посты ТР;

$K_{\text{ТР}}$ –коэффициент, учитывающий долю объёма работ, выполняемую на постах ТР в наиболее загруженную смену;

$\eta_{\text{п}}$ –коэффициент использования рабочего времени поста.

Принимаем согласно [4, с.10]:

$P_{\text{ср}}=2$; $K_{\text{ТР}}=0,6$; $\eta_{\text{п}}=0,8$; $T_{\text{см}}=7$.

Коэффициент $\varphi_{\text{ТР}}$ рассчитывается по формуле:

$$\varphi_{\text{ТР}}=(\varphi_1 \cdot a + \varphi_2 \cdot b)/(a+b), \quad (2.41)$$

где φ_1 –коэффициент, учитывающий регулировочные, разборочно-сборочные и окрасочные работы;

φ_2 –коэффициент, учитывающий сварочно-жестяницкие работы;

a, b –количество работы, %.

Принимаем согласно [2, с.14]: $\varphi_1=1,8$; $\varphi_2=1,4$; $a_{\text{автобус}}=27+8=35\%$; $b_{\text{автобус}}=5+2=7\%$; $a_{\text{грузовые}}=35+6=41\%$; $b_{\text{грузовые}}=4+3=7\%$.

Коэффициент $\varphi_{\text{ТР}}$ равен:

$$\varphi_{\text{ТР автобус}}=(1,8 \cdot 35 + 1,4 \cdot 7)/(35+7)=1,73;$$

$$\varphi_{\text{ТР грузовые}}=(1,8 \cdot 41 + 1,4 \cdot 7)/(41+7)=1,74.$$

Количество постов $X_{\text{ТР}}$ равно:

$$X_{\text{ТР автобус}} = \frac{24282,28 \cdot 1,73 \cdot 0,6}{357 \cdot 7 \cdot 0,8 \cdot 2} = 6 \text{ постов};$$

$$X_{\text{ТР грузовые}} = \frac{23821 \cdot 1,74 \cdot 0,6}{357 \cdot 7 \cdot 0,8 \cdot 2} = 6 \text{ постов}.$$

2.5.6. Расчёт постов ожидания

Посты ожидания –это посты, на которых автомобили нуждающиеся в том или ином виде ТО и ТР, ожидают своей очереди для перехода на соот-

ветствующий пост или поточную линию. Эти посты обеспечивают бесперебойную работу зон ТО и ТР, устраняя в некоторой степени неравномерность поступления автомобилей на обслуживание и ТР. Кроме того, в холодное время года посты ожидания в закрытых помещениях обеспечивают обогрев автомобилей перед их обслуживанием [4, с.61].

Принимаем для ТО-2: $X_{ож} = 0,2 \cdot X_{ТО-2}$;

$X_{ож\text{автobус}} = 0,2 \cdot 4 = 0,8$ пост; $X_{ож\text{грузовых}} = 0,2 \cdot 2 = 0,4$ пост.

Для постов ТР: $X_{ож} = 0,2 \cdot X_{ТР}$;

$X_{ож\text{автobус}} = 0,2 \cdot 6 = 1,2$ пост; $X_{ож\text{грузовых}} = 0,2 \cdot 6 = 1,2$ пост.

Для постов диагностики постов ожидания нет.

2.5.7. Расчёт потребного количества постов КТП

Количество постов КТП, предназначенных для контроля технического состояния автомобилей рассчитывается [4, с.62]:

$$X_{к\text{тп}} = \frac{A_{\text{ж}} \cdot \alpha_{\text{ж}} \cdot 0,75}{\Gamma_{\text{ж}} \cdot R}, \quad (2.42)$$

где R –численность автомобилей, проходящих через пост КТП за 1 час, авт/час.

Принимаем $R = 40$ авт/час согласно нормативу.

Количество постов КТП равно:

$$X_{к\text{тп автobус}} = \frac{95 \cdot 0,902 \cdot 0,75}{3,5 \cdot 40} = 1 \text{ пост};$$

$$X_{к\text{тп грузовых}} = 1 \text{ пост};$$

$$X_{к\text{тп атп}} = 2 \text{ поста}.$$

2.6. Физическая культура на производстве

Переутомление -- это патологическое состояние, развивающееся у человека вследствие хронического физического или психологического перенапряжения, клиническую картину которого определяют функциональные нарушения в центральной нервной системе.

В основе заболевания лежит перенапряжение возбудительного или тормозного процессов, нарушение их соотношения в коре больших полушарий головного мозга. Это позволяет считать патогенез переутомления аналогичным патогенезу неврозов. Существенное значение в патогенезе заболевания имеет эндокринная система и в первую очередь гипофиз и кора надпочечников.

Обычно в клинике заболевания выделяют нечетко отграниченные друг от друга три стадии.

I стадия. Для нее характерно отсутствие жалоб или изредка человек жалуется на нарушение сна, выражающееся в плохом засыпании и частых пробуждениях. Весьма часто отмечается отсутствие чувства отдыха после сна, снижение аппетита, концентрации внимания и реже -- снижение работоспособности. Объективными признаками заболевания являются ухудшение приспособляемости организма к психологическим нагрузкам и нарушение тончайших двигательных координаций.

II стадия. Для нее характерны многочисленные жалобы, функциональные нарушения во многих органах и системах организма и снижение физической работоспособности. Так, люди предъявляют жалобы на апатию, вялость, сонливость, повышенную раздражительность, на снижение аппетита. Многие люди жалуются на легкую утомляемость, неприятные ощущения и боли в области сердца, на замедленное втягивание в любую работу. В ряде случаев такой человек жалуется на потерю остроты мышечного чувства, на появление неадекватных реакций на физическую нагрузку. Прогрессирует

расстройство сна, удлиняется время засыпания, сон становится поверхностным, беспокойным с частыми сновидениями нередко кошмарного характера. Сон, как правило, не дает необходимого отдыха и восстановления сил. Часто эти люди имеют характерный внешний вид, выражающийся в бледном цвете лица, впавших глазах, синеватом цвете губ и синеве под глазами.

В состоянии переутомления у человека повышается основной обмен и часто нарушается углеводный обмен. Нарушение углеводного обмена проявляется в ухудшении всасывания и утилизации глюкозы. Количество сахара в крови в покое уменьшается. Нарушается также течение окислительных процессов в организме. На это может указывать резкое понижение в тканях содержания аскорбиновой кислоты. Масса тела у человека в состоянии переутомления падает. Это связано с усиленным распадом белков организма.

В состоянии переутомления у человека могут выявляться признаки угнетения адrenокортикотропной функции передней доли гипофиза и недостаточность деятельности коры надпочечников. Так, в состоянии переутомления в крови человека определяется уменьшение гормонов коры надпочечников и эозинофилия.

У человека в состоянии переутомления часто имеет место повышенная потливость. У женщин отмечаются нарушения менструального цикла, а у мужчин в ряде случаев может быть понижение или повышение половой потенции. В основе этих изменений лежат нервные и гормональные расстройства.

