

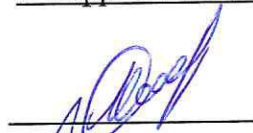
ФГБОУ ВО КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ  
ИНСТИТУТ МЕХАНИЗАЦИИ И ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА  
Направление «Эксплуатация транспортно-технологических машин  
и комплексов»  
Кафедра «Эксплуатация и ремонт машин»

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

Тема Проектирование технического обслуживания и диагностиро-  
вания автомобилей с разработкой установки для фильтрации  
масла

Шифр ВКР.23.03.03.265.20.00.00.00.ПЗ

Выпускник студент



Симанов М.В.

Ф.И.О.

Руководитель профессор  
ученое звание

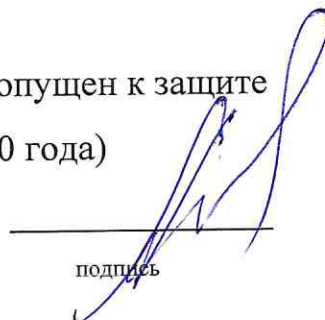


И.Г.Галиев

Ф.И.О.

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

Зав. кафедрой профессор  
ученое звание



Н.Р.Адигамов

Ф.И.О.

Казань – 2020 г.

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Кафедра «Эксплуатация и ремонт машин»

Направление «Эксплуатация транспортно-технологических машин  
и комплексов»

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой

/Адигамов Н.Р./

« 14 » 12 2020 г.

## ЗАДАНИЕ

### на выпускную квалификационную работу

Студенту Симанову М.В.

Тема проекта Проектирование технического обслуживания и диагностирования автомобилей с разработкой установки для фильтрации масла  
утверждена приказом по ВУЗу от « 10 » 01 2020 г. № 6

2. Срок сдачи студентом законченного проекта 11.02.2020

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. Анализ конструкций устройств для очистки масел \_\_\_\_\_

2. Проектирование технического обслуживания и диагностирования \_\_\_\_\_

3. Конструктивная часть \_\_\_\_\_

4. Анализ и разработка мероприятий по БЖ \_\_\_\_\_

5. Анализ и разработка мероприятий по охране окружающей среды \_\_\_\_\_

6. Экономическое обоснование конструкции \_\_\_\_\_

## АННОТАЦИЯ

к выпускной квалификационной работе Симанова М.В. на тему: «Проектирование технического обслуживания и диагностирования автомобилей с разработкой установки для фильтрации масла».

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки на 68 листах рукописного текста графической части на 6 листах формата А1.

Записка состоит из введения, четырех разделов, выводов и включает 3 рисунка, 20 таблиц. Список использованной литературы содержит 19 наименований.

В первом разделе дан анализ методов очистки и конструкций для очистки масел.

Во втором разделе разработан проект технического обслуживания для хозяйств аграрного сектора.

В третьем разделе разработана установка для очистки масла, произведены необходимые конструктивные и прочностные расчеты. Предусмотрены мероприятия по охране окружающей среды и спроектированы мероприятия по охране труда и технике безопасности при эксплуатации моечной установки. Разработаны мероприятия по охране окружающей среды. Дано экономическое обоснование проектируемых конструкции

Записка завершается выводами и предложениями.

## ABSTRACT

to the final qualifying work of Simanov M. V. on the theme:  
"Design of maintenance and diagnostics of cars with the development of the installation for oil filtration."

The final qualifying work consists of an explanatory note on 68 sheets of handwritten text of the graphic part on 6 sheets of A1 format.

The note consists of an introduction, four sections, conclusions and includes 3 figures, 20 tables. The list of references contains 19 titles.

In the first section the analysis of methods of cleaning and designs for cleaning of oils is given.

In the second section the project of technical service for farms of agrarian sector is developed.

In the third section, the installation for oil purification was developed, the necessary structural and strength calculations were made. Environmental protection measures are envisaged and occupational health and safety measures are designed for the operation of the washing plant. Environmental protection measures have been developed. The economic justification of the projected design is given

The note concludes with conclusions and suggestions.



## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	8
1. АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОЧИСТКИ И КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ ОЧИСТКИ МАСЕЛ .....	10
1.1. МЕТОДЫ ОЧИСТКИ МАСЕЛ .....	10
2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И ДИАГНОСТИРОВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ .....	19
2.1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ АТП .....	19
2.1.1. Корректировка нормативной периодичности ТО и КР .....	19
2.2. РАСЧЁТ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ ПО КОЛИЧЕСТВУ ВОЗДЕЙСТВИЙ. ....	20
2.2.1. Расчёт производственной программы по количеству воздействий за цикл. ....	20
2.2.2. Расчёт производственной программы по количеству воздействий за год .....	21
2.2.3. Количество ТО для групп автомобилей .....	22
2.2.4. Количество диагностических воздействий за год по маркам автомобилей.....	23
2.2.5. Определение суточной программы по ТО и диагностике .....	23
2.3. РАСЧЁТ ГОДОВОГО ОБЪЁМА РАБОТ ПО ТО, ТР И ОБСЛУЖИВАНИЮ .....	24
2.3.1. Расчёт нормативных трудоёмкостей ТО .....	24
2.4. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЁМА РАБОТ ТО И ТР ПО ПРОИЗВОДСТВЕННЫМ ЗОНАМ И УЧАСТКАМ .....	26
2.5. РАСЧЁТ ЧИСЛЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ РАБОЧИХ.....	30
2.6. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗОН, УЧАСТКОВ И СКЛАДОВ .....	31
2.6.2. Расчёт числа отдельных постов ТО .....	32
2.6.3. Расчет поточных линий периодического действия .....	33

	6
2.6.4 Расчёт поточных линий непрерывного действия .....	35
2.6.5 Расчёт постов ТР .....	36
2.6.6 Расчёт постов ожидания .....	37
2.6.7. Расчёт потребного количества постов КТП .....	37
2.7 РАСЧЁТ ПЛОЩАДЕЙ ПОМЕЩЕНИЯ АТП .....	38
2.7.1. Расчёт площадей помещения зон ТО и ТР .....	38
2.7.2. Расчёт площадей производственных участков .....	39
2.8.ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА НА ПРОИЗВОДСТВЕ .....	41
2.8.1. Энергозатраты при физических нагрузках разной интенсивности .....	43
3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОЧИСТКИ МАСЛА .....	46
3.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ОЧИСТКИ.	
КОНСТРУКТИВНЫЕ И ПРОЧНОСТНЫЕ РАСЧЕТЫ .....	48
3.2.1 Определение рабочего давления очистки .....	48
3.2.2 Расчет производительности .....	49
3.2.3. Расчет внутреннего диаметра высоконапорной трубки .....	51
3.3. ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ В КОНСТРУКЦИИ	
УСТАНОВКИ ДЛЯ ОЧИСТКИ МАСЛА .....	51
3.3. РАЗРАБОТКА ИНСТРУКЦИИ ПО ОХРАНЕ ТРУДА ПРИ	
ЭКСПЛУАТАЦИИ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОЧИСТКИ МАСЛА .....	52
3.3.1. Общие требования безопасности .....	52
3.3.2. Требования безопасности перед началом работ .....	53
3.3.3. Требование безопасности во время работы .....	53
3.3.4. Требования безопасности в аварийных ситуациях .....	53
3.3.5. Требования безопасности по окончании работ .....	53
3.4. РАСЧЕТ ВЕНТИЛЯЦИИ, ОСВЕЩЕНИЯ И ЗАЗЕМЛЕНИЯ .....	54
3.5. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ .....	56
3.6.ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗРАБОТКИ	
КОНСТРУКЦИИ .....	57

3.6.1 Расчет технико-экономических показателей эффективности	
конструкции .....	58
ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ .....	66
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....	67
<b>СПЕЦИФИКАЦИЯ</b> .....	69

## ВВЕДЕНИЕ

Важность автомобильного транспорта как элемента производственной инфраструктуры народного хозяйства страны определяется не только тем, что без его участия практически не осуществляется ни один вид хозяйственной деятельности, но и тем, что им перевозится 80 % всех грузов, которые доставляются всеми видами транспорта. Автомобили выполняют либо полностью весь процесс перевозок грузов от производителя до потребителя, либо во взаимодействии с другими видами транспорта осуществляют начальную, промежуточную или конечную его фазу.

Организация, нормирование и оплата труда в автопарке включает рассмотрение следующих сторон:

- рассматривает производственную структуру и организационную деятельность отдельных служб управления автотранспортом, их функции и взаимоотношения;

- изучает и разрабатывает пути рациональной организации основных и вспомогательных производственных процессов на автотранспортном предприятии и способы более полного использования его материальных и трудовых ресурсов;

- разрабатывает научные методы организации труда и заработной платы водителей, а также вопросы организации материального стимулирования их работы;

- изучает способы организации и внедрения новой и совершенствование действующей техники, принципы выбора рациональной структуры подвижного состава и разрабатывает методы определения экономической эффективности новой техники.

Планы развития экономики страны предусматривают дальнейший ускоренный рост автомобильного транспорта и увеличения его участия в грузообороте всех видов транспорта за счет улучшения структуры парка грузовых

автомобилей, повышения удельного веса автомобилей большей грузоподъемности, сокращения коротких пробегов и простоев.

Для дальнейшего улучшения работы грузового автотранспорта важное значение имеет правильное планирование работы, а также материальная заинтересованность коллектива в принятии планов заданий.

Основной задачей плана развития автопарка является наиболее полное удовлетворение предприятий в перевозке грузов при наименьших транспортных издержках.

## 1. АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОЧИСТКИ И КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ ОЧИСТКИ МАСЕЛ

### 1.1. МЕТОДЫ ОЧИСТКИ МАСЕЛ

Технология очистки базовых масел влияет на их свойства. Применяют следующие методы очистки масел.

1. Выщелачивание. Это самый простой способ. Масло обрабатывают раствором щелочи ( $\text{NaOH}$ ), которая нейтрализует органические кислоты. Продукты окислительной полимеризации (нефтяные смолы и другие вредные примеси) при щелочной очистке не удаляются, поэтому этот способ для моторных масел не применяют.

2. Кисотно-щелочная и кисотно-контактная очистка. При этом методе очистки основным реагентом, входящим в соединения с нежелательными примесями, является серная кислота, которую добавляют в дистиллятное масло до 6 %, а в остаточное - до 10 %.

Серная кислота разрушает смолисто-асфальтовые и ненасыщенные соединения, которые вместе с непрореагировавшей кислотой выпадают в осадок, образуя кислый гудрон. Наиболее ценные для масел циклановые углеводороды серной кислотой не затрагиваются и после отделения кислого гудрона промываются водным раствором щелочи, которая нейтрализует остатки серной кислоты и кислого гудрона. Очистка заканчивается промывкой масла водой и просушиванием перегретым паром или горячим воздухом.

Для предотвращения возможности образования стойких водомасляных эмульсий обработку щелочью заменяют контактным фильтрованием с ис-



пользованием отбеливающих глин, обладающих большой адсорбционной способностью поглощать полярно-активные вещества, к которым относятся продукты взаимодействия с серной кислотой.

