



МЧС РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

**«Уральский институт Государственной противопожарной службы
Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны,
чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий»**

Кафедра пожарной техники

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ
РСЧС**

Методические указания по курсовой работе

Направление подготовки
20.04.01 Техносферная безопасность
(уровень магистратуры)
Профиль - Пожарная безопасность

Екатеринбург
2019

Проектирование и эксплуатация технических систем РСЧС [Текст]: методические рекомендации по курсовой работе. Направление подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность (уровень магистратуры) / сост. И.А. Зубарев, В.В. Терентьев, В.В. Крудышев, И.Д. Опарин - Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – 30 с.

Составители:

Зубарев И.А., заместитель начальника кафедры пожарной техники Уральского института ГПС МЧС России.

Терентьев В.В., доцент кафедры пожарной техники Уральского института ГПС МЧС России.

Крудышев В.В., доцент кафедры пожарной техники Уральского института ГПС МЧС России;

Опарин И.Д., преподаватель кафедры пожарной техники Уральского института ГПС МЧС России.

Основная цель методических указаний – дать знания слушателям в вопросах расчета ряда параметров специальной пожарной и аварийно-спасательной техники, используемой при проведении специальных спасательных работ на пожаре и аварийно-спасательных работ при чрезвычайных ситуациях. Кроме того, освещаются вопросы функционирования отдельных узлов конструкции, безопасности работ и других задач.

При выполнении курсовой работы издание поможет слушателям получить навыки работы с нормативной, справочной и учебной литературой, освоить решение задач по расчету параметров с использованием современной нормативной базы.

Издание предназначено для слушателей заочной формы обучения Уральского института ГПС МЧС России по специальности 20.04.01 Техносферная безопасность.

Одобрено на заседании кафедры пожарной техники «09» января 2019 г., протокол № 8.

© ФГБОУ ВПО «Уральский институт ГПС МЧС России», 2019

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ	5
2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ.....	6
2.1. Общее описание работы и правила ее выполнения.....	6
2.2. Порядок выбора варианта	8
2.3. Общие положения	9
2.4. Алгоритм расчета	11
2.5. Методика решения задач и варианты заданий.....	16
3. СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	27
Приложение 1	28

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Проектирование и эксплуатация технических систем РСЧС» предусматривает изучение пожарных автомобилей и аварийно-спасательной техники создающейся на основе готового шасси грузовых и легковых автомобилей, автобусов, колесной и гусеничной техники, различных плавательных и летательных аппаратов, поездов. Эта основа именуется «базовым шасси». Пожарными автомобилями укомплектованы подразделения Государственной противопожарной службы. В некоторых из них используются пожарные катера, вертолеты, танки. Пожарными автомобилями и аналогичной техникой укомплектовываются также подразделения пожарной охраны различных министерств (железнодорожный транспорт, лесное хозяйство, армейские подразделения и т.д.).

ГОСТ Р 12.2.144-2005 «Система стандартов безопасности труда. Автомобили пожарные. Требования безопасности. Методы испытаний» устанавливает следующее определение понятия «базовое шасси» пожарного автомобиля – это автомобильное шасси, специально изготовленное либо серийно выпускаемое, предназначенное для размещения на нем салона для личного состава боевого расчета и пожарной надстройки.

1. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Проектирование и эксплуатация технических систем РСЧС» состоит из пяти последовательно изучаемых тем.

Материал дисциплины изучается на лекциях и практических занятиях, а также в процессе самостоятельной работы обучающихся.

В соответствии с рабочей программой темы дисциплины имеют следующие названия и содержание.

Тема №	Наименование темы
1	Введение. Современные подходы к техническим средствам Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС)
2	Специальные пожарные автомобили
3	Специальная пожарная и аварийно-спасательная техника на базе судов, железнодорожного транспорта и других транспортных средств
4	Аварийно-спасательная техника спасательных воинских формирований и поисково-спасательных отрядов
5	Мобильные роботизированные комплексы
	Зачет

Подробно изучаемые вопросы в рамках каждой темы изложены в рабочей программе по дисциплине «Проектирование и эксплуатация технических систем РСЧС». Там же приведены ссылки на рекомендуемую литературу.

Дисциплина интегрирует знания из многих общеобразовательных и специальных дисциплин. Знания, умения и владения, приобретенные в результате изучения дисциплины, возможно, использовать при изучении следующих дисциплин:

- «Управление силами и средствами на месте пожара и ЧС»
- «Мониторинг безопасности с помощью современных летательных аппаратов»
- «Информационная поддержка принятия решений при тушении пожаров и ликвидации ЧС».

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

2.1 Общее описание работы и правила ее выполнения

Курсовая работа по курсу «Проектирование и эксплуатация технических систем РСЧС» выполняется слушателями-заочниками в сроки и в соответствии с учебным планом института.

Курсовая работа включает вопросы по теоретическому расчету специальной и аварийно-спасательной техники, порядку и правилам её эксплуатации. Работа состоит из двух основных разделов: 1 – теоретические положения расчета основных эксплуатационных параметров специальной пожарной и аварийно-спасательной техники и правилам ее эксплуатации; 2 – решение задач по определению устойчивости и прочностных характеристик автолестницы.

Общая структура контрольной работы включает:

1. Титульный лист (Приложение 1).
2. Содержание работы.
3. Раздел 1 «Расчетная часть основных эксплуатационных параметров».
4. Раздел 2 «Решение задачи».
5. Список используемых источников.
6. Приложения (при необходимости).

Перед выполнением работы слушателям необходимо ознакомиться с методическими указаниями, содержанием задач, подобрать и изучить рекомендуемую литературу и нормативные документы, а также материалы установочных лекций и практических занятий.

В случае затруднений при самостоятельном решении задачи или освещении учебного вопроса слушатели могут обращаться за консультацией к практическим работникам гарнизона пожарной охраны по месту службы или к преподавателям кафедры.

Работа должна быть выполнена на одной стороне белой бумаги формата А4 (210×297) и миллиметровой бумаге (для соответствующего раздела) печатным или рукописным способом:

- Печатные работы выполняются шрифтом Times New Roman с размером шрифта 12 или 14 пт. Междустрочный интервал – 1,5. Выравнивание – по ширине.
- Рукописные работы выполняются четким разборчивым подчерком с высотой букв и цифр не менее 2,5 мм, междустрочным интервалом 10 мм, пастой или чернилами синего или фиолетового цвета.

Лист должен иметь поля: левое – 30 мм, правое и верхнее – 20 мм, нижнее – 25 мм. Абзацы в тексте начинаются с отступа 12,25-15 мм. Страницы нумеруются арабскими цифрами внизу страницы по центру. Нумерация должна быть сквозной. Титульный лист является первой страницей, на нем номер не ставится.

Текст работы состоит из разделов и подразделов. Разделы должны иметь порядковые номера в пределах всего документа, обозначенные арабскими цифрами без точки и записанные с абзацного отступа. Подразделы должны иметь нумерацию в рамках каждого раздела. Номер подраздела состоит из номеров раздела и подраздела, разделенных точкой. В конце номера подраздела точка не ставится.

Заголовки разделов и подразделов должны соответствовать содержанию контрольной работы.

Заголовки разделов следует печатать прописными буквами, подразделов – с прописной буквы, без точки в конце, не подчеркивая, симметрично тексту. Переносы слов в заголовках не допускаются.