III стадия. Для нее характерно развитие неврастения гиперстенической или гипостенической формы и резкое ухудшение общего состояния. Первая форма является следствием ослабления тормозного процесса, а вторая -- перенапряжения возбуждательного процесса в коре головного мозга. Клиника гиперстенической формы неврастения характеризуется повышенной нервной возбудимостью, чувством усталости, утомления, общей слабостью и бессонницей. Клиника гипостенической формы неврастения характеризует-

ся общей слабостью, истощаемостью, быстрой утомляемостью, апатией и сонливостью днем.

2.6.1. Энергозатраты при физических нагрузках разной интенсивности

Чем больше мышечная работа, тем сильнее возрастает расход энергии.

В лабораторных условиях, в опытах с работой на велоэргометре, при точно определенной величине мышечной работы и точно измеренном сопротивлении вращению педалей была установлена прямая (линейная) зависимость расхода энергии от мощности работы, регистрируемой в килограммометрах или ваттах. Вместе с тем было выявлено, что не вся энергия, расходуемая человеком при совершении механической работы, используется непосредственно на эту работу, ибо большая часть энергии теряется в виде тепла. Известно, что отношение энергии, полезно затраченной на работу, ко всей израсходованной энергии называется коэффициентом полезного действия (КПД).

Считается, что наибольший КПД человека при привычной для него работе не превышает 0,30-0,35. Следовательно, при самом экономном расходе энергии в процессе работы общие энергетические затраты организма минимум в 3 раза превышают затраты на совершение работы. Чаще же КПД равен 0,20-0,25, так как нетренированный человек тратит на одну и ту же работу больше энергии, чем тренированный. Так, экспериментально установлено, что при одной и той же скорости передвижения разница в расходе энергии между тренированным спортсменом и новичком может достигать 25-30%.

Непосредственно в рамках трудового процесса физическая культура представлена главным образом производственной гимнастикой, которая в основном имеет три формы: вводная гимнастика, физкультурные паузы и физкультминуты. Для понимания их сути и отличительных особенностей

требуется хотя бы в основных чертах представлять динамику оперативной работоспособности в течение рабочего дня, поскольку смысл всех форм производственной гимнастики заключается прежде всего в оптимальном оперативном управлении динамикой работоспособности, содействии максимальной производительности труда без ущерба для здоровья работающих. Оперативная работоспособность человека, как показали исследования в лабораториях и на производстве, на протяжении рабочего дня претерпевает ряд закономерных последовательных изменений. В типичном случае – при достаточно высоком темпе трудовых действий, значительной напряженности и продолжительности рабочего дня – показатели ее вначале возрастают, затем стабилизируются и в конце снижаются. При этом чередуется три периода (или фазы):

период вбавывания (примерно первые 0,5-1 ч работы), когда на основе «настраивания» регуляторных процессов и активизации функций организма увеличиваются внешние показатели работоспособности, растет производительность труда.

период стабилизации, когда наблюдаются устойчиво высокие показатели работоспособности.

период относительного и прогрессирующего снижения оперативной работоспособности (период утомления), когда производительность труда уменьшается.

Представленная динамика оперативной работоспособности в различных условиях трудового процесса видоизменяется. Нередко на фоне утомления (перед обеденным перерывом и в конце рабочего дня) показатели труда временно повышаются. Это явление получило название «конечного порыва» оно возникает в силу мобилизации работающих систем, как своеобразная условно – рефлекторная реакция на момент окончания работы.

Также динамика работоспособности зависит от характера производственной деятельности, психической нагрузки, гигиенических условий и т.п.

Вводная гимнастика - организованное, систематическое выполнение специально подобранных физических упражнений перед началом работы с целью быстрее вратывания (содержание см. лекция №14) .

Физкультурная пауза – выполнение физических упражнений в период рабочей смены с целью достижения срочного адаптивного отдыха.

Физкультминуты – представляют собой кратковременные перерывы в работе от 1 до 3 мин, когда выполняются 2-3 физических упражнения.

Из предыдущего видно, что непосредственно в процессе труда существуют довольно жесткие ограничения для использования всего многообразия факторов физической культуры. Гораздо большие возможности в этом отношении имеются в до рабочее, после рабочее время и во время обеденного перерыва, если он достаточно продолжителен.

Ряд факторов физической культуры, которые могут быть применены в до рабочее время с пользой для труда и здоровья трудящихся, пока не получили широкого распространения, если не считать вводной гимнастики. Это объясняется неразработанностью методики производственной физической культуры. В принципе ясно, что целесообразно разработанные комплексы общеподготовительных и специально подготовительных упражнений, более содержательные, чем вводная гимнастика, выполняемые до начала работы могут повысить эффективность физической культуры в системе НОТ.

То же самое можно отнести к использованию факторов физической культуры во время обеденного перерыва. При его значительной продолжительности (около часа) и хорошо организованном обеде, занимающем не более половины этого времени, с большой пользой может быть применен ряд физических упражнений, направленных на активизацию восстановительных процессов и общую оптимизацию состояния организма. С этой целью применяются прогулочная ходьба, непродолжительные игры и развлечения спортивного характера, не связанные с большой нагрузкой (настольный теннис, бадминтон) и ближе к концу перерыва – гимнастические упражнения

общего и специализированного воздействия. Используются все шире компоненты физической культуры с восстанавливающей, корригирующей, общеобразовательной направленности в после рабочее время.

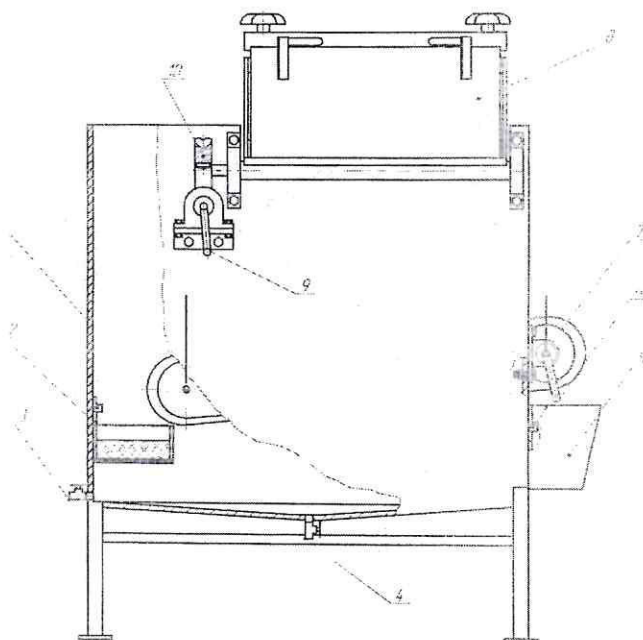
В целях ускорения после рабочего восстановления применяют физические упражнения общего и специализированного воздействия.