Кислотную очистку с контактным фильтрованием через отбеливающие земли называют кислотно-контактной очисткой.

Применение для очистки моторных масел серной кислоты имеет существенные недостатки: при современных масштабах производства моторных масел это приводит к огромным безвозвратным расходам серной кислоты - ценного продукта, широко используемого во многих химических производствах.

Кислый гудрон, который является отходом при этом способе очистки, очень токсичный и вредный продукт; дальнейшее использование его по ряду причин нерентабельно, и его огромные скопления являются источником очень вредного воздействия на окружающую природу.

3. Очистка масел селективными растворителями. Это современный и эффективный способ очистки масел.

Особенностью этого метода является возможность в процессе очистки многократного использования селективных растворителей. В качестве селективных растворителей применяют фурфурол, фенол и ряд других веществ.

Принцип селективной очистки заключается в следующем. Подбирают растворитель, который при определенной температуре и количественном соотношении с очищаемым маслом выборочно (селективно) растворяет в себе все вредные примеси и плохо или совсем не растворяет очищаемый продукт, в данном случае - масло.

При смешивании очищаемого масла с селективным растворителем основная часть вредных примесей растворяется и переходит в растворитель, который, не смешиваясь с маслом, легко с ним разделяется при отстаивании. Получается слой очищенного масла (рафинадный слой) и слой растворителя с вредными, удаленными из масла примесями. Этот слой называют экстрактом. Слои разделяют. Слой очищенного масла доочищают отбеливающими глинами, а экстракт подвергают регенерации, при которой селективный рас-



творитель отделяется от вредных продуктов и опять вводится в процесс очистки.

Очень важно правильно выбрать как соотношение масла и растворителя, так и температуру, при которой осуществляют процесс очистки. Например, при использовании в качестве селективного растворителя фенола температуру следует поддерживать в диапазоне 50—300 °С, а соотношение масла и растворителя 1 : 1 или 1 : 2.

При применении фурфурола соотношение очищаемого продукта варьируют в зависимости от желаемой глубины очистки очищаемого масла от 1 : 1,5 до 1 : 4.

Для получения качественной очистки высоковязких остаточных масел используют метод парных растворителей. При этом один из них должен выборочно растворять вредные примеси, а другой — очищаемое масло. Происходит как бы разделение полезного и вредного продукта. При растворении примесей применяют креозол с 30—50 % фенола, а при растворении рафината — пропан. С целью поддержания пропана в жидком состоянии очистку производят под давлением до 2 Мпа.

В последнее время все шире применяют гидрогенизацию, которая является наиболее совершенным способом очистки масел. Процесс аналогичен гидроочистке топлив. Проводят его под давлением до 2 Мпа в присутствии водорода при температуре 380—400 °С.

Для улучшения низкотемпературных свойств масел (что имеет особое значение при эксплуатации двигателей зимой, находящихся на открытой стоянке автомобилей и тракторов) подвергают деасфальтизации и депарафинизации. Удаление из масла этих соединений, обладающих высокой температурой застывания, повышает низкотемпературные свойства масел.

Деасфальтизацию проводят с помощью жидкого пропана, который под давлением 2—4 Мпа смешивают с очищенным маслом в пропорции до 10 : 1. Процесс протекает в специальных колоннах. Очищаемое масло поступает в среднюю часть колонны, пропан — в нижнюю. Выводится битум из самого

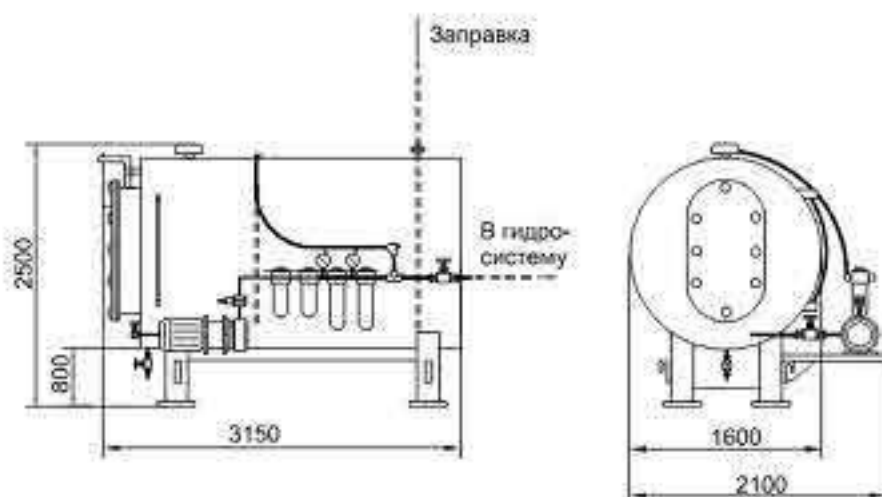
нижнего уровня колонны. Раствор очищенного от асфальта масла выводится из верхней части колонны, после чего очищенное масло отделяется от растворителя.

Депарафинизацию масла, т. е. Выделение из него парафина и церезина, производят путем его глубокого охлаждения. Перед охлаждением в масло добавляют растворители и смесь нагревают на  $15-20^{\circ}$  выше температуры полного растворения парафина и церезина. Затем смесь подвергают охлаждению и фильтрации или центрифугированию. Застывший парафин и церезин остаются на фильтрах. Освобожденное от парафина и церезина масло при его охлаждении в условиях реальной эксплуатации обладает повышенной текучестью, что значительно облегчает пуск двигателя при низких температурах.

В последнее время появляются методы очистки масел, основанные на его фильтрации через специальные мембраны, фильтрующие на молекулярном уровне, которые, например, пропускают молекулу углеводородов и задерживают молекулу продуктов окислительной полимеризации и другие нежелательные примеси. Этот метод еще не получил широкого применения при очистке моторных масел.

## 1.2.ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ ОЧИСТКИ МАСЛА.

Станция очистки масла СО 6.1-50-25/5 МЭ-200



Станция очистки масла предназначена для хранения запаса минерального масла, очистки его путем многократной фильтрации и подачи очищенного масла в гидросистемы.

#### Технические характеристики:

Наименование	Значение
Рабочая жидкость	гидравлическое масло на нефтяной основе
Вязкость кинематическая, сСт	20 ... 213
Температура жидкости, °С	10...50
Температура окружающей среды, °С	10...50
Тонкость фильтрации заправочного фильтра, мкм	50
Тонкость фильтрации, мкм:	
I ступень	25...32
II ступень	7...10
Давление на выходе из станции, МПа	0,2
Объем бака, м <sup>3</sup>	6
Материал бака	Сталь 12X18H10T
Расход насоса фильтрации, л/мин	50
Габариты станции, мм	3150 x 2100 x 2500

Системы очистки жидкости / Станция очистки масла многоступенчатая  
СО 12.2.2-38-100/32/16МЭ-70

Станция очистки масла многоступенчатая СО 12.2.2-38-100/32/16МЭ-70

Станция очистки масла предназначена для многоступенчатой очистки загрязненного масла от механических примесей и воды, хранения запаса

очищенного масла, и подачи очищенного масла в гидросистемы.

#### **Технология очистки:**

**1 ступень.** Очистка от механических примесей и воды при помощи сепаратора. Очищенная жидкость направляется в бак гравитационной очистки, а отходы в соответствующий бак-отстойник.

**2 ступень.** Очистка жидкости от механических примесей и воды гравитационным способом в баке гравитационной очистки. Бак имеет три секции последовательной очистки путем отстоя.

**3 ступень.** Фильтрование жидкости из третьей секции бака-отстойника в циркуляционный трехсекционный бак через фильтры грубой (100 мкм) и предварительной (32 мкм) очистки.

**4 ступень.** Гравитационная очистка жидкости в первой секции циркуляционного бака.

**5 ступень.** Циркуляционная очистка масла через фильтр тонкой очистки (16 мкм). Жидкость, забираемая из третьей секции бака, перекачивается через фильтр и возвращается во вторую секцию бака.

#### **Технические характеристики:**

Наименование	Значение
Рабочая жидкость	гидравлические масла на нефтяной основе
Вязкость кинематическая, сСт	20 ... 213
Температура жидкости, °С	10...50
Температура окружающей среды, °С	10...50
Тонкость фильтрации, мкм	
грубой очистки	100
предварительной очистки	32...40
тонкой очистки	16
Давление на выходе из станции, МПа	2

Наименование	Значение
Расход насоса фильтрации, л/мин	38
Расход насоса подачи масла в гидросистему, л/мин	70
Объем одного бака, м <sup>3</sup>	12
Количество баков, шт.	2
Материал бака	Ст. 3, Сталь 12X18H10T
Габариты установки, мм	6000x6000x 2500

Переносная система очистки воды СОВ. 01.16

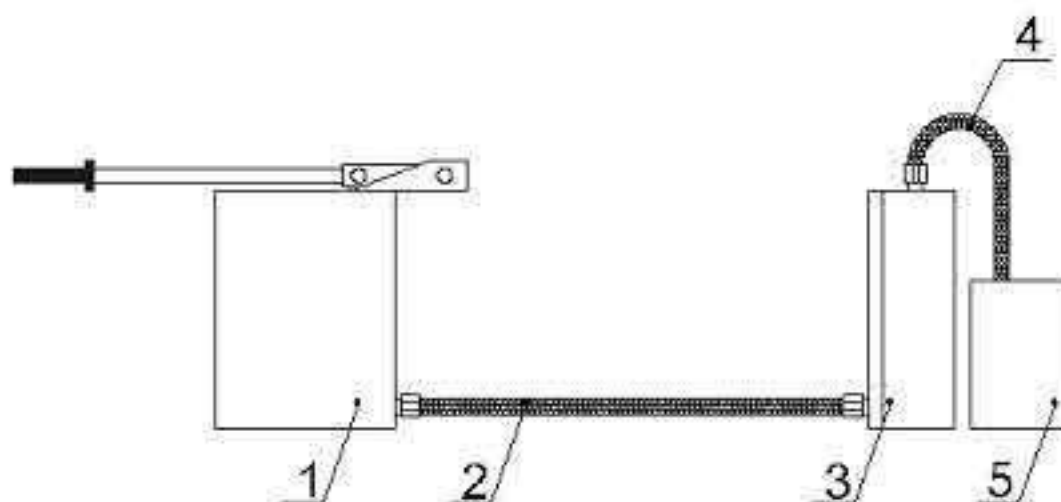


Рис.1

Переносная трехступенчатая система очистки и обеззараживания СОВ.01.16 предназначена для подготовки питьевой воды в полевых условиях. Система состоит из ручного насоса с резервуаром (1), блока фильтрации (3), емкости для чистой воды (5) и соединительных гибких рукавов (2) и (4).