Расстояние между заголовками и текстом при выполнении документа машинописным способом должно быть равно двум интервалам, при выполнении рукописным способом – 15 мм. Расстояние между заголовками раздела и подраздела – 2 интервала, при выполнении рукописным способом – 8 мм.

Каждый раздел текстового документа следует начинать с нового листа (страницы). Текст документа должен быть кратким, четким и не допускать различных толкований.

Формулы, коэффициенты, требования норм должны сопровождаться ссылкой на источники при помощи цифр в квадратных скобках, соответствующих номерам в списке источников, приведенном в конце контрольной работы.

Формулы, за исключением формул, помещаемых в приложении, должны нумероваться сквозной нумерацией арабскими цифрами, которые записывают на уровне формулы справа в круглых скобках. Ссылки в тексте на порядковые номера формул дают в скобках, например «... в формуле (1)...». Допускается нумерация формул в пределах раздела. В этом случае номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы, разделенных точкой, например (3.1).

Иллюстрации (рисунки, фотографии, схемы) в тексте должны быть выполнены в соответствии с требованиями ЕСКД. Допускается нумеровать иллюстрации в пределах раздела. В этом случае номер иллюстрации состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой. Иллюстрации должны иметь наименование, например, *Рисунок 2 - Расчетная схема*.

При необходимости иллюстрации могут иметь пояснительные данные (подрисуночный текст), объясняющие устройство узла, либо описание режимов его работы и т.п. В этом случае слово «Рисунок», номер рисунка и наименование помещают после подрисуночного текста.

При ссылках на иллюстрации следует писать «... в соответствии с рисунком 2.4 ...», при нумерации иллюстраций в пределах раздела.

Таблицы в тексте работы применяют для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей. Название таблицы должно отражать ее содержание, быть точным, кратким. Название помещается над таблицей, по центру.

Нумерация таблиц может быть сквозной или в пределах раздела. При нумерации в пределах раздела номер таблицы состоит из номера раздела и поряд-

кового номера таблицы, разделенных точкой. На все таблицы документа должны быть приведены ссылки в тексте документа. При ссылке следует писать слово «табл.» с указанием ее номера.

Слово «Таблица» указывают один раз справа над первой частью таблицы, над другими частями таблицы пишут «Продолжение таблицы» с указанием ее номера. В случае переноса таблицы на следующую страницу выполняют нумерацию столбцов в первой части таблицы и на последующих страницах таблицу начинают с нумерации столбцов, соответствующей первой части.

Выполненная и оформленная работа в установленном порядке направляется в институт на рецензирование в сроки, указанные в графике представления работ слушателями-заочниками.

В проверенную работу слушатели-заочники обязаны внести необходимые исправления и дополнения в соответствии с замечаниями рецензента.

Курсовая работа, выполненная не по своему варианту или не соответствующая требованиям по оформлению, к зачету не принимается, а выполняется снова с учетом замечаний рецензента и указанием на титульном листе «повторная», после чего направляется в институт вместе с первой работой и рецензией.

Слушатели, не представившие в срок курсовую работу без уважительных причин, к экзаменационной сессии не допускаются.

В период лабораторно-экзаменационной сессии перед сдачей экзамена слушатель представляет работу преподавателю кафедры и дает пояснения по замечаниям рецензента.

2.2. Порядок выбора варианта

В первом разделе курсовой работы требуется сделать расчет основных эксплуатационных параметров пожарно-спасательного автомобиля в соответствии с вариантом. При этом в тексте приводится полностью рассчитываемый параметр и затем ответ на него. Далее – в таком же порядке.

Таблица 2.1 Исходные данные к работе

Параметры	Номер варианта и исходные данные									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
	Последняя цифра шифра студента									
Автомобиль	Лег- ковой	Грузо- вой	Лег- ковой	Грузо- вой	Лег- ковой	Грузо- вой	Авто- бус	Грузо- вой	Авто- бус	Грузо- вой
Собственная масса, кг	1045	3250	1045	6725	1420	7080	1750	10270	4080	4300
Номинальная грузоподъемность, кг	-	4000	-	8000	-	8000	-	12000	-	6000
Номинальная пассажироместимость, чел.	5	-	5	-	5	-	12	-	31	-

Окончание таблицы 2.1.

Параметры	Номер варианта и исходные данные									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Габаритная высота автомобиля, м	1,4	2,2	1,5	2,7	1,5	3,3	2,0	2,7	2,8	2,4
Колея колёс, м	1,4	1,7	1,3	2,0	1,5	2,0	1,5	2,0	1,7	1,8
Тип двигателя	Карбюраторный		Карб.	Ди- зель	Карб.	Ди- зель	Карб.	Ди- зель	Карбюраторный	
Максимальная мощность двигателя (кВт) и соответствующая ей частота вращения коленчатого вала (об/мин)	58,8 5400	84,6 3200	55,2 5800	132,4 2100	69,9 4500	154,4 2600	70,2 4500	176,5 2100	84,6 3200	110,3 3200
Передаточные числа коробки передач	3,24	6,55	3,49	5,26	3,50	6,38	3,50	6,47	6,55	7,44
	1,98	3,09	2,04	2,90	2,26	3,29	2,26	3,57	3,09	4,10
	1,29	1,71	1,33	1,52	1,45	2,04	1,45	1,87	1,71	2,29
	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,25	1,00	1,23	1,00	1,47
			0,66			0,81		0,81		1,00
Передаточное число главной передачи	4,1	6,83	3,9	7,24	4,1	6,53	4,1	8,21	6,83	6,32
Размеры шин, мм	165- 330	240- 508	165- 330	300- 508	185- 355	260- 508	185- 355	320- 508	240- 508	260- 508
Предпоследняя цифра шифра обучаемого										
Коэффициент сопротивления качению, f_0	0,010	0,012	0,014	0,016	0,018	0,020	0,022	0,024	0,026	0,028
Коэффициент продольного сцепления колёс с дорогой, φ_0	0,8	0,7	0,6	0,6	0,7	0,6	0,5	0,4	0,5	0,4
Расстояние видимости водителем дороги до препятствия на пути, S_8 , м	300	270	250	230	200	170	140	130	110	100

2.3. Общие положения

Задание на курсовую работу. Рассчитать показатели тягово-скоростных, топливно-экономических и тормозных свойств пожарно-спасательного автомо-

бия и выполнить анализ влияния конструктивных и эксплуатационных факторов на перечисленные свойства пожарно-спасательного автомобиля.

Расчет выполнить для двух значений коэффициента использования грузоподъемности (пассажировместимости) автомобиля:

$$\gamma_{г1} = \gamma_{п1} = 1,0 \text{ и } \gamma_{г2} = \gamma_{п2} = 0,5$$

Дорогу принять горизонтальной с двумя типами покрытий, характеризующихся коэффициентами сопротивления качению

$$f_{01} = f_0 \text{ и } f_{02} = 5 \cdot f_0$$

Исходные данные выбираются из таблицы по вариантам в соответствии с последней и предпоследней цифрами номера зачетной книжки (шифра) обучающегося.

При изучении теоретического материала обучающиеся выполняют курсовую работу, на листах писчей бумаги формата А4, оставляя поля для замечаний проверяющего.