3. КОНСТРУКТИВНАЯ ЧАСТЬ

3.1. Конструкция и принцип работы фильтровальной установки

Основным недостатком существующих фильтров является непригодность их к фильтрации агрессивных жидкостей. Оператору или аккумуляторщику приходится слитый электролит накапливать в емкостях и сдавать, а чаще выливать в канализацию. Исследованиями установлено что практический, сама жидкость не подвергается износу, она только загрязняется. После эффективной фильтрации его первоначальные качества электролита восстанавливается на 90%.

Фильтровальная состоит из следующих элементов:



					ВКР.23.03.03.275.19.00.00.00.ПЗ		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Установка для фильтрации элек- тролита каф ЭРМ		
Разраб.	Кямкин В.А.						
Провер.	Галиев И.Г.						
Реценз.							
Н. Контр.	Галиев И.Г.						
Утверд.	Адигамов Н.Р.						
					Стадия	Лист	Листов
						1	24

3.2.1 Расчет червячной передачи

Исходные данные

$$U_m = 10$$

$$P_1 = 3,65 \text{ кВт}$$

$$T_1 = 530,5 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$n_2 = 65,7 \text{ об/мин}$$

$$\omega_1 = 6,88 \text{ с}^{-1}$$

-Выбор материала червяка и червячного колеса

Для червяка с учетом мощности передачи выбираем сталь 45 с закалкой до твердости не менее HRC 45 и последующим шлифованием.

Марка материала червячного колеса зависит от скорости скольжения

$$V_s = \frac{4,3 \omega_1 U_m}{1000} \sqrt{Q_1} \quad (3.1)$$

$$V_s = \frac{4,3 \times 6,88 \times 10}{1000} \sqrt{530,5} = 2,39 \text{ м/с}$$

Для венца червячного колеса примем бронзу БрА9Ж3Л, отлитую в кокиль.

-Предварительный расчет передачи

Определяем допускаемое контактное напряжение:

$$[\sigma_H] = K_{HL} C_v 0,9 \sigma_{H0} \quad (3.2)$$

где C_v - коэффициент, учитывающий износ материалов, для $V_s = 2,39$ он равен 1,21

σ_{H0} - предел прочности при растяжении, для БрА9Ж3Л $\sigma_{H0} = 500$

K_{HL} - коэффициент долговечности

$$K_{HL} = \sqrt[6]{10^7 / N} \quad (3.3)$$

$$\text{где } N = 573 \omega_1 L_{\text{в}} \quad (3.4)$$

					ВКР.23.03.03.275.19.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3

L_v – срок службы привода, по условию $L_v=10000$ ч

$$N=573 \times 6,82 \times 10000=39078600$$

Вычисляем по (4.3):

$$K_{HL} = \sqrt[5]{10^7 / 39078600}$$

$$K_{HL}=0,84$$

$$[\sigma_H] = 0,84 \times 1,21 \times 500 = 510$$

Число витков червяка Z_1 принимаем в зависимости от передаточного числа при $U = 10$ принимаем $Z_1 = 4$

Число зубьев червячного колеса $Z_2 = Z_1 \times U = 4 \times 10 = 40$

Принимаем предварительно коэффициент диаметра червяка $q = 10$;

Коэффициент нагрузки $K = 1,2$;

Определяем межосевое расстояние

$$a_w = \left(\frac{Z_2}{q} + 1 \right) \times \sqrt[3]{\left(\frac{170}{\frac{Z_2}{q} [\sigma_H]} \right)^2 \times T_1 \times 10^3 \times K} \quad (3.5)$$

$$a_w = \left(\frac{40}{10} + 1 \right) \times \sqrt[3]{\left(\frac{170}{\frac{40}{10} \times 510} \right)^2 \times 530,5 \times 10^3 \times 1,2} = 5 \times \sqrt[3]{4,46 \times 10^3} = 82,1 \text{ мм}$$

Вычисляем модуль

$$m = \frac{2 \times a_w}{Z_2 + q} \quad (3.6)$$

$$m = \frac{2 \times 82,1}{40 + 10} = 3,29 \text{ мм}$$

Принимаем по ГОСТ2144-76 стандартные значения

$$m = 4$$

$$q = 10$$

а также $Z_2 = 40$ $Z_1 = 4$

					ВКР.23.03.03.275.19.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

Тогда пересчитываем межосевое расстояние по стандартным значениям m , q и Z_2 :

$$a_w = \frac{m \times (Z_1 + q)}{2} \quad (3.7)$$

$$a_w = \frac{4 \times (40 + 10)}{2} = 100 \text{ мм}$$

Принимаем $a_w = 100 \text{ мм}$.

- Расчет геометрических размеров и параметров передачи

Основные размеры червяка:

Делительный диаметр червяка

$$d_1 = q \times m \quad (3.8)$$

$$d_1 = 10 \times 4 = 40 \text{ мм}$$

Диаметры вершин и впадин витков червяка

$$d_{a1} = d_1 + 2 \times m \quad (3.9)$$

$$d_{a1} = 40 + 2 \times 4 = 48 \text{ мм}$$

$$d_{f1} = d_1 - 2,4 \times m \quad (3.10)$$

$$d_{f1} = 40 - 2,4 \times 4 = 30,4 \text{ мм}$$

Длина нарезной части шлифованного червяка [11]

$$b_1 \geq (11 + 0,06 \times Z_2) \times m \quad (3.11)$$

$$b_1 = (11 + 0,06 \times 40) \times 4 = 40,2 \text{ мм}$$

Принимаем $b_1 = 42 \text{ мм}$

Делительный угол подъема γ :

$$\gamma = \arctg(z_1/q)$$

$$\gamma = \arctg(4/10)$$

$$\gamma = 21^\circ 48' 05''$$

$$h_a = m = 4 \text{ мм}, h_f = 1,2 \times m = 4,8 \text{ мм}, c = 0,2 \times m = 0,8 \text{ мм}$$

Основные геометрические размеры червячного колеса [11]:

					ВКР.23.03.03.275.19.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

Делительный диаметр червячного колеса

$$d_2 = z_2 \times m \quad (3.12)$$

$$d_2 = 40 \times 4 = 160 \text{ мм}$$

Диаметры вершин и впадин зубьев червячного колеса

$$d_{a2} = d_2 + 2 \times m \quad (3.13)$$

$$d_{a2} = 160 + 2 \times 4 = 168 \text{ мм}$$

$$d_{f2} = d_2 - 2,4 \times m \quad (3.14)$$

$$d_{f2} = 160 - 2,4 \times 4 = 150,4 \text{ мм}$$

Наибольший диаметр червячного колеса

$$d_{\text{max}} \leq d_{a2} + \frac{6m}{z_1 + 2} \quad (3.15)$$

$$d_{\text{max}} = 168 + \frac{6 \times 4}{4 + 2} = 172 \text{ мм}$$

Ширина венца червячного колеса

$$b_2 \leq 0,67 \times d_{f2} \quad (3.16)$$

$$b_2 = 0,67 \times 48 = 32,16 \text{ мм}$$

Принимаем $b_2 = 32 \text{ мм}$

Окружная скорость

$$V = \frac{\pi d_2 n}{60} \quad (3.17)$$

$$\text{червяка} - V_1 = \frac{3,14 \times 40 \times 10^{-3} \times 652}{60} = 1,36 \text{ м/с}$$

$$\text{колеса} - V_2 = \frac{3,14 \times 160 \times 10^{-3} \times 65,2}{60} = 0,54 \text{ м/с}$$