#### Технические характеристики:

Давление нагнетания, МПа	до 1
Объем резервуара, л	16
Усилие на рукоятке, Н	до 250

Габаритные размеры, мм:	
насоса	404 x 250 x 544
блока фильтрации	334,5 x 126 x 474,5
Общий вес установки, кг	10

Предварительная очистка от механических примесей производится мешатипосетчатыми фильтрами грубой и тонкой очистки, окончательная - фильтром бактерицидного действия.

Характеристики могут быть изменены по желанию заказчика. Данная установка успешно используется подразделением специального назначения Управления ФСБ России по Челябинской области.

1 Производительность, м<sup>3</sup>/ч 6-20 2 Номинальная тонкость фильтрации, мкм 3-12 3 Достижимый класс чистоты масла после обработки по ГОСТ 17216-71 не более 7 4 Предельно-допустимое давление насосного агрегата, МПа (кгс/см<sup>2</sup>) 0,8 (8)

Предназначена для очистки от механических примесей путем фильтрации турбинного, трансформаторного масел и других электроизоляционных жидкостей. Используется как самостоятельное изделие и может быть составной частью установок и технологических схем для обработки масла.

#### Установка для фильтрации и очистки масла

Предназначена для очистки от механических примесей путем фильтрации турбинного, трансформаторного масел и других электроизоляционных жидкостей.

Используется как самостоятельное изделие и может быть составной частью установок и технологических схем для обработки масла.

Изготавливается по ТУ У 29.2-04624312-028-2002 и имеет Сертификат соответствия в системе сертификации ГОСТ Р Госстандарта России.

- вид климатического исполнения — У1 по ГОСТ 15150-69;





- средний срок службы — не менее 10 лет, гарантийный срок — 1 год;
- обслуживающий персонал — 1 человек;
- экобезопасность — по ГОСТ 12.1.005-88;
- пожаробезопасность — по ГОСТ 12.1.004.91;
- электробезопасность — по ГОСТ 12.2.007.0-75.

В состав установки входят: фильтр грубой очистки, фильтры предварительной и тонкой очистки масла, агрегат электронасосный, маслонагреватель, шкаф управления, установленные на раме.

Основное назначение установки ФУМ-А исп. 1 — обработка турбинного масла.

Рабочая среда подается под давлением на фильтр грубой очистки, обеспечивающий тонкость фильтрации 200 мкм. После прохождения фильтра грубой очистки и маслонагревателя жидкость разделяется на два потока и проходит предварительную (20 мкм) и тонкую (5 мкм) очистку.

Двухступенчатая система фильтров позволяет обработать не менее 1200 м<sup>3</sup> свежего масла с завода-изготовителя до регенерации или замены фильтропакетов. Конструкция установки позволяет, при необходимости, заменить загрязненные фильтропакеты без разборки технологической схемы.



## 2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И ДИАГНОСТИРОВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ

### 2.1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ АТП

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.

#### 2.1.1 Корректировка нормативной периодичности ТО и КР

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.

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.

Пробег до ТО рассчитывается по формуле ( $L_i$ ), км:

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

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

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

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

Полученные значения, количество дней работы автомобилей до ТО ( $D_{\text{ТО}}$ ), округляем до целого и заново определяем скорректированный пробег до списания  $L$ .

	Пробег до сп-я	Др за цикл	Скор Lц	Lто-1	Lто-2	Дто-1	Дто-2	Lто-1 скор	Lто-2 скор
НЕФАЗ- 5299	320000	1502	319926	4000	16000	19	75	4047	15975
КРАЗ- 257В1	240000	1101	240018	3200	12800	15	59	3270	12862

## 2.2 РАСЧЁТ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ ПО КОЛИЧЕСТВУ ВОЗДЕЙСТВИЙ.

2.2.1. Расчёт производственной программы по количеству воздействий за цикл.

Число ТО-1 ( $N_{\text{ТО-10}}$ ), ТО-2 ( $N_{\text{ТО-20}}$ ),  $EO_c$  ( $N_{\text{EOc0}}$ ),  $EO_r$  ( $N_{\text{EOr0}}$ ) за цикл на один автомобиль рассчитывается по формулам:

$$N_{\text{ТО-10}} = (L_0 / L_{\text{ТО-1}}) \cdot N_{\text{с}} \quad (2.5)$$

$$N_{\text{ТО-20}} = (L_0 / L_{\text{ТО-2}}) \cdot N_{\text{с}} \quad (2.6)$$

$$N_{\text{еос}} = L_{\text{г}} / l_{\text{с}}, \quad (2.7)$$

$$N_{\text{еот}} = (N_{\text{та-1}} + N_{\text{та-2}}) \cdot 1,6, \quad (2.8)$$

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

	N <sub>то-1</sub>	N <sub>то-2</sub>	N <sub>еос</sub>	N <sub>еот</sub>
НЕФА3-5299	78	19	1502	155
КРА3-257Б1	72	18	1101	144

### 2.2.2. Расчёт производственной программы по количеству воздействий за год

Поскольку, 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  $N_{\text{та-1}}$ ,  $N_{\text{та-2}}$ ,  $N_{\text{еос}}$ ,  $N_{\text{еот}}$  за цикл к значениям  $N_{\text{та-1г}}$ ,  $N_{\text{та-2г}}$ ,  $N_{\text{еосг}}$ ,  $N_{\text{еотг}}$  за год по формулам:

$$N_{\text{та-1г}} = (L_{\text{г}} / L_{\text{та-1}}) \cdot N_{\text{гох}}, \quad (2.9)$$

$$N_{\text{та-2г}} = (L_{\text{г}} / L_{\text{та-2}}) \cdot N_{\text{гох}}, \quad (2.10)$$

$$N_{\text{еосг}} = L_{\text{г}} / l_{\text{с}}, \quad (2.11)$$

$$N_{\text{еотг}} = (N_{\text{та-1г}} + N_{\text{та-2г}}) \cdot 1,6, \quad (2.12)$$

где  $L_{\text{г}}$  – годовой пробег автомобиля, км.;

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

Годовой пробег автомобиля рассчитывается по формуле:

$$L_{\text{г}} = l_{\text{с}} \cdot D_{\text{раб}} \cdot a_{\text{т}}, \quad (2.13)$$

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

$\alpha_T$  – коэффициент технической готовности автомобиля.

При проектировании АТП  $\alpha_T$  рассчитывается по формуле:

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

где  $D_{\text{то-тр}}$  – количество дней простоя автомобиля в ТО и ТР на 1000 км пробега;

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

	Кр	Lгод	Nспг	Nто-1г	Nто-2г	Neосг	Neотг
НЕФА3-5299	0,899	62233	0,195	15	4	292	30
КРА3-257Б1	0,896	67388	0,281	20	5	309	40

### 2.2.3. Количество ТО для групп автомобилей

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

$$N_{\text{то}} = N_{\text{то,г}} \cdot A_{\text{в}}, \quad (2.15)$$

где  $A_{\text{в}}$  – списочное кол-во автомобилей, ед.

Результаты расчётов заносим в таблицу 1.1.

Таблица 1.1 -Количество ТО для групп автомобилей за год

Показ	НЕФА3-5299	КРА3-257Б1	Всего АТП
Nто-2	332	475	807
Nто-1	1245	1900	3145

Показ	НЕФА3-5299	КРА3-257Б1	Всего АТП
Неос	24236	29355	53591
Неот	2490	3800	6290

#### 1.2.4. Количество диагностических воздействий за год по маркам автомобилей

Число автомобилей, диагностируемых при ТР согласно опытным данным и нормам проектирования ОНТП-АТП-СТО-80 принято равным 10% от программы ТО-1 за год. 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 ( $N_{Д1}$ ) и Д2 ( $N_{Д2}$ ) рассчитывается по формулам:

$$\sum N_{Д1} = 1,1 \cdot N_{ТО-1} + N_{ТО-2}, \quad (2.16)$$

$$\sum N_{Д2} = 1,2 \cdot N_{ТО-2}, \quad (2.17)$$

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

	Д-1	Д-2
НЕФА3-5299	1701,5	398,4
КРА3-257Б1	2565	570

#### 2.2.5. Определение суточной программы по ТО 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:

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

Результаты вычислений заносим в таблицу 1.2.

Таблица 1.2 -Суточная программа по ТО и диагностике

Показ	НЕФА3-5299	КРА3-257Б1	Всего АТП
Nсутто-2	1,02	1,38	2
Nсутто-1	3,83	5,51	9
Nсут д-1	5,24	7,43	13
Nсут д-2	1,23	1,65	3

## 2.3 РАСЧЁТ ГОДОВОГО ОБЪЁМА РАБОТ ПО ТО, ТР И ОБСЛУЖИВАНИЮ

### 2.3.1. Расчёт нормативных трудоёмкостей ТО

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

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

$$t_{EOr} = t^{(a)}_{EOr} \cdot k_3, \quad (2.20)$$

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

Скорректированная нормативная трудоёмкость ТО-1 и ТО-2 рассчитывается по формуле:

$$t_i = t^{(a)}_i \cdot k_2 \cdot k_4, \quad (2.21)$$

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

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

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

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

где  $t_{\text{ТР}}^{(\text{н})}$  – удельная нормативная трудоёмкость ТР,

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

	$t_{\text{еос}}$	$t_{\text{еот}}$	$t_{\text{ео}}$	$t_{\text{то-1}}$	$t_{\text{то-2}}$	$t_{\text{тр}}/1000$
НЕФА3-5299	0,4	0,2	0,6	21,4	85,7	5,84
КРА3-257Б1	0,18	0,09	0,27	6,8	25,7	5,65

### 2.3.2. Определение годового объёма работ по ТО и ТР

Объём работ по ЕО<sub>с</sub>, ЕО<sub>т</sub>, ТО-1 и ТО-2 ( $T_{\text{еос}}$ ,  $T_{\text{еот}}$ ,  $T_{\text{то-1}}$ ,  $T_{\text{то-2}}$ ) за год определяется произведением числа ТО на нормативное скорректированное значение трудоёмкости данного вида ТО по формуле [4, с.42]:

$$T_{\text{еос,еот}} = N_{\text{еос,еот}} \cdot t_{\text{еос,еот}}, \quad (2.23)$$

Годовой объём работ по ТР равен:

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

Результаты вычислений сводим в таблицу 1.3.



Таблица 1.3 -Годовой объём работ по ТО и ТР

	Теос	Теот	Тто-1	Тто-2	Ттр
НЕФА3-5299	9694,4	498	26643	28452,4	30165,58
КРА3-257Б1	5283,9	342	12920	12207,5	36170,51
Итого	14978,3	840	39563	40659,9	66336,09

Годовой объём работ ТО и ТР 162377,3

Годовой объём вспомогательных работ 40594,32

Далее определяется суммарная трудоёмкость ТО и ТР:

$$\sum T_{\text{ТО-ТР}} = \sum T_{\text{ЕОс}} + \sum T_{\text{ЕОт}} + \sum T_{\text{ТО-1}} + \sum T_{\text{ТО-2}} + \sum T_{\text{ТР}}$$

#### 2.4 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЁМА РАБОТ ТО И ТР ПО ПРОИЗВОДСТВЕННЫМ ЗОНАМ И УЧАСТКАМ

Распределение объёма работ ЕО, ТО и ТР по видам работ %, согласно ОНТП-01-91 производим в таблице 1.4.