В начале работы после «Введения» нужно привести задание и исходные данные, затем – алгоритм расчета показателей эксплуатационных свойств автомобиля с расшифровкой используемых символов. Результаты расчетов рекомендуется сводить в таблицы. Графики необходимо строить на миллиметровой бумаге того же формата карандашом или фломастерами. При построении графиков следует для каждой кривой находить не менее пяти – шести точек. В тексте обязательно должны быть ссылки на помещенные рисунки (графики, схемы) и таблицы, которые в свою очередь, должны иметь сквозную нумерацию отдельно для рисунков и таблиц. В конце работы необходимо указать список использованной литературы. Все страницы должны быть пронумерованы.

Не допускается использовать сокращения слов, не принятые в русском языке.

Раздел 1, курсовой работы, должен состоять из следующих основных разделов:

- задания на курсовую работу и исходных данных;
- расчета показателей тягово-скоростных свойств пожарно-спасательного автомобиля;
- расчета показателей топливно-экономических свойств пожарно-спасательного автомобиля;
- анализа влияния эксплуатационных и конструктивных факторов на эксплуатационные свойства автомобиля;
- выводов;

Расчет показателей эксплуатационных свойств пожарно-спасательного автомобиля рекомендуется выполнять с помощью ЭВМ или микрокалькулятора в следующей последовательности.

2.4. Алгоритм расчета

Задаться пятью-шестью значениями частоты вращения коленчатого вала двигателя n_x от минимальной n_{min} до максимальной n_{max} , включая частоты при максимальной мощности n_N и максимальном крутящем моменте n_M .

Значение n_{min} можно принять равным 600 об/мин для дизелей и 800 об/мин для бензиновых двигателей.

Значение n_{max} определяется из выражений: $n_{max} \approx 1,1 \cdot n_N$ - для бензиновых двигателей без ограничения частоты вращения коленчатого вала; $n_{max} \approx n_N$ - для остальных типов двигателей. Для выбранных значений частоты вращения коленчатого вала двигателя n_x рассчитать:

2.4.1. Эффективная мощность N_{ex} и крутящий момент M_{ex} на коленчатом валу двигателя:

$$N_{ex} = N_{e\ max}(aE + bE^2 - cE^3), \text{ кВт}; \quad (2.1)$$

$$M_{ex} = 9550 \frac{N_{ex}}{n_x}, \text{ Н}\cdot\text{м} \quad (2.2)$$

где $N_{e\ max}$ - максимальная эффективная мощность на коленчатом валу двигателя;

a, b, c – постоянные коэффициенты, зависящие от типа двигателя (для бензиновых /карбюраторных/ двигателей a=b=c=1; для дизелей a=0,53; b=1,56; c=1,09);

$E = \frac{n_x}{n_N}$ – степень использования частоты вращения коленчатого вала двигателя;

2.4.2. Скорость автомобиля при включенной i-ой передаче в коробке передач:

$$V_i = 0,105 \frac{n_x \cdot r_k}{u_{mpi}}, \text{ м/с}, \quad (2.3)$$

где n_x - частота вращения коленчатого вала двигателя (выбранные 5...6 значений), об/мин;

r_k – кинематический радиус колеса (при расчетах можно принять $r_k \approx r_d \approx r_{cm}$, где r_d и r_{cm} – динамический и статический радиусы колеса), м;

$u_{mpi} = u_{kni} \cdot u_d \cdot u_0$ - передаточное число трансмиссии автомобиля при включенной i-ой передаче в коробке передач;

2.4.3. Тяговую силу на каждой передаче:

$$P_{mi} = \frac{M_e \cdot u_{mpi} \cdot \eta_{mp}}{r_d}, \text{ Н} \quad (2.4)$$

где η_{mp} – коэффициент полезного действия (КПД) трансмиссии автомобиля. Его значение можно принять равным: для легковых автомобилей $\eta_{mp} \approx 0,90 \dots 0,92$; для грузовых - $\eta_{mp} \approx 0,82 \dots 0,88$;

2.4.4. Тяговую мощность на ведущих колесах:

$$N_m = N_{emax} \cdot \eta_{mp}, \text{ кВт} \quad (2.5)$$

2.4.5. Силу сопротивления воздуха на каждой передаче:

$$P_{vi} = k_v \cdot F \cdot V_i^2, \text{ Н} \quad (2.6)$$

где k_v - коэффициент обтекаемости автомобиля, $\text{Н} \times \text{с}^2/\text{м}^4$; F - площадь лобового сопротивления автомобиля (площадь Миделя), м^2 .

Коэффициент сопротивления воздуха k_v выбирается из диапазона: для легковых автомобилей $k_{вл} = (0,2 \dots 0,4) \text{ Н} \times \text{с}^2/\text{м}^4$; для грузовых $k_{вг} = (0,6 \dots 0,7) \text{ Н} \times \text{с}^2/\text{м}^4$. Лобовая площадь F зависит от наибольшей высоты Ha и ширины Va автомобиля: для легковых автомобилей $F_l \approx 0,78 \times Va \times Ha$ (м^2); для грузовых $F_g \approx Va \times Ha$ (м^2);

2.4.6. Динамический фактор на каждой передаче:

$$D_i = \frac{P_{mi} - P_{vi}}{G_a}, \quad (2.7)$$

G_a – сила тяжести автомобиля, Н.

$$G_a = M_a \cdot g, \quad (2.8)$$

где M_a - масса автомобиля, кг;

$g = 9,81 \text{ м/с}^2$ – ускорение свободного падения.

Масса автомобиля определяется из выражений:

- для легковых автомобилей и автобусов $M_a = M_c + 80 \cdot Z_n \cdot \gamma_n$,

где Z_n - номинальная пассажироместимость (включая водителя), чел.;

γ_n - коэффициент использования пассажироместимости;

- для грузовых автомобилей $M_a = M_c + q_n \cdot \gamma_r$

где M_c – собственная масса автомобиля, кг;

q_n - номинальная грузоподъемность, кг;

γ_r - коэффициент использования грузоподъемности;

2.4.7. Коэффициент сопротивления качению на каждой передаче:

$$f_i = f_0(1 + AV_i^2), \quad (2.9)$$

где f_0 табличное значение коэффициента сопротивления качению;

$A = 7 \cdot 10^{-4} \text{ с}^2/\text{м}^2$ – постоянный коэффициент;

2.4.8. Ускорение автомобиля на каждой передаче:

$$J_i = \frac{D_i - f_i}{\delta_{vri}} \cdot g, \text{ м/с}^2, \quad (2.10)$$

где δ_{vr} - коэффициент учета вращающихся масс. Для одиночного автомобиля при его номинальной нагрузке (при $\gamma_r = \gamma_n = 1$) $\delta_{vri} = 1,04 + 0,04 \cdot u_{kpi}^2$; при изменении нагрузки (при $\gamma_r \neq 1$ и $\gamma_n \neq 1$) $\delta_{vri} = 1 + 0,04 \frac{M_{ан}}{M_a} (u_{kpi}^2 + 1)$, где $M_{ан}$ – масса автомобиля при номинальной нагрузке.