Скорость скольжения зубьев [11, формула 4.15]

$$V_s = \frac{V_1}{\cos \gamma} = \frac{1,36}{\cos 21^\circ 48'} = 1,44 \text{ м/с}$$

КПД редуктора с учетом потерь в опорах, потерь на разбрызгивание и перемешивания масла [11, формула 4.14]

					ВКР.23.03.03.275.19.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

$$\eta = (0,95 \div 0,96) \times \frac{\operatorname{tg} \gamma}{\operatorname{tg}(\gamma + \phi)} = (0,95 \div 0,96) \times \frac{\operatorname{tg} 21^{\circ} 48'}{\operatorname{tg}(21,48 + 1,43)} = 0,91$$

Уточняем вращающий момент на валу червячного колеса

$$\dot{O}_2 = \dot{O}_1 \cdot U \cdot \eta \quad (3.18)$$

$$\dot{O}_2 = 76,1 \times 10 \times 0,91 = 698 \text{ л.с.}$$

По [11, табл. 4.7] выбираем 7-ю степень точности передачи и находим значение коэффициента динамичности $K_v = 1,1$

Коэффициент неравномерности распределения нагрузки [11, формула 4.26]

$$K_F = 1 + \left(\frac{Z_1}{\theta} \right)^j \times (j \times X)$$

В этой формуле коэффициент деформации червяка при $q = 10$ и $Z_1 = 4$ $\theta = 70$ [11, табл. 4.6]

При незначительных колебаниях нагрузки вспомогательный коэффициент $X = 0,6$

$$K_F = 1 + \left(\frac{40}{70} \right)^j \times (j \times 0,6) \approx 1,8$$

Коэффициент нагрузки

$$K = K_F \times K_v = 1,08 \times 1,25 = 1,35$$

- Проверочный расчет

Проверяем фактическое контактное напряжение

$$\sigma_H = \frac{170}{\frac{Z_1}{q}} \times \sqrt{\frac{T_1 K \left(\frac{Z_1}{q} + 1 \right)^2}{a w^2}}$$

$$\sigma_H = \frac{170}{\frac{40}{10}} \times \sqrt{\frac{530,5 \times 10^3 \times 1,35 \times 5^2}{100^3}} = 401 \text{ МПа} < [\sigma_H] = 510 \text{ МПа.}$$

					ВКР.23.03.03.275.19.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

Проверяем прочность зубьев червячного колеса на изгиб.

Эквивалентное число зубьев.

$$Z_v = \frac{Z_1}{\cos^3 \gamma} = \frac{40}{(\cos 21,48^\circ)^3} = 49,66$$

Коэффициент формы зуба [11, табл. 4.5] $Y_F = 2,19$

Напряжение изгиба

$$\sigma_F = \frac{1,2 \times T_1 \times K \times Y_F}{Z_1 \times b_1 \times m^2}$$

$$\sigma_F = \frac{1,2 \times 530,5 \times 10^3 \times 1,35 \times 2,19}{40 \times 32 \times 10^{-3} \times 4^2} = 92713 \text{ Па} = 92,713 \text{ МПа}$$

Определяем окружные F_o , осевые F_a и радиальные F_r силы в зацеплении соответственно на червяке и на колесе по формулам:

$$F_{o1} = F_{o2} = \frac{2T_1}{d_1} \quad (3.19)$$

$$F_{a1} = F_{a2} = \frac{2T_1'}{d_2} \quad (3.20)$$

$$F_{r1} = F_{r2} = F_{a2} \cdot \operatorname{tg} \alpha_{\pi} \quad (3.21)$$

$$F_{o1} = F_{o2} = 2 \cdot 76,1 \cdot 10^3 / 40 = 138 \text{ Н}$$

$$F_{a1} = F_{a2} = 2 \cdot 698 \cdot 10^3 / 160 = 8725 \text{ Н}$$

$$F_{r1} = F_{r2} = 8725 \cdot 0,364 = 3176 \text{ Н}$$

Данные расчетов сведены в табл.3.1.

Таблица 3.1-Параметры червячной передачи

Параметр	Колесо	Червяк
m	4	
z	40	4
h _a ,мм	4	
h _f ,мм	4,8	
c, мм	0,8	

d , мм	160	40
d_a , мм	168	48
d_f , мм	150,4	30,4
$d_{ам}$, мм	172	-
b , мм	32	42
γ	21°48'05"	
V , м/с	0,54	1,36
$V_{a\text{ м/с}}$	1,64	
F_b , Н	8725	138
F_a , Н	138	8725
F_r , Н	3176	

3.2.2. Расчет вала

Определение, силы действующий на вал.

Силу действующую на вал определяют по формуле:

$$F_a = 2 \cdot F_0 \cdot Z \cdot \sin \alpha, \quad (3.22)$$

где F_0 - сила прижимной пружины, Н.

$$F_a = 2 \cdot 95,5 \cdot 2 \cdot \sin 16,3/2 = 371 \text{ Н.}$$

$L_1=20$ мм, $L_2=14,3$ мм, $L_3=20,5$ мм, $L_4=30$ мм.

где L_1 , L_2 , L_3 , L_4 - длина участков вала, мм,

q - равномерно распределенная нагрузка массы деталей фильтра на валу, Н/м.

$$q = G/L_1 = 960/200 = 4,8$$

$$-q \cdot L_1 \cdot (L_1/2 + L_2 + L_3 + L_4) + R_a(L_2 + L_4) - R_b \cdot L_4 = 0, \quad (3.23)$$

					ВКР.23.03.03.275.19.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

$$-F_g \cdot (L_1 + L_2 + L_3 + L_4) - R_g \cdot (L_1 + L_2 + L_3) + R_A(L_1 + L_2) - q \cdot L_1 \cdot L_1/2 = 0, \quad (3.24)$$

$$-4,8 \cdot 200 \cdot (200/2 + 143 + 205 + 30) + R_A(205 + 30) - R_g \cdot 30 = 0,$$

$$R_A = (30 \cdot R_g + 458880) / 235,$$

$$-371 \cdot (200 + 143 + 205 + 30) - R_g \cdot (200 + 143 + 205) + R_A \cdot (200 + 143) - 4,8 \cdot 200 \cdot 200/2 = 0$$

$$R_g = 720 \text{ Н.}$$

$$R_A = (30 \cdot 720 + 458880) / 235 = 2045 \text{ Н.}$$

Максимальный изгибающий момент на валу определяется по формуле:

$$M_{\max} = q \cdot L_1 \cdot (L_1/2 + L_2), \quad (3.25)$$

$$M_{\max} = 4,8 \cdot 200 \cdot (200/2 + 143) = 233300 \text{ Н.мм} = 233 \text{ Нм}$$

Крутящий момент на валу определяется по формуле:

$$M_g = 97400 \cdot N \cdot \eta / n_1, \quad (3.26)$$

где η - КПД передачи, $\eta = 0,93$ [18].

$$M_g = 97400 \cdot 1,5 \cdot 0,93 / 600 = 139 \text{ Нм}$$

Определение диаметра вала.