Таблица 1.4 -Распределение объёма работ ЕО, ТО и ТР по видам работ

Вид работ ТО и ТР	НЕФА3-5299		КРА3-257Б1	
	%	Трудоёмкость, чел.ч	%	Трудоёмкость, чел.ч
Техническое обслуживание				
ЕОс(выполняемое ежедневно):				
уборочные	60	5816,64	35	3393,04
моечные	40	3877,76	65	3434,535
Итого:	100	9694,4	100	5283,9

Вид работ ТО и ТР	НЕФАЗ-5299		КРАЗ-257Б1	
	%	Трудоемкость, чел.ч	%	Трудоемкость, чел.ч
ЕО(выполняемое перед ТО и ТР)*1:				
уборочные	55	273,9	40	136,8
моечные по двигателю и шасси	45	224,1	60	205,2
И т о г о:	100	498	100	342
ТО-1				
общее диагностир.(Д-1)	8	2131,44	10	1292
крепежные, регулировоч- ные, смазочные др.	92	24511,56	90	11628
И т о г о:	100	26643	100	
ТО-2				
углубленное диагностиро- вание (Д-2)	7	1991,7	10	1220,8
крепежные, регулировоч- ные, смазочные др.	93	26460,7	90	10986,8
И т о г о:	100	28452,4	100	12207,5
Текущий ремонт				
Постовые работы:				
общее диагностов (Д-1)	1	301,7	1	361,7
углубленное диагностиро- вание (Д-2)	1	301,7	1	361,7
регулировочные и разбо- рочно-сборочные	27	8144,7	35	12659,7
Сварочные для:				
легковых автомобилей,	5	1508,3	0	0,0

Вид работ ТО и ТР	НЕФАЗ-5299		КРАЗ-257Б1	
	%	Трудоемкость, чел.ч	%	Трудоемкость, чел.ч
автобусов и внедорожных автомобилей-самосвалов, грузовых автомобилей				
с металлическими кузовами	0	0	4	1446,8
с металлодеревянными кузовами	0	0	3	1085,1
с деревянными кузовами	0	0	2	723,4
Жестяники для:				
автобусов и грузовых автомобилей общего назначения:	2	603,3	0	0,0
с металлическими кузовами	0	0	3	1085,1
с металлодеревянными кузовами	0	0	2	723,4
с деревянными кузовами	0	0	1	361,7
Деревообрабатывающие для грузовых:				
с металлодеревянными кузовами	0	0	2	723,4
с деревянными кузовами	0	0	4	1446,8
Окрасочные	8	2413,2	6	2170,2
ИТОГО по постам	44	13272,9	50	18085,3
Участковые работы:				
агрегатные	17	5128,1	18	6510,7

Вид работ ТО и ТР	НЕФА3-5299		КРА3-257Б1	
	%	Трудоемкость, чел.ч	%	Трудоемкость, чел.ч
слесарно-механические	8	2413,2	10	3617,1
электротехнические	7	2111,6	5	1808,5
аккумуляторные	2	603,3	2	723,4
ремонт приборов системы питания	3	905,0	4	1446,8
шиномонтажные	2	603,3	1	361,7
вулканизационные(ремонт камер)	1	301,7	1	361,7
кузнечно-рессорные	3	905,0	3	1085,1
медницкие	2	603,3	2	723,4
сварочные	2	603,3	1	361,7
жестяницкие	2	603,3	1	361,7
арматурные	3	905,0	1	361,7
обойные	3	905,0	1	361,7
таксометровые	0	0	0	0,0
ИТОГО по участкам	56	16892,7	50	18085,3
Всего по ТР	100	30165,6	100	36170,5

Годовой объём вспомогательных работ составит:

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

Распределение объёма вспомогательных работ по видам производим в таблице 1.5 (по ОНТП-01-91) [2, с.19].

Таблица 1.5 -Распределение объема вспомогательных работ по видам работ

Ремонт и обслуживание технол оборуд, остваст, инструм	20	8118,9
Ремонт и обслуживание инженерного оборудования, сетей и коммуникации	15	6089,1
Транспортные	10	4059,4
Перегон автомобилей	15	6089,1
Приемка, хранение и выдача матер-х ценностей	15	6089,1
Уборка производ-х помещений	20	8118,9
Обслуживание компрессорного оборудования	5	2029,7
Итого	100	40594,3

## 2.5 РАСЧЁТ ЧИСЛЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ РАБОЧИХ

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

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

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

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

$\Phi_T$  –годовой фонд времени технологически необходимого рабочего;

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

Технологически необходимое ( $P_T$ ) и штатное ( $P_{\text{шт}}$ ) число рабочих рассчитываются для зоны ЕО, для зоны ТО-1, для зоны ТО-2.

Годовой фонд времени технологического рабочего на постах ТР (для зоны ТР) рассчитывается по формуле:

$$\Phi_{\tau}=(\Phi_{\tau \text{ н.н.}} \cdot a+\Phi_{\tau \text{ в.р.}} \cdot b)/(a+b), \quad (2.28)$$

где  $a, b$  –число работ с нормальными и вредными условиями труда, %  
(для автобусов  $a=31$ ,  $b=13$ , для грузовых автомобилей  $a=40$ ,  $b=10$ ).

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

$$\Phi_{\sigma}=(\Phi_{\sigma \text{ шт.}} \cdot c+\Phi_{\sigma \text{ м.}} \cdot d)/(c+d), \quad (2.29)$$

где  $c, d$  –количество работ всех рабочих и маляров, % (для автобусов  $c=36$ ,  $d=8$ , для грузовых автомобилей  $c=44$ ,  $d=6$ ).

	Нраб н %	Нраб вр %	Нраб все %	Нраб мал %	Нраб уч. н %	Нраб уч. вр %	Ф <sub>т</sub>	Ф <sub>ш</sub>	Ф <sub>ту</sub>	Ф <sub>шу</sub>
НЕФАЗ-5299	31	13	36	8	47	9	1999	1782	2031,4	1820
КРАЗ-257В1	41	9	44	6	41	9	2027	1795	2026,8	1820

	зона ЕО	зона ТО-1	зона ТО-2	зона ТР		Участок ТР	
				НЕФАЗ-5299	КРАЗ-257В1	НЕФАЗ-5299	КРАЗ-257В1
Нраб тех	8	19	20	7	9	8	9
Нраб штат	9	22	22	7	10	9	10

## 2.6 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗОН, УЧАСТКОВ И СКЛАДОВ

### 2.6.1 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.

### 2.6.2 Расчёт числа отдельных постов ТО

Ритм производства  $R_r$  – 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.

$$R_r = 60 \cdot T_{см} \cdot c / N_{ис} \quad (2.30)$$

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

$c$  – число смен;

$N_{ис}$  – суточная производственная программа, ед.

	$R_{еос}$	$R_{еот}$	$R_{то-1}$	$R_{то-2}$	$R_{д-1}$	$R_{д-2}$
НЕФА3-5299	8	78,3	89,5	335,6	65,5	279,7
КРА3-257Б1	7,1	54,5	62,3	249	296,9	207,5

Такт поста  $\tau$  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.:

$$\tau = 60 \cdot t_r / P_{п} + t_{п}, \quad (2.31)$$

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

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

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



	$\tau_{\text{еос уб}}$	$\tau_{\text{еос м}}$	$\tau_{\text{еот уб}}$	$\tau_{\text{еот м}}$	$\tau_{\text{то-1}}$	$\tau_{\text{то-2}}$
НЕФА3-5299	9,2	11,6	5,3	7,4	474,5	1596
КРА3-257Б1	3,9	9	3,1	5,2	124,4	464,6

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

$$X_{\text{то}} = \tau / R$$

Этот показатель определяется по всем видам ТО, т.е.  $X_{\text{еос уб}}$ ,  $X_{\text{еос м}}$ ,  $X_{\text{еос в-д}}$ ,  $X_{\text{еос р}}$ ,  $X_{\text{еос с}}$ ,  $X_{\text{то-1}}$ ,  $X_{\text{то-2}}$ .

При известном годовом объеме диагностических работ число диагностических постов рассчитывается по формуле:

$$X_{\text{д}} = T_{\text{д}} / \Phi_{\text{д}} \cdot P_{\text{д}} = T_{\text{д}} / D_{\text{раб г}} \cdot T_{\text{сж с}} \cdot \eta_{\text{д}} \cdot P_{\text{д}} \quad (2.32)$$

где  $T_{\text{д}}$  –годовой объем диагностических работ, чел·ч;

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

	$X_{\text{еос уб}}$	$X_{\text{еос м}}$	$X_{\text{еос АТП}}$	$X_{\text{то-1}}$	$X_{\text{то-2}}$	$X_{\text{д-1}}$	$X_{\text{д-2}}$
НЕФА3-5299	1,2	1,5	2,7	5	5	1,3	1,3
КРА3-257Б1	0,5	1,3	1,8	2	2	0,9	0,8

### 2.6.3. Расчет поточных линий периодического действия

Такт линии  $\tau_{\text{л}}$  рассчитывается по формуле:

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

где  $t$  –трудоемкость работ ТО, чел·ч;

$P_{\sigma}$ —общее число технологически необходимых рабочих работающих на линии обслуживания;

$t_{\sigma}$ —время передвижения автомобиля с поста на пост, мин.

Число рабочих на линии обслуживания рассчитывается по формуле:

$$P_{\sigma} = x_{\sigma} \cdot P_{\sigma p} \quad (2.34)$$

где  $P_{\sigma p}$ —среднее число рабочих на посту линии обслуживания,

$x_{\sigma}$ —число постов на линии, ед. ( $x_{\sigma} = 3 \dots 5$ ).

При использовании конвейера время передвижения с поста на пост рассчитывается по формуле:

$$t_{\sigma} = (L_{\alpha} + a) / V_{\sigma} \quad (2.35)$$

где  $L_{\alpha}$ —габаритная длина автомобиля,

$a$ —расстояние между автомобилями, стоящими на двух последовательных постах ( $a = 1,5$ ), м

$V_{\sigma}$ —скорость передвижения автомобиля конвейером, м/мин.

Число линий обслуживания  $m_{\sigma}$  рассчитывается по формуле:

$$m_{\sigma} = \tau_{\sigma} / R_{\sigma} \quad (2.36)$$

	$t_{\sigma}$	$\tau_{\sigma}$	$R_{\sigma}$	$m_{\sigma}$
НЕФА3-5299	2	216	89,5	2
КРА3-257Б1	1	69	62,3	1

#### 2.6.4 Расчёт поточных линий непрерывного действия

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  $\tau_{\text{едм}}$  рассчитывается:

$$\tau_{\text{едм}} = 60 / N_p \quad (2.37)$$

где  $N_p$  – производительность механизированной моечной установки на линии.