2.4.10. Задаться пятью - шестью значениями скорости автомобиля от V_{min} до V_{max} (см. формулу 2.3.) и рассчитать при этих значениях:

2.4.11. Силу сопротивления качению:

$$P_f = G_a \cdot f, \text{ Н}; \quad (2.11)$$

2.4.12. Суммарную силу сопротивления движению автомобиля:

$$P_c = P_B + P_f, \text{ Н}; \quad (2.12)$$

2.4.13. Мощность, затрачиваемую на преодоление сопротивления качению:

$$N_f = \frac{P_f \cdot V}{1000}, \text{ кВт}; \quad (2.13)$$

2.4.14. Мощность, затрачиваемую на преодоление сопротивления воздуха:

$$N_e = \frac{P_B \cdot V}{1000}, \text{ кВт}; \quad (2.14)$$

2.4.15. Суммарную мощность, затрачиваемую на преодоление сопротивления движению:

$$N_c = N_f + N_e, \text{ кВт}. \quad (2.15)$$

2.4.16. Расчет показателей тягово-скоростных свойств пожарно-спасательного автомобиля рекомендуется выполнять в два этапа.

На первом этапе выполняется расчет показателей для дороги, характеризующейся коэффициентом сопротивления качению f_{02} .

Результаты расчетов следует свести в таблицы и по ним построить графики, на которых одноименные кривые при различных значениях f_0 и γ_r (γ_{II}) нужно изобразить разными цветами: а) внешних скоростных характеристик двигателя; б) зависимостей $V_i = f_i(n_x)$; в) мощностной характеристики (силового баланса) автомобиля; г) тяговой характеристики (силового баланса) автомобиля; д) динамической характеристики автомобиля; е) ускорения автомобиля на передачах в зависимости от скорости его движения.

По полученным графикам устанавливаются максимальные скорости V_{max} движения пожарно-спасательного автомобиля в заданных дорожных условиях при различной загрузке автомобиля, максимальные значения тяговой силы, динамического фактора и ускорения на передачах.

2.4.17. Анализ влияния конструктивных и эксплуатационных факторов на тягово-скоростные свойства автомобиля удобнее проводить по обобщенным показателям этих свойств – средней скорости V_c движения автомобиля на маршруте и выполненной при этом удельной транспортной работе W :

$$V_c = k_v \cdot V_{max}, \text{ м/с}, \quad (2.16)$$

где k_v – коэффициент, зависящий от конкретных условий движения и типа автомобиля. При расчетах можно принять $k_v = 0,6 \dots 0,8$ (меньшие значения отно-

ются к грузовым автопоездам, большие – к одиночным легковым автомобилям);

- для легковых автомобилей и автобусов

$$W_n = 0,288 \cdot Z_n \cdot \gamma_n \cdot V_c, \text{ пасс.} \cdot \text{км/ч}; \quad (2.17)$$

- для грузовых автомобилей

$$W_r = 0,0036 \cdot q_n \cdot \gamma_r \cdot V_c, \text{ т} \cdot \text{км/ч}. \quad (2.18)$$

2.4.18. Основным измерителем топливной экономности автомобиля является расход топлива в литрах на 100 км пройденного пути (путевой расход) Q_s , л/100 км. Для оценки эффективности использования топлива при выполнении транспортной работы Q_w , л/100 т·км или л/100 пасс.-км. Расчет этих показателей рекомендуется проводить при средней скорости движения автомобиля на маршруте V_c , установленной выше при различных значениях f_0 и γ_r (γ_{Π}):

$$Q_s = \frac{g_e(N_f + N_B)_{(V_c)}}{36 \cdot V_c \cdot c_m \cdot 3mp}, \text{ л/100 км} \quad (2.19)$$

$$Q_w = \frac{g_e(N_f + N_B)_{(V_c)}}{10 \cdot W \cdot c_m \cdot 3mp}, \text{ л/100 км или л/100 пасс.} \cdot \text{км}, \quad (2.20)$$

где g_e – удельный эффективный расход топлива двигателем, г/кВт·ч;

$(N_f + N_B)_{(V_c)}$ – суммарная мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления движению автомобиля при скорости V_c , кВт (определяется по графику мощностного баланса автомобиля);

ρ_m – плотность топлива, кг/л (при расчётах можно принять $\rho_m = 0,72$ кг/л);

W – удельная транспортная работа, выполненная автомобилем на маршруте, т·км/ч (пасс. · км/ч).

Удельный эффективный расход топлива двигателем g_e может быть определён приближённым методом И.С. Шлиппе [1, с.90]:

$$g_e = k_e \cdot k_u \cdot g_{eN}, \text{ г/кВт} \cdot \text{ч}, \quad (2.21)$$

где g_{eN} – удельный эффективный расход топлива двигателем при максимальной мощности, г/кВт·ч;

k_e и k_u – коэффициенты, учитывающие соответственно степень использования частоты вращения коленчатого вала двигателя E и степень использования его мощности I при движении автомобиля со скоростью V_c .

Удельный эффективный расход топлива двигателем при максимальной мощности g_{eN} на (5...15)% больше, чем минимальный расход топлива $g_{e \min}$, т.е. $g_{eN} = (1,05 \dots 1,15) \cdot g_{e \min}$. Для карбюраторных двигателей $g_{e \min} = (260 \dots 310)$ г/кВт·ч; для дизелей $g_{e \min} = (195 \dots 230)$ г/кВт·ч.

Коэффициенты k_e и k_u определяются по формулам:

- k_e для всех типов двигателей

$$k_e = 1,25 - E + E^2 - 0,24 \cdot E^3; \quad (2.22)$$

- k_u для карбюраторных двигателей

$$k_u = 3,27 - 8,22 \cdot I + 9,13 \cdot I^2 - 3,18 \cdot I^3; \quad (2.23)$$

- k_u для дизелей

$$k_u = 1,2 + 0,14 \cdot I - 1,8 \cdot I^2 + 1,46 \cdot I^3; \quad (2.24)$$

где E - степень использования частоты вращения коленчатого вала двигателя.

Определяется из выражения

$$E = n_{V_c} / n_N, \quad (2.25)$$

где n_{V_c} и n_N – частоты вращения коленчатого вала двигателя при движении автомобиля со скоростью V_c и при максимальной мощности двигателя соответственно;

I - степень использования мощности двигателя при движении автомобиля со скоростью V_c . Определяется как отношение мощности двигателя $N_{e(V_c)}$, необходимой для равномерного движения автомобиля в заданных дорожных условиях со скоростью V_c , к мощности $N_{max(V_c)}$, которую может развить двигатель при полной подаче топлива при движении автомобиля с той же скоростью V_c , т.е.

$$I = N_{e(V_c)} / N_{max(V_c)} \quad (2.26)$$

С учётом КПД трансмиссии можно записать

$$I = (N_f + N_g)_{(V_c)} / N_{m \max(V_c)}, \quad (2.27)$$

где $(N_f + N_g)_{(V_c)}$ - суммарная мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления движению автомобиля при скорости V_c , кВт (определяется по графику мощностного баланса автомобиля);

$N_{m \max(V_c)}$ – максимальная тяговая мощность на ведущих колёсах при движении автомобиля со скоростью V_c (определяется по графику мощностного баланса автомобиля).

Результаты расчётов Q_s и Q_w позволяют выполнить анализ влияния эксплуатационных и конструктивных факторов (массы и загрузки автомобиля, сопротивления дороги) на топливную экономичность автомобиля.