					ВКР.23.03.03.275.19.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

Диаметр вала определяется по формуле:

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot M_k}{\pi \cdot [\tau]}}, \quad (3.27)$$

где M_k - крутящий момент, Нм;

$[\tau]$ - допускаемое напряжение, Н/мм², из [18] - $[\tau] = 20$.

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 139000}{3,14 \cdot 20}} = 40 \text{ мм.}$$

Величина отношения в опасном сечении:

$$M_{вр}/M_{вр} = 139/233 = 0,6$$

По таблице 11.3 [18] выбираем вал с диаметром $d=50$ мм.

Коэффициент запаса прочности определяется по формуле:

$$S = \frac{S_n \cdot S_t}{\sqrt{S_n^2 + S_t^2}}, \quad (3.28)$$

где S - коэффициент запаса прочности;

S_n - коэффициент запаса прочности по нормальным напряжениям;

S_t - коэффициент запаса прочности по касательным напряжениям.

Все коэффициенты и значения необходимые для определения запаса прочности даны в литературе [18].

					ВКР.23.03.03.275.19.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

$$S_s = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{K_s}{\varepsilon_s} \cdot \sigma_v + \varphi_s \cdot \sigma_m}, \quad (3.29)$$

где σ_{-1} - предел выносливости стали при симметричном цикле изгибе, Н/мм²;

K_s - эффективный коэффициент концентрации нормальных напряжений, $K_s=2,35$;

ε_s - масштабный коэффициент концентрации нормальных напряжений, $\varepsilon_s=0,7$;

β - коэффициент, учитывающий шероховатость поверхности, $\beta=0,96$;

σ_m - среднее напряжение цикла нормальных напряжений, $\sigma_m=0$;

σ_v - амплитуда цикла нормальных напряжений, $\sigma_v = \sigma_{max}$.

$$\sigma_{-1} = 0,35 \cdot \sigma_B + (70 \dots 100), \quad (3.30)$$

где σ_B - временное сопротивление, Н/мм².

$$\sigma_{-1} = 0,35 \cdot 900 + 100 = 415.$$

$$\sigma_{изгуб} = \frac{\sqrt{M_o^2 + 0,45 \cdot M_v^2}}{W}, \quad (3.31)$$

где W - момент сопротивления, мм³.

$$W = \pi \cdot d^3 / 32 = 3,14 \cdot 50^3 / 32 = 12500 \text{ мм}^3.$$

$$\sigma_{изгуб} = \frac{\sqrt{233^2 + 0,45 \cdot 13900^2}}{12500} = 21,7$$

					ВКР.23.03.03.275.19.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

$$S_s = \frac{415}{\frac{2,35}{0,7 \cdot 0,96} \cdot 217 + 0} = 5,1$$

Коэффициент запаса прочности при касательных напряжениях определяется по формуле:

$$S_s = \frac{\tau_{-1}}{\frac{K_s}{\varepsilon_s \cdot \beta} \cdot \tau_v + \varphi_s \cdot \tau_m}, \quad (3.32)$$

где τ_{-1} - предел выносливости стали при симметричном цикле изгибе, Н/мм²;

K_s - эффективный коэффициент концентрации касательных напряжений, $K_s=1,45$;

ε_s - масштабный коэффициент концентрации касательных напряжений, $\varepsilon_s=0,8$;

β - коэффициент, учитывающий шероховатость поверхности, $\beta=0,96$;

τ_m - среднее напряжение цикла касательных напряжений, $\sigma_m=0$;

τ_v - амплитуда цикла касательных напряжений.

$$\tau_{-1}=0,58 \cdot \sigma_{-1}=0,58 \cdot 385=223,3$$

$$\tau_v = M_v / W_v \quad (3.33)$$

где W_v - момент сопротивления кручению, мм³.

$$W = \pi \cdot d^3 / 16 \quad (3.34)$$

$$W = 3,14 \cdot 50^3 / 16 = 24531$$

$$\tau_v = 139000 / 24531 = 5,68$$

					ВКР.23.03.03.275.19.00.00.00.ПЗ	Лист
						13
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$S_1 = \frac{223}{\frac{1,45 \cdot 5,68}{0,8 \cdot 0,96} + 0,1 \cdot 5,68} = 19,7$$

$$S = \frac{5,1 \cdot 19,7}{\sqrt{5,1^2 + 19,7^2}} = 4,3$$

По условию коэффициент запаса прочности:

$$4,5 > [S] \geq 2,5$$

Утверждаю

руководитель предприятия

3.3. Инструкция по охране труда при эксплуатации установки для регенерации электролита.

1. Конструкция установки для фильтрации электролита должна быть надежной, обеспечивать при эксплуатации безопасность, должен быть оснащен предохранительными устройствами.
2. В помещение где проводится работы должна быть установлена вентиляция.

3.3.1. Общие требования безопасности.

1. К работе с проектируемой конструкцией допускаются лица достигшие 18 летнего возраста, мужского пола, прошедшие медицинское освидетельствование и инструктаж по технике безопасности на рабочем месте.

2. Запрещается курить и распивать спиртные напитки, нарушать правила внутреннего распорядка.

					ВКР.23.03.03.275.19.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

3. Запрещается работать на неисправном передвижном домкрате.
4. В случае травмирования и обнаружения неисправностей, уведомить администрацию.
5. Разрешается применять инструменты и приспособления только по их назначению.
6. При выполнении работ необходимо пользоваться спецодеждой, спецобувью и средствами индивидуальной защиты.

3.3.2. Требования безопасности перед началом работ.

1. Одеть спецодежду, обувь и подготовить рабочее место.
2. Подготовить инструменты.
3. Закрепить аккумулятор.
4. Осмотреть устройство, о всех неисправностях доложить главному инженеру.
5. Убедиться в наличии освещения и вентиляции.
6. Выполнять все требования производственной санитарии, подлежащие выполнению.

3.3.3. Требования безопасности во время выполнения работ.

1. Рабочее место содержать в чистоте.
2. Не заниматься посторонними делами, быть внимательным и следить за работой с передвижным домкратом.
3. Не допускать присутствия посторонних лиц вблизи рабочего места.
4. Запрещается производить регулировку, осмотр и ремонт рабочих органов в рабочем состоянии.

					ВКР.23.03.03.275.19.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

3.3.4. Требования безопасности в аварийных ситуациях.

1. При возникновении аварийных ситуациях нужно немедленно остановить процесс фильтрации.

3.3.5. Требования безопасности по окончании работ.