Ритм линии  $R_{\text{ед}}$  рассчитывается по формуле:

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

где  $T_{\text{возв}}$  – время возврата автомобилей с линии, час. Принимаем согласно [4, с.59]:  $T_{\text{авт.обусл}} = 3,5$  часа;  $T_{\text{возв.груз.ам}} = 3,3$  часа.

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

$$\tau_{\text{едч.м.}} = (L_a + a) / V_{\text{в.}} \quad (2.39)$$

	тео	Рео	тео	тео ч.м.	тео ч.м.
НЕФА3-5299	2	4	1	6	2
КРА3-257Б1	4	3,3	1	3	1

### 2.6.5 Расчёт постов ТР

Так как работа на постах ТР производится в 2 смены, то расчёт количества постов  $X_{ТР}$  производится по формуле:

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

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

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

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

$\eta_n$  –коэффициент использования рабочего времени поста (0,8...0,9).

$P_{\text{ср}}$  –число одновременно работающих на посту

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

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

где  $\varphi_1$  –коэффициент, учитывающий регулировочные, разборочно-сборочные и окрасочные работы;

$\varphi_2$  –коэффициент, учитывающий сварочно-жестяницкие работы;

$a, b$  –количество работ, %.

	ттр	X тр пост
НЕФА3-5299	1,73	4
КРА3-257Б1	1,69	5

### 2.6.6 Расчёт постов ожидания

Принимается для ТО-2  $X_{ож} = 0,2 \cdot X_{ТО-2}$ , для постов ТР-  $X_{ож} = 0,2 \cdot X_{ТР}$

Для постов диагностики постов ожидания нет.

	X то-2 ож	X тр ож
НЕФА3-5299	1	0,8
КРА3-257Б1	0,4	1

### 2.6.7. Расчёт потребного количества постов КТП

Количество постов КТП, предназначенных для контроля технического состояния автомобилей рассчитывается :

$$X_{к\text{тп}} = \frac{A_u \cdot \alpha_r \cdot 0,75}{T_{\text{ин}} \cdot R}, \quad (2.42)$$

где R –численность автомобилей, проходящих через пост КТП за 1 час, авт/час (примерно 40 авт/час);

$A_u$ -количество автомобилей, ед;

$\alpha_r$ - коэффициент готовности.

	X к\тп	Xк\тп округ	Xк\тп АТП
НЕФА3-5299	0,4	1	2
КРА3-257Б1	0,5	1	

## 2.7 РАСЧЁТ ПЛОЩАДЕЙ ПОМЕЩЕНИЯ АТП

Площади АТП по своему функциональному назначению подразделяются на 3 основные группы: производственно-складские, хранения подвижного состава и вспомогательные.

### 2.7.1. Расчёт площадей помещения зон ТО и ТР

Площадь зоны ТО и ТР находится по формуле:

$$F_z = f_a \cdot x_z \cdot k_o, \quad (2.43)$$

где  $f_a$  – площадь, занимаемая автомобилем в плане,  $m^2$ ;

$x_z$  – число постов зоны, ед;

$k_o$  – коэффициент плотности расстановки постов, согласно рекомендациям [4, с.69]  $k_o = 6 \div 7$  при одностороннем расположении постов,  $k_o = 4 \div 5$  при двухстороннем расположении постов и погонном методе (при ТО).

Далее определяют общую площадь:

$$\sum F_{зпк} = F_{зео} + F_{зто-1} + F_{зто-2} + F_{зтр} + F_{зд-2};$$

	$F_{зео}$	$F_{зто-1}$	$F_{зто-2}$	$F_{зтр}$	$F_{зд-1}$	$F_{зд-2}$
НЕФА3-5299	557	928	928	743	371	371
КРАЗ-257Б1	166	166	166	416	83	83
Площ. Зон	723	1094	1094	1159	454	454
$F_{атп}$	4978					

### 2.7.2. Расчёт площадей производственных участков

Площади участков рассчитывают по площади помещения, занимаемой оборудованием и коэффициенту плотности его расстановки по формуле [4, с.69]:

$$F_{\text{уч}} = f_{\text{об}} \cdot K_{\text{об}}, \quad (2.44)$$

где  $f_{\text{об}}$  – суммарная площадь горизонтальной проекции по габаритным размерам оборудования,  $\text{м}^2$ ;

$K_{\text{об}}$  – коэффициент плотности расстановки оборудования.

Для приближённых расчётов площади участков могут быть определены по числу работающих на участке в наиболее загруженную смену, рассчитывается по формуле:

$$F_{\text{уч}} = f_1 + f_2 \cdot (P_r - 1), \quad (2.45)$$

где  $f_1$  – удельная площадь участка на первого работающего,  $\text{м}^2/\text{чел}$ ;

$f_2$  – удельная площадь участка на каждого последующего работающего,  $\text{м}^2/\text{чел}$ ;

$P_r$  – число технологически необходимых рабочих:

$$P_r = T_{\text{гоб}} / \Phi_{\text{тех}}, \quad (2.46)$$

где  $T_{\text{гоб}}$  – трудоёмкость на  $i$ -ом участке, чел·ч;

$\Phi_{\text{тех}}$  – годовой фонд времени технологического рабочего, час.

Расчёт технологически необходимых рабочих сводим в таблицу 1.6.



Таблица 1.6 -Количество технологически необходимых рабочих на участках ТР

Вид участковых работ	НЕФА 3-5299		КРА 3-257Б1		Рт АТП	F для не объед. Работ
	Тру- доем	Рт	Тру- доем	Рт		
агрегатные	5128,1	2,5	6510,7	3,2	6,0	92
спесарно-механические	2413,2	1,2	3617,1	1,8	3,0	42
электротехнические	2111,6	1,0	1808,5	0,9	2,0	24
аккумуляторные	603,3	0,3	723,4	0,4	1,0	21
ремонт приборов системы питания	905,0	0,4	1446,8	0,7	2,0	22
пиномонтажные	603,3	0,3	361,7	0,2	1,0	18
вулканизацион- ные(ремонт камер)	301,7	0,2	361,7	0,2	1,0	12
кузнечно-рессорные	905,0	0,4	1085,1	0,5	1,0	21
медницкие	603,3	0,3	723,4	0,4	1,0	15
сварочные	603,3	0,3	361,7	0,2	1,0	15
жестяницкие	603,3	0,3	361,7	0,2	1,0	18
арматурные	905,0	0,4	361,7	0,2	1,0	12
обойные	905,0	0,4	361,7	0,2	1,0	18
таксометровые	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
ИТОГО по участкам	16892	8,2	18085	8,7	17,0	330

Для объединенных видов

работ

26,3

Суммарная площадь

участка

356,3

## 2.8. 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 поверхност-

ным, 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 адренокортикотропной 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 характеризуется общей слабостью, истощаемостью, быстрой утомляемостью, апатией и сонливостью днем.

### 2.8.1. 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 вбавывания (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.

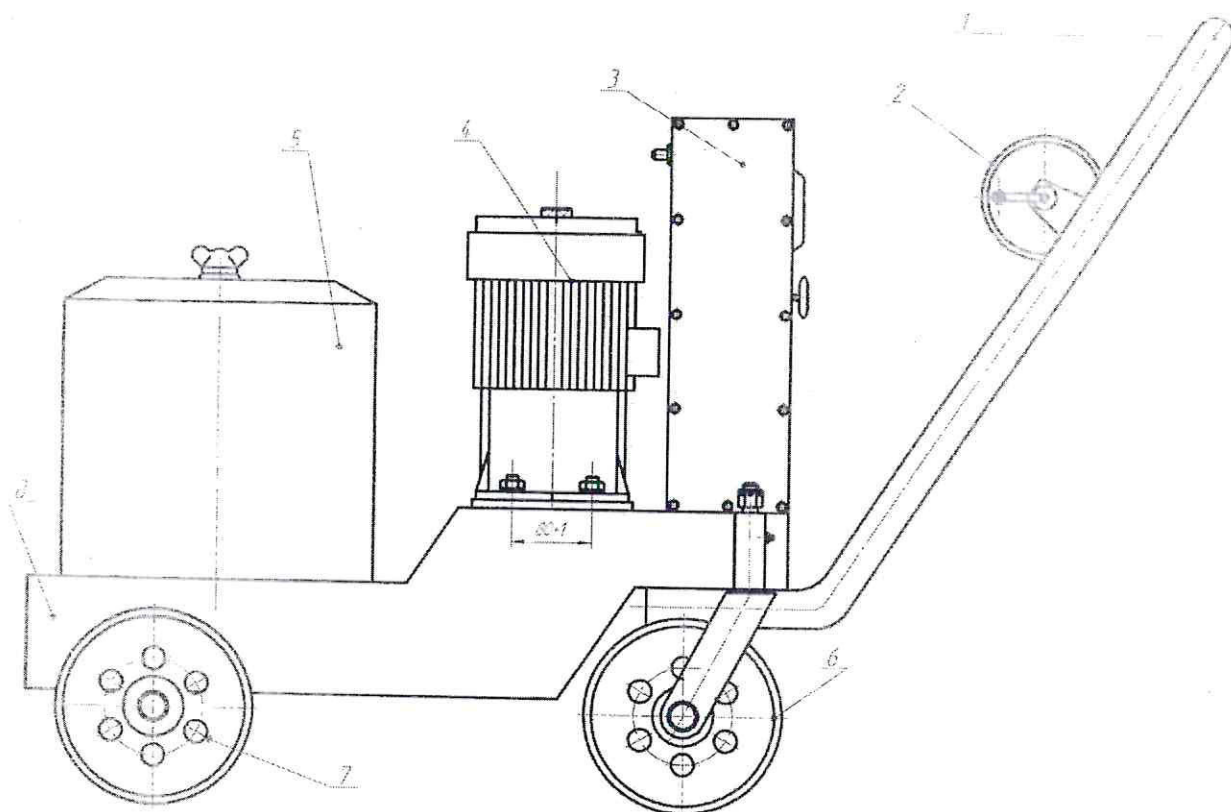
То же самое можно отнести к использованию факторов физической культуры во время обеденного перерыва. При его значительной продолжительности (около часа) и хорошо организованном обеде, занимающем не более половины этого времени, с большой пользой может быть применен ряд физических упражнений, направленных 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. ПРОЕКТИРОВАНИЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОЧИСТКИ МАСЛА

#### 3.1. КОНСТРУКЦИЯ И ОПИСАНИЕ УСТАНОВКИ

Установка предназначена для очистки отработавших масел или для повышения качественных характеристик.