2.4.19. Тормозные свойства автомобиля оказывают влияние не только на безопасность движения, но и на среднюю скорость движения.

Допустимая по тормозным свойствам скорость движения автомобиля V_δ может быть определена из условия:

$$S_o + S_\delta = S_g, \quad (2.28)$$

где S_o – остановочный путь автомобиля;

S_δ – расстояние безопасности (обычно принимают равным 5...10 м);

S_g – расстояние видимости водителем дороги до препятствия на пути.

Подставляя в условие (2.28) выражение для остановочного пути автомобиля и значения S_δ и S_g , получаем квадратное уравнение, корнями решения которого является искомая величина V_δ .

Остановочный путь автомобиля S_o определяют по формуле:

$$S_o = V_\delta \cdot (t_{pe} + t_c + 0,5 \cdot t_n) + V_\delta^2 / 2 \cdot g \cdot \varphi_x, \quad (2.29)$$

где V_δ – допустимая по тормозным свойствам скорость движения автомобиля, м/с;

$t_{pв}$ – время реакции водителя, с (в зависимости от индивидуальных качеств, квалификации водителя, степени его утомлённости, дорожной обстановки и т.п. $t_{pв}$ может изменяться в пределах 0,2...1,5 с. При расчётах принимают среднее значение $t_{pв} = 0,8$ с);

t_c – время запаздывания тормозного привода, с (у технически исправной тормозной системы с гидроприводом и дисковыми тормозными механизмами $t_c = 0,05...0,07$ с, с барабанными тормозными механизмами $t_c = 0,15...0,20$ с, у системы с пневмоприводом $t_c = 0,20...0,40$ с);

t_n – время нарастания замедления (тормозных сил) от нуля до установившегося значения, с (в расчётах можно принять: для легковых автомобилей $t_n = 0,050...0,20$ с; для грузовых автомобилей с гидроприводом $t_n = 0,05...0,40$ с; для грузовых автомобилей с пневмоприводом $t_n = 0,15...1,50$ с; для автобусов $t_n = 0,20...1,30$ с);

g – ускорение свободного падения, м/с² ($g = 9,81$ м/с²);

φ_x – коэффициент продольного сцепления колеса с дорогой.

Расстояние видимости водителем дороги до препятствия $S_в$ для светлого времени суток приведено в таблице, а для тёмного времени при пользовании фарами определяют по формуле:

$$S_в = S_{осв} - \mu \cdot V_д, \quad (2.30)$$

где $S_{осв}$ – максимальная протяжённость участка дороги, освещённого фарами (для дальнего света $S_{осв} = 100$ м, для ближнего света $S_{осв} = 50$ м);

$\mu = 1,8$ с – коэффициент, учитывающий уменьшение расстояния видимости от скорости движения.

2.5. Методика решения задач и варианты заданий

Специальные пожарные автомобили (СПА) – пожарные автомобили, предназначенные для выполнения специальных работ при пожаре (ГОСТ Р 53247-2009 п. 2.3).

Специальные пожарные автомобили (СПА) в зависимости от вида аварийно-спасательных и технических работ на месте пожара классифицируются на следующие типы (ГОСТ Р 53247-2009 п. 3.3.2) :

- 1) пожарные автолестницы;
- 2) пожарные коленчатые автоподъемники;
- 3) пожарные телескопические автоподъемники с лестницей;
- 4) пожарные автолестницы с цистерной;
- 5) пожарные коленчатые автоподъемники с цистерной;
- 6) пожарные аварийно-спасательные автомобили;
- 7) пожарные водозащитные автомобили;
- 8) пожарные автомобили связи и освещения;
- 9) пожарные автомобили газодымозащитной службы;
- 10) пожарные автомобили дымоудаления;
- 11) пожарные рукавные автомобили;
- 12) пожарные штабные автомобили;

- 13) пожарные автолаборатории;
- 14) пожарные автомобили профилактики и ремонта средств связи;
- 15) автомобили диагностики пожарной техники;
- 16) пожарные автомобили-базы газодымозащитной службы;
- 17) пожарные автомобили технической службы;
- 18) автомобили отогрева пожарной техники;
- 19) пожарные компрессорные станции;
- 20) пожарно-технические автомобили;
- 21) пожарные оперативно-служебные автомобили.

Определения согласно ГОСТ Р 53247-2009:

- **пожарная автолестница (АЛ)** – пожарный автомобиль, оборудованный стационарной механизированной выдвижной и поворотной лестницей и предназначенный для проведения аварийно-спасательных работ на высоте, подачи огнетушащих веществ на высоту и возможностью использования в качестве грузоподъемного крана при сложенном комплекте колен;

- **пожарный коленчатый автоподъемник (АПК)** – пожарный автомобиль, оборудованный стационарной механизированной поворотной коленчатой и (или) телескопической подъемной стрелой, последнее звено которой заканчивается платформой или люлькой, предназначенный для проведения аварийно-спасательных работ на высоте, подачи огнетушащих веществ на высоту и возможностью используемый при необходимости в качестве грузоподъемного крана при сложенном комплекте колен;

- **пожарный телескопический автоподъемник с лестницей (ТПЛ)** – пожарный автомобиль, оборудованный стационарной механизированной поворотной коленчато-телескопической стрелой (пакетом колен), последнее звено которой заканчивается люлькой, и имеющий лестничный марш, расположенный сбоку стрелы, предназначенный для проведения спасательных работ и тушения пожаров в многоэтажных зданиях, а также для выполнения других вспомогательных операций.

Автолестницы пожарные. Автоподъемники пожарные. Некоторые термины и определения согласно ГОСТ Р 52284-2004¹ и ГОСТ Р 53329-2009²:

- Пожарная автолестница, АЛ – пожарный автомобиль со смонтированной на его шасси механизированной выдвижной и поворотной лестницей, п. 3.1¹;

- Пожарный автоподъемник, АПК – пожарный автомобиль, оборудованный специальными стационарными надстройками в виде поворотных коленчатых, телескопических стреловых устройств с люлькой на вершине, п. 3.25²;

- Длина лестницы (пакета колен) – расстояние от нижней до верхней ступени, измеренное вдоль лестницы, п. 3.21¹;

- Высота подъема (АЛ) – расстояние по вертикали от горизонтальной опорной поверхности до верхней ступени лестницы (до пола люльки), п. 3.22.¹;