1. Установку очистить, снять емкости для шлама и утилизировать, все остальные рабочие органы в исходное состояние;
2. Убрать свое рабочее место.
3. Докладить руководителю по выполнению работ о всех замечаниях, недостатках, которые были выявлены во время работ.

Составил: Ибрагимов

Согласовано: инженер по ТБ

3.4. Разработка мероприятий по охране окружающей среды.

Увеличение объема производства сельскохозяйственной продукции достигается благодаря внедрению более современной технологии, новой техники, повышению производительности труда. Но вместе с тем возрастает воздействие человека и производства на природу. В результате чего в окружающей среде происходят необратимые изменения, заражается воздух, гибнут животные и птицы, вырубаются леса и загрязняются реки. Это воздействие обостряется тем, что нет у нас бережного отношения к природе, отсутствуют экологически чистые технологии. Поэтому сейчас на производстве при решении производственных задач, каждый человек должен думать о возможных воздействиях на окружающую среду.

					ВКР.23.03.03.275.19.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

В процессе эксплуатации МП в окружающую среду выбрасываются загрязненные вещества, в частности: в атмосферу отработанные газы: CO_2 , SO_2 и другие, пыль, пары нефтепродуктов.

При техобслуживании машин и применении передвижного домкрата в окружающую среду ни чего не выбрасываются.

В нашей ВКР разработана конструкция для регенерации электролита. В этой разработке особых экономических изменений не происходит. Поэтому выходными параметрами для экологической экспертизы является контроль атмосферного воздуха, согласно по ГОСТ 17.1.3-86. «Охрана природы». Атмосферы. Правила установления дополнительных выбросов вредных веществ промышленными предприятиями, и по ГОСТу 17.2.3.01-77 – «Охрана природы. Атмосферы. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов». Сточных вод, согласно по ГОСТ 17.1.3-86 «Охрана природы. Гидросистемы. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнения» и контроль шума и вибрации вблизи мастерских, согласно по ГОСТу 17.1.101-84 «Шум в общественных помещениях».

3.5. Техничко-экономическая оценка конструкции.

3.5.1. Расчет массы и стоимости конструкции.

Масса конструкции определяется по формуле

где: G_k – масса конструкционных деталей, узлов, кг;

G_r – масса готовых деталей, узлов, кг.

K – коэффициент учитывающий массу расхождения на изготовление конструкции монтажных материалов.

$K = 1,05 \dots 1,15$

$$G = (G_k + G_r) \cdot K \quad (3.35)$$

					ВКР.23.03.03.275.19.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

Массу деталей рассчитываем в таблице 3.2

Таблица 3.2. -Масса конструкционных деталей, узлов и агрегатов.

Наличие деталей и материалов	Кол-во	Масса
Корпус	1	20
Рама	1	15
Транспортер	2	15
Емкость для фильтра	1	3
Емкость для шлама	1	3
Прочие	1	8
Итого		64

Балансовая стоимость новой конструкции

$$C_0 = C_{yx} \cdot G_k \quad (3.36)$$

где: G_k – масса конструкции, кг;

C_{yx} – удельная стоимость, труб.

Масса конструкции:

$$G = 64 \cdot 1,05 = 67,2 \text{ кг};$$

$$C_0 = 0,15 \cdot 67,2 = 10,08 \text{ труб.}$$

3.5.2 Расчет экономических показателей использования конструкции

Для сравнения принимаем технологию при котором электролит выливается как ненужный для дальнейшего использования.

Таблица 3.3.-Исходные данные для расчета технико-экономических показателей.

№	Наименование	УРЭ
1	Масса конструкции, кг	67,2
2	Балансовая стоимость, руб.	10080
4	Количество обслуживающего персонала, чел.	1
5	Разряд работы	III
6	Тарифная ставка, руб/ чел-час	6,2
7	Норма затрат на Р и ТО, %	4,5
8	Норма амортизации, %	7
9	Годовая загрузка конструкции	240
10	Время одного обслуживания, час	0,3

Часовая производительность

$$W_{\text{ч}} = I \cdot L / T_0, \text{ л/час}, \quad (3.37)$$

где: T_0 - время фильтрации электролита от одного аккумулятора, час;

I – коэффициент использования рабочего времени : $I = (0,5 \dots 0,95)$;

L - объем электролита в баках, л.

$$W_{\text{ч}} = 0,83/0,3 = 8, \text{ л/час}$$

Металлоемкость процесса:

$$M_e = G / W_q \cdot T_{год} \cdot T_{сл}, \text{ кг/ед} \quad (3.38)$$

где: G – масса машины, кг;

$T_{год}$ – годовая загрузка, чел.

$T_{сл}$ – срок службы машины, лет.

$$M_e^o = 67,2/8 \cdot 240 \cdot 7 = 0,005 \text{ кг/лп}$$

Фондоемкость процесса.

$$F_e = C_o / W_q \cdot T_{год}, \text{ труб/лп} \quad (3.39)$$

где: C_o – балансовая стоимость машины труб.

$$F_e = 10,08/8 \cdot 240 = 0,0052 \text{ труб./лп}$$

Себестоимость работ

$$S = C_{зп} + C_{рта} + A \quad (3.40)$$

где: $C_{зп}$ – затраты на заработную плату, труб.

$C_{рта}$ – затраты на ремонт и ТО, труб.

A – амортизационные отчисления.

Затраты на заработную плату.

					ВКР.23.03.03.275.19.00.00.00.ПЗ	Лист
						20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$C_{\text{зп}} = Z \cdot T_{\text{с}}, \text{ т.руб/ед} \quad (3.41)$$

где: Z – часовая тарифная ставка;

$T_{\text{с}}$ – трудоемкость процесса.

$$T_{\text{с}} = N_p / W_{\text{г}}, \text{ чел-час/л} \quad (3.42)$$

Где: N_p – число рабочих и обслуживающих машину, чел.

$$T_{\text{сн}} = 1/8 = 0,125 \text{ чел-час/л}$$

$$C_{\text{зпн}} = 6,2 \cdot 0,125 = 0,775 \text{ т.руб/л}$$

Затраты на ремонт и ТО:

$$C_{\text{рто}} = C_{\text{б}} \cdot N_{\text{рто}} / 100 \cdot W_{\text{г}} \cdot T_{\text{голл}}, \text{ т.руб/ед} \quad (3.43)$$

$N_{\text{рто}}$ – суммарная норма затрат на ремонт и ТО

$$C_{\text{рто}} = 10,08 \cdot 15 / 100 \cdot 8 \cdot 240 = 0,0078 \text{ т.руб/л}$$

Амортизационные отчисления на конструкцию:

					ВКР.23.03.03.275.19.00.00.00.ПЗ	Лист
						21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$A = C_{\text{а}} \cdot a / 100 \cdot W_{\text{г}} \cdot T_{\text{гос}}; \text{ руб/ед} \quad (3.44)$$

a – норма амортизации, %

$$A_{\text{а}} = 100,8 \cdot 10 / 100 \cdot 8 \cdot 240 = 0,0053 \quad \text{т.руб/л}$$