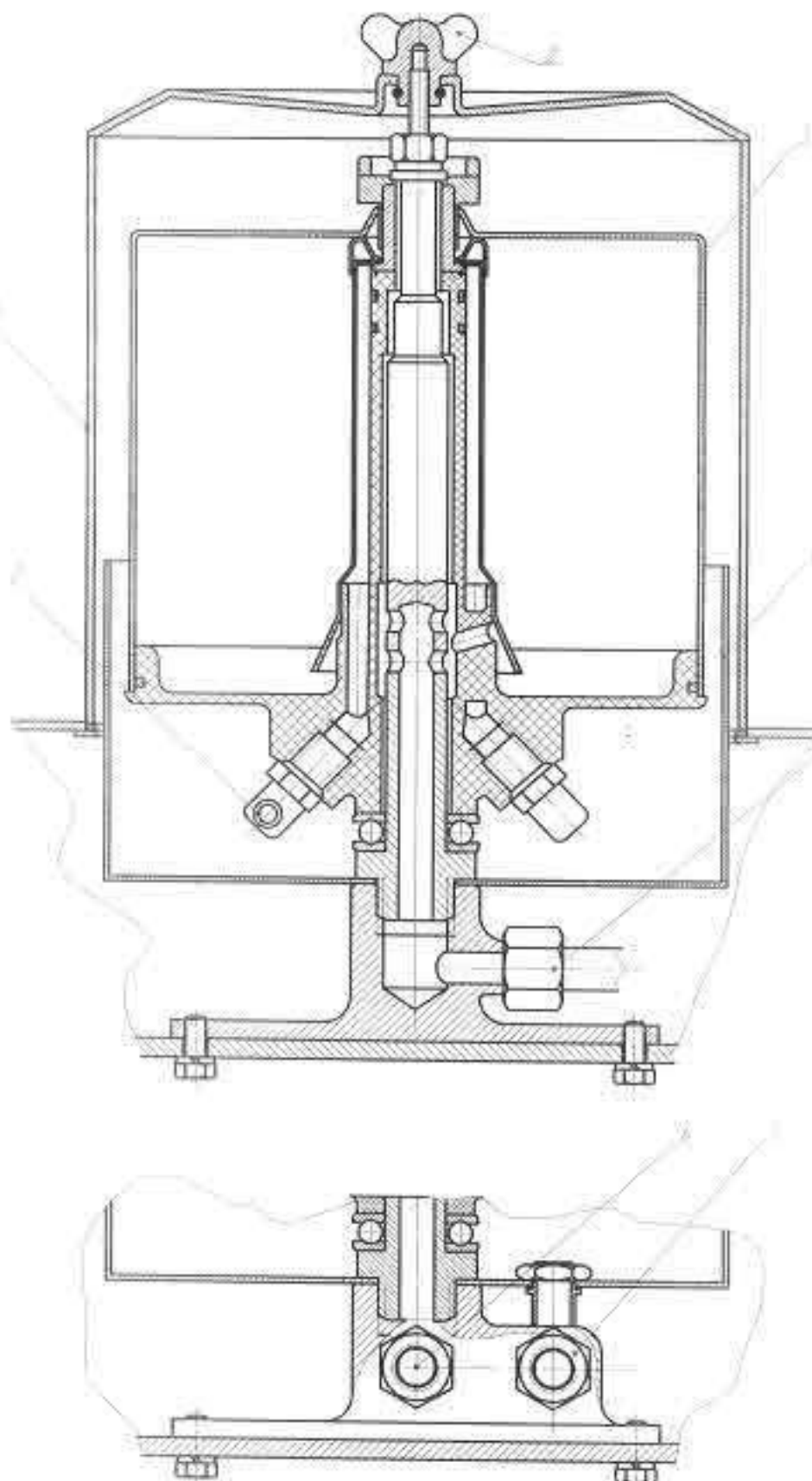


1- ручка; 2- барабан для намотки электрокабеля; 3- щит управления; 4- электродвигатель; 5- колокол в сборе; 6, 7- колеса переднее и заднее; 8- осто́в.

Рисунок 3.1 -Установка для очистки масла.

					ВКР.23.03.03.265.20.00.00.00.ПЗ		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	<b>Устройство для фильтрации масла</b>		
Разраб.	Симанов М.В.						
Провер.	Галиев И.Г.						
Реценз.							
Н. Контр.	Галиев И.Г.						
Утверд.	Адигамов Н.Р.				Стадия    Лист    Листов 1        20 каф ЭРМ		





1- колокол; 2- фигурная гайка; 3- ротор; 4- маслосборник; 5- форсунка;  
6- подводной патрубок; 7- отводной патрубок.

Рисунок 3.2 - Колокол в сборе.

					ВКР.23.03.03.265.20.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		2

Установка работает следующим образом.

Установку, за рукоятку, подкатывают к емкости с маслом, подсоединяют подводящий патрубок 6 (рис. 3.3) к емкости с неочищенным маслом, отводящий патрубок 7 к емкости для сбора очищенного масла, открывают краны и запускают установку, при этом неочищенное масло поступает по патрубку 6 в полый вал ротора. откуда под давлением подается через сетчатый фильтр к форсункам, под действием реактивной силы ротор начинает вращаться, при этом масло находящиеся внутри ротора 3 тоже начинает вращаться, за счет центробежной силы, механические примеси начинают откладываться на стенках ротора, а очищенное масло через форсунки поступает в масло-сборник 4, далее через отводной патрубок, насос к потребителю или в емкость.

## 3.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ОЧИСТКИ. КОНСТРУКТИВНЫЕ И ПРОЧНОСТНЫЕ РАСЧЕТЫ

### 3.2.1 Определение рабочего давления очистки

Для обеспечения эффективного отделения примесей и удаления загрязнений необходима большая скорость струи истекающая из сопла колокола. Рекомендовано применять скорость струи равную 30 м/с.

Давление позволяющее обеспечить такую скорость струи определяется по формуле:

$$P = 0,01 \left( \frac{v}{\varphi} \right)^2 \cdot \frac{1}{2 \cdot g} \quad (3.1)$$

где  $P$  – давление, МПа;

$v$  - средняя скорость струи, м/с;

$\varphi$  - коэффициент скорости, по [ ]  $\varphi=0,82$

					ВКР.23.03.03.265.20.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3

$g$  – ускорение свободного падения,  $m/s^2$

$$P = 0,01 \left( \frac{30}{0,82} \right)^2 \cdot \frac{1}{2 \cdot 9,8} = 0,68 \text{ МПа}$$

### 3.2.2 Расчет производительности

Производительность определяется по формуле:

$$Q = q \cdot n \quad (3.2)$$

где  $Q$  – расход масла  $m^3/c$ ;

$q$  – расход масла через сопло,  $m^3/c$

$n$  – количество форсунок.

Количество форсунок определяется по формуле:

$$n = \frac{L}{e} \quad (3.3)$$

где  $n$  – количество форсунок;

$L$  – длина установки по окружности, мм;

$e$  – (длина) расстояния между форсунками, мм

Применяемая во внимание ширину струи и её высокую скорость рекомендовано принять  $l=100$  мм.

Длина проектируемой установки по окружности определяется по формуле:

					ВКР.23.03.03.265.20.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

$$L = \frac{\pi(d_w - 200)}{2} \quad (3.5)$$

$$L = \frac{3.14(300 - 200)}{2} = 150 \text{ мм}$$

$$n = 150 / 100 = 1,5$$

Принято  $n=2$

Расход раствора через форсунку определяется по формуле:

$$q = M \cdot v \cdot \omega \quad (3.6)$$

где  $q$  – расход раствора через форсунку,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;

$M$  – коэффициент расхода форсунки, принимая во внимание тип сечения,  $\mu=0,73$ ;

$v$  – скорость струи,  $\text{м}/\text{с}$ ;

$\omega$  – площадь поперечного сечения форсунки,  $\text{м}^2$ ;

$$\omega = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \quad (3.7)$$

где  $D$  – диаметр отверстия форсунки,  $\text{м}$ .

$$\omega = \frac{3,14 \cdot 0,0025^2}{4} = 4,9 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2;$$

$$q = 0,73 \cdot 30 \cdot 4,9 \cdot 10^{-6} = 0,0001 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$Q = 0,0001 \cdot 26 = 0,0026 \text{ м}^3/\text{с} = 9 \text{ м}^3/\text{ч}$$

					ВКР.23.03.03.265.20.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

### 3.2.3. Расчет внутреннего диаметра высоконапорной трубки

Диаметр определяется по формуле:

$$d = 1,13 \sqrt{\frac{Q}{v_{\text{доп}}}} \quad (3.8)$$

где  $d$  – внутренний диаметр, м;

$Q$  – расход моющего раствора, м<sup>3</sup>/с

$v$  – допустимая скорость движения раствора в трубопроводе, м/с.

Диаметр рукава

$$d = 1,13 \sqrt{\frac{0,0026}{8}} = 0,02 \text{ м}$$

Диаметр труб установки

$$d = 1,13 \sqrt{\frac{0,0013}{8}} = 0,014 \text{ мм}$$

Рекомендовано принять  $d_{\text{тр}} = 0,015 \text{ мм}$

### 3.3. ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ В КОНСТРУКЦИИ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОЧИСТКИ МАСЛА.

- Рабочее место обслуживающего персонала расположено в безопасной зоне благоприятной в санитарно-гигиеническом отношении
- Габаритные размеры установки соответствуют требованиям проведения рабочих операций;
- Пусковые и контрольные устройства установки хорошо видно с рабочего места и имеет свободный доступ для включения и выключения.
- Электрическая проводка открыта;

					ВКР.23.03.03.265.20.00.00.00.ПЗ	Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

### 3.3. РАЗРАБОТКА ИНСТРУКЦИИ ПО ОХРАНЕ ТРУДА ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОЧИСТКИ МАСЛА.

Утверждаю  
Директор ООО

#### ИНСТРУКЦИЯ

по охране труда при эксплуатации установки для очистки масла.

##### 3.3.1. Общие требования безопасности.

1. К работе допускаются лица не моложе 18 лет мужского пола, прошедшую медицинскую комиссию на допуск к работе и прошедшие инструктаж по ТБ.
2. Соблюдение правил внутреннего распорядка кол.договора, курить на территории хозяйства разрешено только в специально отведенных местах, распитие спиртных напитков запрещено.
3. Соблюдать правила по обеспечению пожаро- и взрывобезопасности.
4. При обнаружении случаев травмирования, слесарь должен сообщить срочным образом зав.маш.двором или в его отсутствие механику и сообщить по тел. 03 в медпункт и принять первую до врачебную помощь. При обнаружении неисправности установки приспособлений и инструмента должен сообщить руководству маш. двора.
5. Слесарь должен уметь оказывать первую доврачебную помощь.
6. После ТО и заправки резервуаров слесарь обязан помыть руки моющим раствором.
7. За несоблюдение требований инструкции слесарь несет ответственность согласно кол. договора.

					ВКР.23.03.03.265.20.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

### 3.3.2. Требования безопасности перед началом работ

1. Перед началом работ слесарь обязан одеть спец одежду и подготовить средства индивидуальной защиты.
2. Должен проверить исправность установки, приспособлений и инструмента, ограждений, сигнализации, заземление, местного освещения и т.п.
3. Тщательно проверить соединение трубопроводов и рукавов высокого давления.

### 3.3.3. Требования безопасности во время работы

1. Следить за показанием давления на манометре установки.