- Высота подъема (АПК) – расстояние по вертикали от горизонтальной опорной поверхности до пола люльки, п. 3.6²;
 - Вылет (АЛ) – расстояние по горизонтали от оси вращения подъемно-поворотного основания до вертикальной оси, проходящей через верхнюю ступень лестницы (наружный край люльки), п. 3.23.¹;
 - Вылет (АПК) – расстояние по горизонтали от оси вращения подъемно-поворотного устройства до наружного края пола люльки, п. 3.5.²;
 - Рабочее поле (зона досягаемости) (АЛ) – зона, очерченная вершиной лестницы (внешним краем люльки) при маневрировании ею с максимальными допустимыми значениями вылета и высоты для соответствующего значения грузоподъемности, п. 3.24¹;
 - Рабочее поле (зона досягаемости) (АПК) – зона, очерченная вершиной стрелы (внешним краем люльки) при маневрировании ею с максимально допустимым вылетом и высотой для соответствующей грузоподъемности, п. 3.29²;
 - Угол подъема лестницы (АЛ) – угол между горизонтальной плоскостью и продольной осью лестницы, п. 3.25¹;
 - Угол подъема нижнего колена стрелы (АПК) – угол между горизонтальной плоскостью и стрелой, п. 3.35²;
 - Поперечный угол наклона – угол между горизонтальной плоскостью и опорной поверхностью, п. 3.26¹, 3.26².
 - Грузоподъемность – максимально допустимая масса груза, которым может быть нагружена лестница (АЛ)/стрела (АПК) (люлька) для конкретного вылета, п. 3.30¹, 3.9²;
- Грузовая статическая устойчивость – способность АЛ/АПК противодействовать силам, стремящимся её опрокинуть (силам, возникающим при действиях боевого расчета, массе груза, силам инерции, ветровой нагрузке и т.д.), п. 3.31¹, 3.8²;
- Коэффициент грузовой устойчивости – отношение удерживающего момента, создаваемого массой АЛ/АПК, к опрокидывающему моменту относительно ребра опрокидывания, проходящего через центры выносных опор, п. 3.32¹, 3.14²;
 - Коэффициент поперечной статической устойчивости – отношение половины ширины колеи базового шасси к высоте центра масс АЛ/АПК в транспортном положении, п. 3.33¹, 3.15²;
 - Статические испытания – испытания АЛ/АПК путем статического приложения нагрузки, на 50% превышающей допустимую грузоподъемность, п. 3.37², 3.32²;
 - Динамические испытания – испытания АЛ/АПК путем выполнения рабочих движений с нагрузкой на 10% превышающей допустимую грузоподъемность, п. 3.38¹, 3.10².

Задачи

Задача 1. С помощью автолестницы была поднята и перенесена железобетонная плита массой m кг, уложенная на люк подвального окна. Определить коэффициент собственной устойчивости АЛ, если комплект колен горизонтален и повернут на 90° относительно продольной оси АЛ.

Таблица 2.2. Исходные данные для расчёта коэффициента собственной устойчивости автолестницы

Предпоследняя цифра зачётной книжки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Масса плиты, кг (m)	400	580	620	1340	860	1190	1380	1020	1550	1140
Расстояние от центра масс до ребра опрокидывания, м ($S_{ЦМ}$)	8	7,8	7,6	7,4	7,2	7	8,2	8,4	8,6	8,8
Последняя цифра зачётной книжки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Масса неподвижной части автолестницы, кг ($m_{нч}$)	5440	8400	8700	12800	10950	12640	12430	16000	15350	21400
Масса подвижной части автолестницы, кг ($m_{пч}$)	1360	2100	1800	3200	2730	3160	3370	4000	4650	5350
Длина неподвижной части автолестницы, м ($L_{нч}$)	4,2	6,4	5,8	7,1	6,3	7,2	7,4	6,9	6,6	6,8
Длина подвижной части автолестницы, м ($L_{пч}$)	1,5	2,2	1,8	2	1,7	2,4	2,2	2,6	2,9	3,2

Пример решения и оформления:

2.5.1. Исходные данные.

- 1.1 Масса плиты, кг (m) – 450 кг;
- 1.2 Расстояние от центра масс до ребра опрокидывания, м ($S_{ЦМ}$) – 8 м;
- 1.3 Масса неподвижной части автолестницы, кг ($m_{нч}$) – 10185 кг;
- 1.4 Масса подвижной части автолестницы, кг ($m_{пч}$) – 2100 кг;
- 1.5 Длина неподвижной части автолестницы, м ($L_{нч}$) – 2,7 м;
- 1.6 Длина подвижной части автолестницы, м ($L_{пч}$) – 6,3 м;

Для определения коэффициента устойчивости автолестницы для выбранного положения рабочих органов находим отношение удерживающего и опрокидывающих моментов: удерживающий момент определяется массой неповоротной и поворотной частей АЛ без груза, а опрокидывающий — грузом и моментами, создаваемыми ветром и инерционными силами (не учитываем).

$$k_{уст} = \frac{M_{уд}}{M_{опр}} = \frac{(M_{нч} + M_{пч})}{M_{опр}},$$

где: $k_{уст}$ - коэффициент устойчивости автолестницы;

$M_{уд}$ - удерживающий момент;

$M_{опр}$ - опрокидывающий момент;

$M_{нч}$ - удерживающий момент неповоротной части автолестницы;

$M_{пч}$ - удерживающий момент поворотной части автолестницы;

2.5.2. Расчёт опрокидывающего момента автолестницы.

$$M_{опр} = m \cdot g \cdot S_{ЦМ} = 450 \cdot 9,8 \cdot 8 = 35,3 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

На рис. 1 показан вид опрокидывающей части:

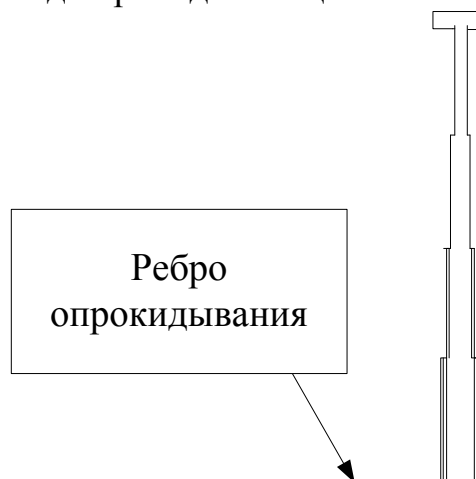


Рисунок 1 - Вид опрокидывающей части

2.5.3. Расчёт удерживающего момента автолестницы.

$$M_{уд} = M_{нч} + M_{пч} = m_{нч} \cdot L_{нч} + m_{пч} \cdot L_{пч}$$

где: $m_{нч}$ - масса неподвижной части автолестницы, кг;

$m_{пч}$ - масса подвижной части автолестницы, кг;

$L_{нч}$ - длина неподвижной части автолестницы, м;

$L_{пч}$ - длина подвижной части автолестницы, м;

$$M_{уд} = m_{нч} \cdot S_{нч} + m_{пч} \cdot S_{пч} = 10185 \cdot 2,7 + 2100 \cdot 6,3 = 40,7 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

На рис. 2 показан вид удерживающей части:

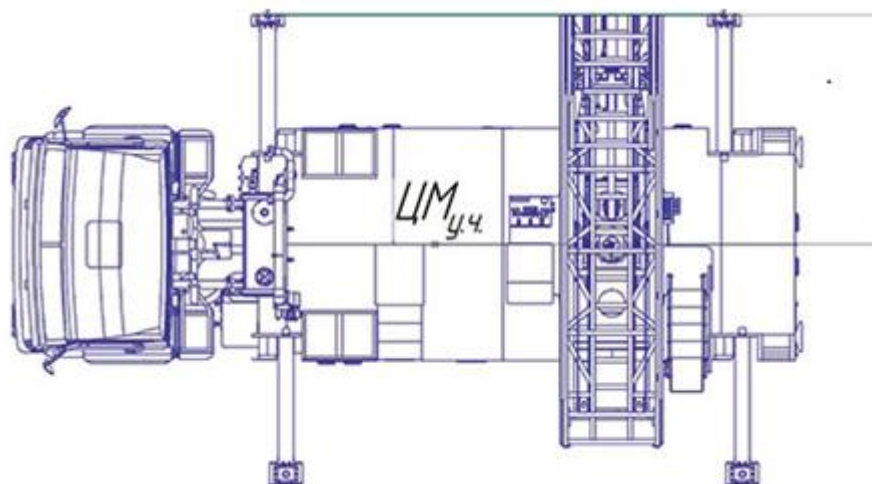


Рисунок 2 - Вид удерживающей части

2.5.4. Определения коэффициента устойчивости автолестницы.

$$k_{уст} = \frac{M_{уд}}{M_{опр}} = \frac{40,7}{35,3} = 1,153$$

Коэффициент грузовой устойчивости автолестницы при нагрузке должен быть не менее 1,15 (п. 5.1.5, ГОСТ Р 52284-2004). Значит должно выполняться условие $k_{уст} \geq k_{норм}$.