Себестоимость работ:

$$S = 0,775 + 0,0078 + 0,0053 = 0,7881 \quad \text{т.руб.}$$

Приведенные затраты на работу конструкции

$$C_{\text{пр}} = S + E_{\text{а}} \cdot K = S + E_{\text{а}} \cdot F_{\text{с}}, \quad \text{т.руб.} \quad (3.45)$$

где: $E_{\text{а}}$ - нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, равной 0,15.

$$C_{\text{пр}}^{\text{а}} = 0,7881 + 0,15 \cdot 0,0052 = 0,789 \quad \text{т.руб/л.}$$

Годовая экономия определяется как разница стоимости утилизируемого электролита и себестоимости его фильтрации

$$\text{Э}_{\text{гос}} = S - S_0 \cdot W_1 \cdot T_{\text{гос}}, \text{ т.руб.} \quad (3.46)$$

					ВКР.23.03.03.275.19.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

$$\Xi_{\text{гоф}} = 3 \cdot 8 \cdot 240 \cdot 0,7881 \cdot 8 \cdot 240 = 4246,8 \text{ т.руб.}$$

Годовой экономический эффект

$$E_{\text{гоф}} = (C_{\text{прое}}^6 - C_{\text{прое}}^0) \cdot W_1 \cdot T_{\text{гоф}}, \text{ т.руб.} \quad (3.47)$$

$$E_{\text{гоф}} = (3,2 - 0,784) \cdot 8 \cdot 240 = 6926,3 \text{ , т.руб.}$$

Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений:

$$T_{\text{св}} = C_{\text{св}} / \Xi_{\text{гоф}} = 7,881 / 4246,8 = 0,47 \text{ лет.} \quad (3.48)$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений:

$$E_{\text{эф}} = \Xi_{\text{гоф}} / C_{\text{св}} = 1 / T_{\text{св}} = 1 / 0,47 = 2,13 \quad (3.49)$$

Расчетные данные заносим в таблицу 3.4.

Таблица 3.4.- Сравнительно технико-экономические показатели эффективности конструкции.

№	Наименование	Проект ПД
1	Часовая производительность ед/час	8
2	Фондоемкость, т.руб/л	0,0052

№	Наименование	Проект ПД
4	Металлоемкость, кг/л	0,005
5	Трудоемкость, чел-час/л	0,125
6	Уровень приведенных затрат, т.руб/л	0,784
7	Уровень эксплуатационных затрат, руб/л	0,7881
8	Годовая экономия, руб.	4246,8
9	Годовой экономический эффект	6926,3
10	Срок окупаемости кап. вложений	0,47 лет
11	Коэффициент окупаемости капитальных вложений	2,13

					ВКР.23.03.03.275.19.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

Выводы и предложения.

В результате производственных мною работ установлено:

1. Спроектированные мероприятия технического обслуживания способствуют поддержанию машинного парка в исправном состоянии.
2. Разработанная установка для регенерации электролита позволяет уменьшить расход на приобретение сернистой кислоты, электролита.
3. Экономическая эффективность использования конструкции подтверждает целесообразность проведенных нами работ.

В результате анализа было установлено, что проведение ТО техники в ПТО проводится с нарушениями охраны труда. Одним из недостатков является нарушения в организации рабочего процесса, а именно - условий труда.

Список использованной литературы.

1. Дипломное проектирование по эксплуатации МТП/ С.А. Иофинов, Г.П. Лышко, Р.Ш. Хабатов.- 2-е изд., перераб. и доп.- М.:Агропромиздат,1989.- 147 с.
2. Алелуев В.А., Ананьин А.Д., Мизлин В.М. Техническая эксплуатация МТП.- М.: Агропромиздат,1991.-367с.
3. Клец С.А. Технологическое проектирование АТП и СТО. Методические указания к курсовому и дипломному проектированию. Часть 1. Справочно-нормативные материалы для технологического расчёта АТП и СТО. –Вологда: ВПИ, 2006.-36с.
4. Напольский Г.М. Технологическое проектирование АТП и СТО.- М.: Транспорт 2003.-272с.
5. Оборудование стационарное складов нефтепродуктов. Технология технического обслуживания.- М.:ГОСНИТИ, 2011.
6. Курганов А.М., Федоров Н.Ф. Гидравлические расчеты систем водоснабжения. Справочник.- Л.: ВСтройиздат,2011.
7. Степанов П.М. и др. Гидравлические расчеты. – Новочеркасск, 1984.-104 с.
8. Быстицкая А.П. Скребицкая И.А. Новое оборудование для заправки машин топливом смазочными материалами. – М.,2009.-306 с.
9. Гуревич Д.Ф. Трубопроводная арматура: Справочное пособие.2-е изд.,перераб.и доп. – Л.:Машиностроение,1981.
10. Анурьев В.И. Справочник конструктора - машиностроителя. В 3-х т.- 5-е изд., перераб. и доп. – М. Машиностроение, 1979.
11. Справочник по единой системе конструкторской документации.- Харьков: Прапор,2001.
12. Будгариев Г.Г., Абдрахманов Р.К. Методические указания по обоснованию дипломного проекта. Казанский ГАУ. 2012г.

13. Тематика и методические указания по оформлению дипломных проектов.- Казань,1994.
14. Охрана труда в сельском хозяйстве.- М.: Колос,1983. – 541 с.
15. Алимов Н.И. Ильин В.Г. Гражданская оборона на объектах сельскохозяйственного производства. – М.: Колос,2004.- 335 с.
16. Автозаправочные станции: Оборудование. Эксплуатация. Безопасность / В.Г. Коваленко, А.С. Сафонов, А.И. Ушаков, и др. - СПб: НПИКЦ, 2012. - 280 с.
17. Бабин Л.А. Типовые расчеты при сооружении трубопроводов / Л.А. Бабин, П.Н. Григоренко, Е.Н. Ярыгин. - М.: Недра, 2005.-246 с.
18. Васильев Б.А. Гидравлические машины / Б.А. Васильев, Н.А. Грецов. - М.: Агропромиздат, 1988. - 272 с.
19. Гидравлика и гидравлические машины / З.В. Ловкие, В.Е. Бердышев, Э.В. Костюченко и др. ~ М.: Колос, 1995. - 303 с.