### 3.3.4. Требования безопасности в аварийных ситуациях.

1. При возникновении аварийной ситуации немедленно отключить насос и прекратить работу.
2. При получении травмы и ожогов оказать первую медицинскую помощь и сообщить руководству маш. двора.

### 3.3.5. Требования безопасности по окончании работ.

1. Отключить установку, отсоединить патрубки.
2. Собрать рукава высокого давления, установку установить в зону хранения.
3. Сдать в технически исправном состоянии установку механику.
4. Сообщить зав.маш. двором об окончании работ и о недостатках обнаруженных во время работы.

Составил: Абдуллин \_\_\_\_\_

					ВКР.23.03.03.265.20.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8



Согласовано: инженер по ОТ \_\_\_\_\_  
представитель профкома \_\_\_\_\_

### 3.4. РАСЧЕТ ВЕНТИЛЯЦИИ, ОСВЕЩЕНИЯ И ЗАЗЕМЛЕНИЯ.

Для нормального функционирования нефтехозяйства в помещениях вентиляция должна соответствовать требованиям СН 245-79:

$$L_v = V_a \cdot K, \quad (3.9)$$

где:  $V_a$  – объем помещения,  $m^3$

$K$  – часовая кратность воздуха, для помещения обкатки  $K = 2 \dots 3$

$$L_v = 193 \cdot 3 = 579 \text{ м}^3/\text{ч} \quad (3.10)$$

$$V_a = 5\text{м} \cdot 4\text{м} \cdot 3\text{м} = 60 \text{ м}^3$$

Площадь сечения вытяжного вентиляционного отверстия

$$F_v = L_v / 3600 \cdot V \quad (3.11)$$

$V$  – скорость движения воздуха для форточек,  $V = 0.8 \dots 1.3 \text{ м/с}$ .

$$F_v = 579 / 3600 \cdot 1 = 0,16 \text{ м}^2$$

Количество форточек 1 размером  $0,4 \times 0,5 \text{ м}$ .

Освещение участка производится светильником типа «Универсал» с матовым затемнением.

Освещенная поверхность находится на высоте 2 м от пола, расстояние между светильниками 500 см, высота подвеса 3м. Принимается количество светильников равным 2.

					ВКР.23.03.03.265.20.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

Световой поток ( $\Phi_{\text{л}}$ ) одной лампы – 2705 лм. Показатель формы помещения 0,89. Лампы типа НГ, световой поток которой равен 2700 лм.

По требованиям пожарной безопасности необходимо установить заземление на территории. Для этого определяем сопротивление одного заземления по формуле [14]:

$$R_{\text{з}} = \frac{\rho \cdot 0,366}{l} \left( \lg \frac{2l}{d} + 0,5 \lg \frac{4h+1}{4h-1} \right), \quad (3.12)$$

где  $\rho$  – сопротивление почвы, Ом/м;

$l$  – длина стержня, м;

$d$  – диаметр стержня, м;

$h$  – расстояние от поверхности земли до середины стержня, м.

$$R_{\text{з}} = \frac{100 \cdot 0,366}{4} \left( \lg \frac{2 \cdot 4}{0,02} + 0,5 \lg \frac{42+1}{42-1} \right) = 26$$

Определяем количества стержней в контуре по формуле:

$$N_{\text{ст}} = \frac{R_{\text{с}} \cdot \eta_{\text{с}}}{R_{\text{з}} \cdot \eta_{\text{з}}}, \quad (3.13)$$

где  $\eta_{\text{с}}$  – коэффициент сезонности;

$\eta_{\text{з}}$  – коэффициент экранизации;

$R_{\text{с}}$  – сопротивление растеканию тока, Ом.

$$N_{\text{ст}} = \frac{26 \cdot 2,6}{10 \cdot 0,9} = 7,5$$

Принимаем  $N_{\text{ст}} = 7$  шт

					ВКР.23.03.03.265.20.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

### 3.5. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Анализируя производственную деятельность нефтехозяйства видны значительные упущения и недостатки по отношению к охране окружающей среды: при строительстве нефтесклада соблюдены нормы расстояний до окружающих построек, лесных массивов. В случае аварии или утечек ТСМ могут попасть в реку, лес и т.д. На нефтескладе имеются течи ТСМ в случаях луж у топливо раздаточных колонок, которые загрязняют окружающую территорию. Сбор отработанных нефтепродуктов и сдача их для регенерации проводятся не регулярно, поэтому имеются случаи слива отработанных масел на землю, что является грубейшим нарушением. Мойка машин проводятся вне специальных площадок. Имеются случаи, когда МОКа проводится на берегах реки и озера и грязная вода стекает в водоемы и загрязняет их. При мойке резервуаров грязный моющий раствор сливается на землю. Учитывая эти недостатки, нарушение требований охраны окружающей среды разработанная технология мойки с помощью проектируемой установки позволяет:

- исключить ручной труд при мойке резервуаров, что обеспечивает охрану здоровья рабочих, так как в резервуарах скапливаются вредные пары нефтепродуктов. Применение установки также будет способствовать охране окружающей среды, так как загрязнения, очищаемые в ручную выбрасывались на землю. При мойке резервуаров необходимо обеспечить сбор моющего раствора с загрязнениями, который будет вытекать через водогрязеспускную пробку резервуара для последующей очистки от загрязнений моющий раствор может использоваться многократно, для этого надо проводить отстаивание грязного раствора в специальных емкостях, которые необходимо установить. Применение проектируемой установки обеспечит качественную мойку резервуаров, поэтому качество топлива будет хорошими двигатели машин будут выбрасывать выхлопные газы с меньшим количеством вредных газов.

					ВКР.23.03.03.265.20.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

Контроль и учет за выбросами выхлопных газов по ГОСТу 17.22.01-84 «Выхлопные газы дизельных двигателей». Контроль и учет должен осуществляться министерством экологии РФ.

Учет экологических параметров окружающей среды необходимо проводить по ГОСТу 12.1.036-81 на основании закона об охране окружающей среды.

Контроль осуществляется министерством охраны окружающей среды и природных ресурсов РФ, с привлечением местных властей.

### 3.6. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗРАБОТКИ КОНСТРУКЦИИ

Таблица 3.1 - Расчет массы сконструированных деталей

№	Наименование деталей	Объем, см <sup>3</sup>	Удельный вес, кг/см <sup>3</sup>	Количество	Масса детали, кг
1	Колокол	523	0,0078	1	4,08
2	Барабен	256	0,0078	1	2
3	Колесо	124	0,0078	4	3,87
4	Остов	985	0,0078	4	30,73
5	Фильтер	121	0,0078	1	0,94
6	Ручка	198	0,0078	2	3,09
	Итого				44,71

Масса готовых изделий

45

Масса конструкции

89,7

Балансовая стоимость новой конструкции определяется по формуле [12]:

$$C_k = \frac{C_{\text{из}} \cdot G_{\text{н}} \cdot C_{\text{пр}}}{G_{\text{п}}}, \quad (3.14)$$

где  $C_{\text{из}}$ ,  $C_{\text{пр}}$  - балансовые стоимости известной и проектируемой конструкций, руб;

$G_{\text{из}}$ ,  $G_{\text{п}}$  - массы известной и проектируемой конструкций, кг.

Таблица 3.2.- Балансовая стоимость конструкции

Наименование показателей	Исходный	Проект
Масса конструкции, кг	135	89,71
Балансовая стоимость, руб	8965	5957,4

Балансовая стоимость проектируемой конструкции вполне приемлема.

### 3.6.1. Расчет технико-экономических показателей эффективности конструкции

Исходные данные для проведения необходимых расчетов приведены в табл. 3.3.

Таблица 3.3 -Исходные данные для расчетов

№ п/п	Наименование показателей	Исходный	Проект
1	Масса конструкции, кг	135	89,71
2	Балансовая стоимость, руб	8965	5957,4
3	Годовая загрузка, час	1990	1990
4	Срок службы конструкции, год	10	10
5	Количество обслуж. персонала	1	1
6	Потребляемая мощность, кВт	0,18	0,12
7	Часовая производительность	10,2	22

8	Часовая тарифная ставка р/час	45,2	45,2
9	Норма амортизации, %	14,2	14,2
10	Норма затрат на ТО и ремонт, %	12,2	12,2
11	Цена электроэнергии, руб/кВт.ч	54,2	54,2
12	Коэффициент народ. хох. эффек.	0,15	0,15

Определяем металлоемкость процесса очистки:

$$M_k = \frac{G}{W_v \cdot T_{год} \cdot T_{ср}} \quad , \quad (3.15)$$

где  $M_k$ - металлоемкость, кг/м<sup>3</sup>;

$T_{год}$ - годовая загрузка, ч;

$T_{ср}$ - срок службы, лет.

Таблица 3.4 - Исходные данные для расчета металлоемкости

№ п/п	Наименование показателей	Исходный	Проект
1	Годовая загрузка, час	1990	1990
2	Срок службы конструкции, год	10	10
3	Масса конструкции, кг	135	89,71
4	Часовая производительность	10,2	22

Металлоемкость

0,00067

0,00020

Энергоемкость процесса очистки определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_k = \frac{N_k}{W} \quad , \quad (3.16)$$

где  $\mathcal{E}_k$ - энергоемкость, кВт.ч/м<sup>3</sup>;

$N_k$ - потребляемая мощность, кВт.

					ВКР.23.03.03.265.20.00.00.00.ПЗ	Лист
						14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 3.5 - Исходные данные для расчета энергоемкости

№ п/п	Наименование показателей	Исходный	Проект
1	Потребляемая мощность, кВт	0,18	0,12
2	Часовая производительность	10,2	22
Энергоемкость		0,0176	0,0055

Фондоемкость процесса очистки определяется по формуле:

$$F_c = \frac{C_6}{W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}}, \text{ руб/м}^3 \quad (3.17)$$

Таблица 3.6 - Исходные данные для расчета фондоемкости

№ п/п	Наименование показателей	Исходный	Проект
1	Балансовая стоимость, руб	8965	5957,4
2	Часовая производительность	10,2	22
3	Годовая загрузка, час	1990	1990
Фондоемкость		0,442	0,136

Трудоемкость процесса очистки определяется по формуле:

$$T_c = \frac{n_b}{W_{\text{ч}}} \text{ чел.ч/м}^3 \quad (3.18)$$

Таблица 3.7 - Исходные данные для расчета трудоемкости

№ п/п	Наименование показателей	Исходный	Проект
1	Количество обслуж. персонала	1	1
2	Часовая производительность	10,2	22
Трудоемкость		0,0980	0,0455



Определяем себестоимость работы выполняемый с помощью проектируемой установки по формуле:

$$S = C_{\text{з}} + C_{\text{э}} + C_{\text{р.т.о.}} + C_{\text{а.}} \quad (3.19)$$

где  $C_{\text{з}}$ - затраты на зарплату, руб/м<sup>2</sup>;

$C_{\text{э}}$ - затраты на электроэнергию, руб/м<sup>2</sup>;

$C_{\text{р.т.о.}}$ - затраты на ремонт и ТО, руб/м<sup>2</sup>;

$C_{\text{а.}}$ - затраты на амортизацию руб/м<sup>2</sup>.