Вывод: $1,153 \geq 1,15$, следовательно, лестница с данными техническими характеристиками сохранит устойчивость при заданных условиях.

Задача 2. Определить ветровое давление на комплект колен при угле подъема α° и скорости ветра W м/с, если лестница выдвинута на полную длину.

Таблица 2.3. Исходные данные для расчёта ветрового давления на автолестницу

Предпоследняя цифра зачётной книжки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Скорость ветра, м/с (W)	9,8	9,6	9,4	9,2	9,0	8,8	8,6	8,4	8,2	8,0
Угол подъёма автолестницы, град. (α)	60	62	58	64	56	66	54	68	52	70
Последняя цифра зачётной книжки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Длина лестницы, м (L_{max})	17	31	30	30	40	30	30	37	50	60
Средняя ширина ступенек лестницы, м ($b_{ст}$)	0,65	0,7	0,75	0,8	1,0	0,85	0,85	0,9	1,1	1,2

Пример решения и оформления:

2.5.5. Исходные данные.

- 2.6. Скорость ветра – 10 м/с;
- 2.7. Угол подъёма автолестницы – 60 град.;
- 2.8. Длина лестницы – 30 м;
- 2.9. Средняя ширина ступенек лестницы – 0,5 м

2.5.6. Расчёт ветрового давления на единицу поверхности.

$$Q = \frac{\rho \cdot W^2}{2} = 0,61 \cdot W^2$$

где: Q - ветровое давление на единицу поверхности, Па;
 ρ - плотность воздуха, плотность воздуха принимать - 1,226 кг/м³;
 W - скорость ветра, м/с

$$Q = 0,613 \cdot W^2 = 0,613 \cdot 100 = 61,3 \text{ Па}$$

2.5.7. Определение площади поверхности лестницы при полном выдвигении.

$$S = L_{max} \cdot b_{ст}$$

где: S - площадь поверхности лестницы при полном выдвигении, м²;

L_{max} - длина лестницы (пакета колен), м;
 $b_{ст}$ – средняя ширина ступенек лестницы, м,
 Расстояние между боковыми фермами лестницы должно быть не менее 410 и не более 1300 мм (согласно п. 5.2.2 ГОСТ Р 52284-2004).

$$S = L_{max} \cdot b_{ст} = 30 \cdot 0,5 = 15$$

Ветровое (полное) давление на полный комплект колен определяется нормальной составляющей давления (рис. 3):

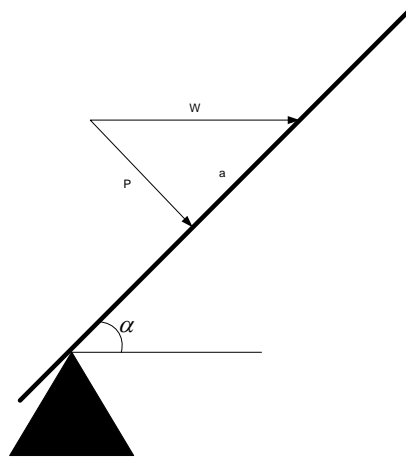


Рисунок 3 - Определение ветрового давление на полный комплект колен

2.5.8. Определение ветрового давление на полный комплект колен.

$$P = Q \cdot S \cdot \sin(\alpha)$$

где: P - ветровое давление на полный комплект колен, Н;
 α - угол подъёма комплекта колен, град. (Рабочий диапазон подъёма лестницы в вертикальной плоскости от -7 град. до 75 град., согласно п. 4.2 табл. 2 ГОСТ Р 52284-2004)

$$P = 61,3 \cdot 15 \cdot \sin(60) = 796,3 \text{ Н}$$

Вывод: ветровое давление на полный комплект колен при угле подъёма 60 град. и скорости ветра 10 м/с составит 796,3 Н.

Задача 3. Определить максимальное усилие, действующее на крайнюю заклепку, при использовании АЛ как подъемного крана для подъема и переноса груза массой m кг. Чему равна предельная нагрузка для этого варианта использования АЛ.

Таблица 2.4. Исходные данные для расчёта максимального усилия при использовании автолестницы

Предпоследняя цифра зачётной книжки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Масса груза, кг (m)	400	580	620	1340	860	1190	1380	1020	1550	1140
Длина лестницы в сложенном состоянии, м (L_1)	6	12	11	11	14	12	12	13	17	20
Длина лестницы от центра поворотного круга до края лестницы, м (L_2)	4,5	9,0	8,5	8,5	10,0	9,0	9,0	9,5	13,0	15,0
Последняя цифра зачётной книжки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Количество заклёпок в поворотном круге, шт (n)	20	18	22	19	17	21	23	25	16	24
Диаметр заклёпки, м ($d_{закл}$)	0,015	0,016	0,017	0,018	0,019	0,02	0,021	0,022	0,023	0,024
Допускаемое напряжение материала заклёпки, МПа (σ_p)	120	115	110	125	130	135	145	140	155	150

Пример решения и оформления:

2.5.9. Исходные данные.

- Масса груза - 450 кг;
- Длина лестницы в сложенном состоянии - 11 м ;
- Длина лестницы от центра поворотного круга до края лестницы – 8 м;
- Количество заклёпок в поворотном круге – 20 шт.;

- Диаметр заклёпки – 0,015 м;
- Допускаемое напряжение материала заклёпки – 120 МПа.

2.5.10. Определение силы уравнивающей груз.

Опорная рама является металлической сварной конструкцией. В зависимости от выдвигания колен лестницы различаются устройства подъёмно-поворотного механизма. На поворотном круге установлен механизм поворота и поворотная рама.