СПЕЦИФИКАЦИИ

<i>Формат</i>	<i>Зона</i>	<i>Поз.</i>	<i>Обозначение</i>	<i>Наименование</i>	<i>Кол-во</i>	<i>Примечание</i>
				<u><i>Документация</i></u>		
A1			BKP.23.03.03.275.20.00.00.00.CБ	Cборочный чертеж	1	
A4			BKP.23.03.03.275.20.00.00.00.ПЗ	Pояснительная записка	1	
				<u><i>Cборочные единицы</i></u>		
A4	1		BKP.23.03.03.275.20.01.00.00	Eмкость для шлама	1	
A3	2		BKP.23.03.03.275.20.02.00.00	Eмкость для фильтрующего элемента	1	
A4	3		BKP.23.03.03.275.20.03.00.00	Tранспортер	1	
A1	4		BKP.23.03.03.275.20.04.00.00	Платформа – опрокидыватель	1	
	5		BKP.23.03.03.275.20.05.00.00	Pама	1	
	6		BKP.23.03.03.275.20.06.00.00	Kорпус установки	1	
	7		BKP.23.03.03.275.20.07.00.00	Rучка транспортера	1	
	8		BKP.23.03.03.275.20.08.00.00	Rучка опрокидывателя	1	
				<u><i>Детали</i></u>		
	12		BKP.23.03.03.275.20.00.00.01	Kронштейн	2	
	13		BKP.23.03.03.275.20.00.00.02	Kорпус подшипника	2	
	14		BKP.23.03.03.275.20.00.00.03	Kорпус подшипника	2	
	15		BKP.23.03.03.275.20.00.00.04	Пластина регулировочная	2	
	16		BKP.23.03.03.275.20.00.00.05	Bтулка упорная	2	
	17		BKP.23.03.03.275.20.00.00.06	П приводной вал транспортера	1	
	18		BKP.23.03.03.275.20.00.00.07	B ведомый вал транспортера	1	
	19		BKP.23.03.03.275.20.00.00.08	Kорпус подшипника	2	
	20		BKP.23.03.03.275.20.00.00.09	Fильтрующий элемент (стекловолокло)	1	
Iзм.	Lист	N° докум.	Подпись	Dата	BKP.23.03.03.275.20.00.00.00.CБ Установка для фильтрации электролита	
Pазраб		Kямкин B.A.	[подпись]			
Pровер.		Gалиев И.G.	[подпись]			
H. контр.		Gалиев И.G.	[подпись]			
Yтвердил		Aдигамов H.P.	[подпись]			
					Lит.	Lист
					y	Листов
						1 2
					каф ЭPM	

[illegible]

РЕЦЕНЗИЯ

на выпускную квалификационную работу

Выпускника Тяжикова Валерий Александрович

Направление Инженерная транспортно-технологическая машина и механизмы

Профиль Автомобили и автомобильные перевозки

Тема ВКР Проектирование технического сервиса машины с
разработкой установки ориентации механизма

Объем ВКР: текстовые документы содержат: 84 страниц, в т.ч. пояснительная записка 77 стр.; включает: таблиц 18, рисунков и графиков 7, фотографий - штук, список использованной литературы состоит из 19 наименований; графический материал состоит из 6 листов.

1. Актуальность темы, ее соответствие содержанию ВКР Тема актуальна и она соответствует содержанию ВКР
2. Глубина, полнота и обоснованность решения инженерной задачи Поставленные инженерные задачи в ВКР решены
3. Качество оформления текстовых документов отлично
4. Качество оформления графического материала отлично
5. Положительные стороны ВКР (новизна разработки, применение информационных технологий, практическая значимость и т.д.)
Разработанная конструкция может быть внедрена в производство

способностью использовать в практической деятельности технологии текущего ремонта и технического обслуживания транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования на основе использования новых материалов и средств диагностики (ПК-42)	отл
владением знаниями нормативов выбора и расстановки технологического оборудования (ПК-43)	хор
способностью к проведению инструментального и визуального контроля за качеством топливно-смазочных и других расходных материалов, корректировки режимов их использования (ПК-44)	хор
готовностью выполнять работы по одной рабочей профессии по профилю производственного подразделения (ПК-45)	хор
Средняя компетентностная оценка ВКР	хор

* Уровни оценки компетенции:

«**Отлично**» – студент освоил компетенции на высоком уровне. Он может применять (использовать) их в нестандартных производственных ситуациях и ситуациях повышенной сложности. Обладает отличными знаниями по всем аспектам компетенций. Имеет стратегические инициативы по применению компетенций в производственных и (или) учебных целях.

«**Хорошо**» – студент полностью освоил компетенции, эффективно применяет их при решении большинства стандартных производственных и (или) учебных задач, а также в некоторых нестандартных ситуациях. Обладает хорошими знаниями по большинству аспектов компетенций.

«**Удовлетворительно**» – студент освоил компетенции. Он эффективно применяет при решении стандартных производственных и (или) учебных задач. Обладает хорошими знаниями по многим важным аспектам компетенций.

7. Замечания по ВКР При анализе конструкции не представлено
зарубежные аналоги.

В конструктивной части не приведен расчёт передаточного
отношения оприлюднения

На страницах 8; 17; 35; 48; 56 имеются фактографические
ошибки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рецензируемая выпускная квалификационная работа отвечает (~~не отвечает~~)
предъявляемым требованиям и заслуживает оценки хорошо, а ее автор
Кямкин В.А. достоин (~~не достоин~~) присвоения квалификации
«бакалавр»

Рецензент:

доцент, к.т.н.
учёная степень, ученое звание


подпись

| Лукманов Р.Р. |
Ф.И.О

« 5 » 02 2020 г.

С рецензией ознакомлен*

Кямк

подпись

| Кямкин В.А. |

Ф.И.О

« 5 » 02 2020 г.

*Ознакомление обучающегося с рецензией обеспечивается не позднее чем за 5 календарных дней до дня защиты выпускной квалификационной работы.

ОТЗЫВ

на выпускную квалификационную работу

Студента Кямкина В.А.

Тема выпускная работа: «Проектирование технического сервиса техники с разработкой установки фильтрации электролита»

Объем ВКР 78 страниц основной части и 6 листов иллюстрационных материалов.

Соответствие выпускной работы выданному заданию: выпускная квалификационная работа соответствует выделенному заданию

Достигнутые результаты, практическая значимость и недостатки выпускной работы: Повышение эффективности использования техники является одной из основных задач аграрного производства. Решая данную задачу необходимо исходить из фактического состояния использования техники, состояния технической эксплуатации.

Была поставлена цель повышения уровня этого фактора путем организации ТО и разработки установки для регенерации электролита. Эта цель реализована в данной выпускной квалификационной работе.

В течение работы над выпускной квалификационной работой, Кямкин В.А. проанализировал литературные источники по техобслуживанию, фильтрации жидкостей.

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы Кямкин В.А. проявил высокую дисциплинированность, трудолюбие, систематически посещал консультации, соблюдал график выполнения ВКР и в назначенный срок представил к защите.

Решая задачи выпускной квалификационной работы, необходимые расчеты были проведены с использованием ПК, а также сделаны технико - экономические и инженерные расчеты, где Кямкин В.А. сумел правильно применить свои знания по общетехническим и специальным дисциплинам

Рекомендации о допуске ВКР(работы) к защите и оценка за работу над выпускной квалификационной работой: рекомендую допустить выпускную работу к защите, оценка за работу над ВКР - хорошо

Руководитель ВКР: д.т.н. профессор И.Г.Галиев

(подпись)

С отзывом ознакомлен:

05.02.2020

Кям

Кямкин В.А.