Затраты на зарплату определяется:

$$C_{\text{з}} = z \cdot T_{\text{с.}} \quad (3.20)$$

где  $z$ - тарифная ставка, руб/чел.ч.

Таблица 3.8 - Исходные данные для расчета затраты на зарплату

№ п/п	Наименование показателей	Исходный	Проект
1	Часовая тарифная ставка р/час	45,2	45,2
2	Трудоемкость, чел.ч	0,1	0,0
	Затраты на зарплату	4,4	2,1

Затраты на ремонт и ТО определяется по формуле:

$$C_{\text{р.т.о.}} = \frac{C_{\text{б.}} \cdot H_{\text{р.т.о.}}}{100 \cdot W_{\text{в.}} \cdot T_{\text{рем.}}} \quad (3.21)$$

где  $H_{\text{р.т.о.}}$  норма затрат на ремонт и ТО, %.

Таблица 3.9 - Исходные данные для расчета затраты на ТО и ремонт

№ п/п	Наименование показателей	Исходный	Проект
1	Норма затрат на ТО и ремонт, %	12,2	12,2
2	Часовая производительность	10,2	22
3	Годовая загрузка, час	1990	1990
4	Балансовая стоимость, руб	8965,0	5957,4
Затраты на ТО и ремонт		0,05	0,0

Затраты на электроэнергию:

$$C_e = C_{\text{э}} \cdot \mathcal{E}_{\text{э}} \quad (3.22)$$

где  $C_{\text{э}}$  - цена электроэнергии, руб/кВт.ч;

$\mathcal{E}_{\text{э}}$  - норма расхода электроэнергии, кВт.ч/м<sup>2</sup>.

Таблица 3.10.- Исходные данные для расчета затраты на электроэнергию

№ п/п	Наименование показателей	Исходный	Проект
1	Цена электроэнергии, руб/кВт.ч	54,2	54,2
2	Потребляемая мощность, кВт	0,18	0,12
3	Часовая производительность	10,2	22
Затраты на электроэнергию		0,95647	0,29564

Затраты на амортизацию:

$$C_a = \frac{C_{\text{б}} \cdot a}{100 \cdot W_{\text{в}} \cdot T_{\text{гоп}}} \quad (3.23)$$

где  $a$  - норма амортизации, %.

Таблица 3.11 - Исходные данные для расчета затраты на амортизацию

№ п/п	Наименование показателей	Исходный	Проект
1	Норма амортизации, %	14,2	14,2
2	Часовая производительность	10,2	22
3	Годовая загрузка, час	1990	1990
4	Балансовая стоимость, руб	8965,0	5957,4
Затраты на амортизацию		0,063	0,019

Таблица 3.12 - Исходные данные для расчета эксплуатационных затрат

№ п/п	Наименование показателей	Исходный	Проект
1	Затраты на зарплату	4,4314	2,0545
2	Затраты на ТО и ремонт	0,0539	0,0166
3	Затраты на электроэнергию	0,95647	0,29564
4	Затраты на амортизацию	0,063	0,019
Эксплуатационные затраты		5,5044	2,3861

Определяем приведенные затраты:

$$S_{\text{пр}} = S + E_{\text{с}} \cdot F_{\text{с}} \quad (6.29)$$

Таблица 3.13 - Исходные данные для расчета приведенных затрат

№ п/п	Наименование показателей	Исходный	Проект
1	Эксплуатационные затраты	5,5044	2,3861
2	Фондоемкость	0,442	0,136
3	Коэффициент народ. хох. эффек.	0,15	0,15
Приведенные затраты		5,571	2,407

Определяем годовую экономию по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (S_{\text{в}} - S_{\text{п}}) \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}, \quad (3.24)$$

Таблица 3.14 - Исходные данные для расчета годовой экономии

№ п/п	Наименование показателей	Исходный	Проект
1	Эксплуатационные затраты	5,5044	2,3861
2	Часовая производительность		22
3	Годовая загрузка, час		1990
Годовая экономия			136 520,83

Годовой экономический эффект:

$$E_{\text{год}} = (S_{\text{факт в}} - S_{\text{факт п}}) \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}, \quad (3.25)$$

Таблица 3.15 - Исходные данные для расчета годового экономического эффекта

№ п/п	Наименование показателей	Исходный	Проект
1	Приведенные затраты	5,5707	2,4065
2	Часовая производительность		22
3	Годовая загрузка, час		1990
Годовой экономический эффект			138 527,66

Срок окупаемости дополнительных капиталовложений:

$$T_{\text{ок}} = \frac{C_{\text{вн}}}{\mathcal{E}_{\text{год}}} \quad (3.26)$$

Таблица 3.16 - Исходные данные для расчета срока окупаемости

№ п/п	Наименование показателей	Исходный	Проект
1	Балансовая стоимость, руб		5957,4
2	Годовая экономия		136 520,83
Срок окупаемости			0,04

Коэффициент эффективности дополнительных капиталовложений:

$$E_{\text{доп}} = \frac{1}{T_{\text{доп}}}, \quad (3.27)$$

Коэффициент эффективности 22,92

Таблица 3.17- Сводная таблица по экономическому обоснованию конструкции

№	Наименование показателей	Ед. изм.	Исходный	Проект.
1	Фондоёмкость	руб/ час	0,4	0,1
2	Металлоёмкость	кг/ед	0,0007	0,0002
3	Трудоёмкость	чел.ч	0,0980	0,0455
4	Производительность	шт/час	10,2	22,0
5	Уровень эксплуатационных затрат	руб/ час	5,5	2,386
6	Уровень приведенных затрат	руб/ час	5,6	2,407
7	Годовая экономия	т.руб	-	136,5
8	Годовой экономический эффект	т.руб	-	138,5
9	Срок окупаемости	лет	-	0,04
10	Коэффициент эффективности дополнительных капиталовложений	-	-	22,92

## ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

На основании проделанной работы по проектированию нефтехозяйства можно сделать вывод:

- разработанная в ВКР конструкция установки для очистки масла является более эффективной, что позволяет механизировать очистку. Она также более производительна по сравнению с применяемой в настоящее время
- разработанные в проекте мероприятия по охране труда будут способствовать дальнейшему повышению производительности труда и снижению травматизма работников.
- предложения по охране природы направлены на активную борьбу против загрязненности окружающей среды.


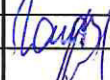
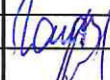
## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

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., Мирлин В.М. Техническая эксплуатация МТП.- М.: Агропромиздат,1991.-367с.
3. Клещ 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. Технологии 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. Быстидкая 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. Бердешев, Э.В. Костюченко и др. - М.: Колос, 1995. - 303 с.

## ***СПЕЦИФИКАЦИЯ***

Формат	Зона	Поз	Обозначение	Наименование	Кол-во	Примечание
				Документация		
			ВКР.23.03.03.265.20.00.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
			ВКР.23.03.03.265.20.00.00.00.ПЗ	Пояснительная записка		
				Сборочные единицы		
		1	ВКР.23.03.03.265.20.01.00.00	Колесо заднее	2	
		2	ВКР.23.03.03.265.20.02.00.00	Колесо переднее	2	
		3	ВКР.23.03.03.265.20.03.00.00	Корпус	1	
		4	ВКР.23.03.03.265.20.04.00.00	Колокол	1	
		5	ВКР.23.03.03.265.20.05.00.00	Опора	1	
		6	ВКР.23.03.03.265.20.06.00.00	Пульт управления	1	
		7	ВКР.23.03.03.265.20.07.00.00	Ротор	1	
		8	ВКР.23.03.03.265.20.08.00.00	Рукоятка	1	
				Детали		
		11	ВКР.23.03.03.265.20.00.00.11	Кнопка аварийная	1	
		12	ВКР.23.03.03.265.20.00.00.12	Отводная трубка	1	
		13	ВКР.23.03.03.265.20.00.00.13	Стакан	1	
		14	ВКР.23.03.03.265.20.00.00.14	Прокладка	1	
		15	ВКР.23.03.03.265.20.00.00.15	Прокладка	1	
				Стандартные изделия		
		20		Болт М4х1-20.58 ГОСТ 7798-70	12	
		18		Гайка М20.6Н.5 ГОСТ 5915-70	4	
		19		Шайба 16-65Г ГОСТ 6402-70	4	
		20		Шайба 4-65Г ГОСТ 6402-70	12	
ВКР.23.03.03.265.20.00.00.00.СБ						
Изм.	Лист	№ докум.		Подпись	Дата	
Разраб.		Симанов В.М.				
Провер.		Галиев И.Г.				
Н. контр.		Галиев И.Г.				
Утвердил		Абдигамов Н.Р.				
Устройство фильтрации МАСЛА				Лит.	Лист	Листов
				у	1	2
				Каф ЭРМ		

[illegible]

[illegible]



## О Т З Ы В

к выпускной работе Симанова В.М. на тему «Проектирование технического обслуживания и диагностирования автомобилей с разработкой установки для фильтрации масла»

Повышение эффективности использования техники является одной из основных задач любого производства. Одним из основных моментов решения проблемы является бесперебойное обеспечение ремонтом, обслуживанием и диагностированием техники. Решая данную задачу необходимо исходить из фактического состояния использования техники на основании которого разработать мероприятия по повышению эффективности их эксплуатации.

Уровень использования автотракторной техники, определенный Симановым В.М. показал низкий уровень фактора "Качество проведения ТО", в связи с этим была поставлена цель проектирование ТО и диагностирования автомобилей с разработкой установки для фильтрации масла. Данная цель в настоящем ВКР проекте достигнута.

В процессе выполнения ВКР Симанов В.М. проанализировал и изучил литературные источники по устройствам для фильтрации масла. Провел расчеты по организации ТО и диагностирования автомобилей.

В ходе ВКР Симанов В.М. проявил высокую дисциплинированность, систематически посещал консультации, соблюдал график выполнения работы.

Решая задачи ВКР, она провела все необходимые технико - экономические и инженерные расчеты, где сумел правильно применить свои знания по общетехническим и специальным дисциплинам.


Исходя из вышеуказанного, считаю, что Симанов В.М. заслуживает присвоения ему квалификации бакалавр.

Руководитель ВКР  
д.т.н. профессор кафедры ЭРМ



И.Г.Галиев

С отзывом ознакомлен:

5.07.2021.  Симанов В.М.

## РЕЦЕНЗИЯ

на выпускную квалификационную работу

Выпускника Смирнов Михаил Владимирович

Направление Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Профиль Автомобиль и автомобильное хозяйство

Тема ВКР Проектирование технического обслуживания и диагностирования автомобилей с разработкой установки для фиксации масла

Объем ВКР: текстовые документы содержат: 72 страниц, в т.ч. пояснительная записка 68 стр.; включает: таблиц 20, рисунков и графиков 3, 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 решены полностью ВКР
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.