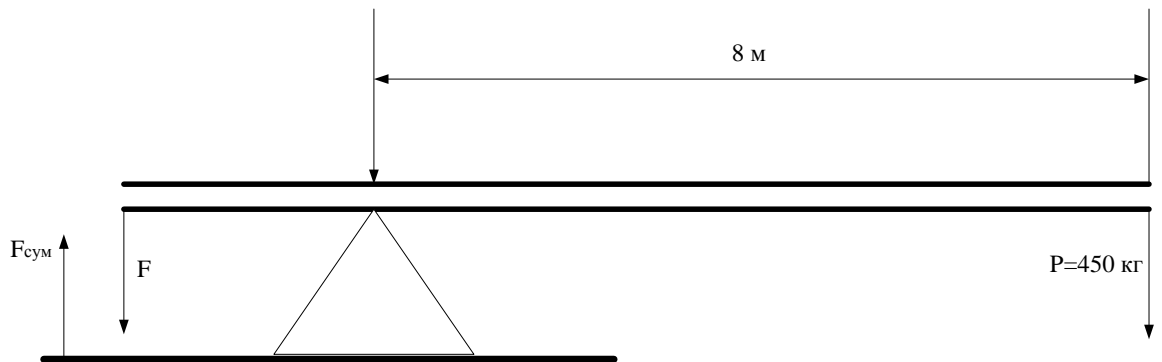


Рисунок 3 - Расчетная схема

Силу, уравнивающую груз можно определить, составив уравнение моментов:

$$F \cdot (L_1 - L_2) = m \cdot L_2$$

отсюда:

$$F = \frac{m \cdot L_2}{(L_1 - L_2)}$$

где: F - сила уравнивающая груз, кг;

L_1 - длина лестницы в сложенном состоянии, м;

L_2 - длина лестницы от центра поворотного круга до края лестницы, м;

m - масса груза, кг.

$$F = \frac{m \cdot L_2}{(L_1 - L_2)} = \frac{450 \cdot 8}{(11 - 3)} = 1200 \text{ кг}$$

2.5.11. Определение силы, действующей на крайнюю заклёпку.

Для определения силы F , необходимо определить силу равную противодействующей силе $F_{\text{сум}}$, действующей на все заклёпки в последнем ряду поворотного круга.

$$F = F_{\text{сум}}$$

Если в последнем ряду рамы n заклепок, то сила, действующая на крайнюю заклепку, равна

$$F_1 = \frac{F_{\text{сум}}}{n}$$

где: F_1 - сила, действующая на крайнюю заклепку, кг;

$F_{\text{сум}}$ - сила, действующая на все заклепки в последнем ряду поворотного круга, кг;

n - количество заклепок в поворотном круге, шт;

$$F_1 = \frac{F_{\text{сум}}}{n} = \frac{1200}{20} = 60 \text{ кг}$$

2.5.12. Определение максимального усилия, действующего на крайнюю заклепку.

Так как расчет на разрыв соединяемых деталей происходит под действием больших статических нагрузок, то номинальное растягивающее напряжение в сечении заклепки должно удовлетворять условию прочности по допускаемым напряжениям при растяжении для материалов деталей, т.е.

$$\sigma_p = \frac{F_1}{A} \leq [\sigma_p]$$

где: σ_p - допускаемое напряжение материала заклепки, МПа;

A - площадь заклепки, м²;

Предельная нагрузка будет определяться допускаемым напряжением материала заклепки $[\sigma_p]$ (например, для стали 20 это напряжение составляет 120 МПа), исходя из этого максимальное усилие, действующее на крайнюю заклепку определяется как:

$$F_{1\text{max}} = [\sigma_p] \cdot A$$

где: $F_{1\text{max}}$ - максимальное усилие, действующее на крайнюю заклепку, кН

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,015^2}{4} = 0,000176 \text{ м}^2$$

$$F_{1\text{max}} = [\sigma_p] \cdot A = 120000000 \cdot 0,000176 = 21120 \text{ Н} = 21,1 \text{ кН}$$

Вывод: максимальное усилие, действующее на крайнюю заклепку, при использовании АЛ как подъемного крана для подъема и переноса груза массой 450 кг составит 21,1 кН.

3. СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

3.1. Основная литература

1. Пожарная техника: учебник / М. Д. Безбородько, М. В. Алешков, С. Г. Цариченко и др.; под ред. М. Д. Безбородько. – М. : Академия ГПС МЧС России, 2015. – 580 с.
2. Пожарная и аварийно-спасательная техника: Учебник. М.Д. Безбородько, С.Г. Цариченко, М.В.Алешков, В.В. Роечко, А.В.Рожков и др. / Под ред. М.Д. Безбородько. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2011. - 358 с.
3. Крудышев В.В., Терентьев В.В., Филиппов А.В., Лазарев И.С. Экологическая безопасность базовых шасси пожарных и спасательных автомобилей: Учеб. пособие. – Екатеринбург: УрИ ГПС МЧС России, 2015. – 140 с.

3.2. Дополнительная литература

1. Терещнев В.В., Артемьев Н.С., Грачев В.А. Справочник спасателя-пожарного. – Екатеринбург.: "Издательство "Калан", 2007. – 396 с.
2. Терещнев В.В., Ульянов Н.И., Грачев В.А. Пожарные машины. Устройство и применение. – Екатеринбург: ООО "Издательство "Калан", 2007. – 327 с., ил.
3. Пожарные автомобили: Учебник водителя пожарного автомобиля / Текст в ред. А.И. Преснова и А.Я. Каменцева. – СПб: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2006. – 507 с.
4. Алешков М.В., Безбородько М.Д., Исхаков Х.И. и др. Сборник задач по пожарной технике / Под. ред. Х.И. Исхакова. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2003. – 192 с.
5. Мобильные роботизированные комплексы [Текст]: учеб. пособие. Специальность 20.05.01 Пожарная безопасность / сост. А.И. Телегин, А.В. Филиппов, В.В. Терентьев, И.С. Лазарев. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2015. -58 с.
6. Исхаков Х.И., Ложкин В.Н., Савин М.А. Эффективная эксплуатация основных пожарных автомобилей при низких температурах: монография. Екатеринбург: УрИ ГПС МЧС России, 2010. – 355 с.
7. Мамедов А.Ш. Пожарно-спасательные суда. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России. 2007. – 91 с.
8. Савин М.А., Брюхов Е.Н., Шархун. С.В. Инженерная техника и вооружение, применяемые при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера: Справочное пособие - Екатеринбург: УрИ ГПС МЧС России. 2007 г. – 84с.
9. Методические рекомендации по тактике применения наземных робототехнических средств при тушении пожаров. М.: ВНИИПО, 2015. 39 с.

Приложение 1

Образец титульного листа



МЧС РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Уральский институт Государственной противопожарной службы
Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны,
чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий»

Кафедра пожарной техники

Курсовая работа

по дисциплине

«Проектирование и эксплуатация технических систем РСЧС»

Слушатель факультета управления и
комплексной безопасности заочной
формы обучения
прапорщик внутренней службы
Иванов Иван Иванович
помощник начальник караула ПСЧ-1
«1 ОФПС по Свердловской области»
Учебная группа № 51-509

Зачетная книжка № 563101
Адрес: 620078 г. Екатеринбург,
Ул. Фонвизина д. 9, кв. 12

Екатеринбург
2019

И.А. Зубарев, В.В. Терентьев, В.В. Крудышев, И.Д. Опарин

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ
РСЧС**

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ВЫПОЛНЕНИЮ
КУРСОВОЙ РАБОТЫ ДЛЯ СЛУШАТЕЛЕЙ ФЗОПК И ФУиКС
СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 20.04.01 ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Редактор Т.В. Девятова

Подписано в печать _____

Тираж 50 экз.

Объем 1,0 учет.-изд.л. Бумага писчая
Редакционно-издательский отдел
Уральского института ГПС МЧС России
Екатеринбург, ул. Мира, 22