

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»
Институт инженерно-педагогического образования
Кафедра инжиниринга и профессионального обучения в машиностроении и металлургии

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:

Зав. кафедрой ИММ

_____ Б.Н. Гузанов

« ____ » _____ 2018г

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

МОДЕРНИЗАЦИЯ ЛИФТОВОГО ХОЗЯЙСТВА ЖИЛОГО КОМПЛЕКСА ПО АДРЕСУ г. ЕКАТЕРИНБУРГ ул. АМУДСЕНА Д. 70

Исполнитель:

Обучающийся группы № ЗПМ-404с Вахитов Д.И.

(подпись)

Руководитель

(подпись)

Категоренко Ю.И.

(Ф.И.О., ученая степень, звание)

к.т.н. доцент

Консультант методического
раздела

(подпись)

Бекетова Ю.А.

(Ф.И.О., ученая степень, звание)

к.п.н.

Нормоконтролер

(подпись)

Категоренко Ю.И.

(Ф.И.О., ученая степень, звание)

к.т.н. доцент

Екатеринбург 2018

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа выполнена на 104 страницах, содержит 10 рисунков, 7 таблиц, 16 источников литературы, а также 4 приложения на 5 страницах. Графическая часть выполнена на 5 листах формата А1: общий вид сборочный чертёж А1, кабина сборочный чертёж А1, лебёдка сборочный чертёж А1, ограничитель скорости сборочный чертёж А1, экономическая часть А1.

Ключевые слова: конструкция лифтов, расчёт, монтажные работы, охрана труда, экономические показатели.

Объект исследования – жилой комплекс ул.Амудсена, д.70.

Предмет исследования – лифт.

Цель работы – изучение современных технологий и внедрения в учебный процесс модернизации новых разработок с применением современных грузоподъёмных механизмов в существующем жилищном комплексе.

Основные задачи:

1. Изучить основные конструкции и типы лифтов.
2. Подобрать по конструкции и характеристикам более подходящий лифт для нашего объекта.
3. Провести статические и динамические расчёты с целью обоснования его реальных характеристик и выполнению условий безопасности.
4. Подобрать более безопасную и ускоренную технологию монтажа.
5. Провести анализ экономических показателей над монтируемым лифтом.

					44.03.04.507.ПЗ			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		Вахитов Д.И.			Модернизация лифтового хозяйства жилого комплекса по адресу г. Екатеринбург ул. Амудсена д.70	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		Категоренко Ю.И.					2	104
<i>Реценз</i>						ФГАОУ ВО РГТПУ и ИПО КАФ. ИММ гр. ЗПМ-404С		
<i>Н. Контр.</i>		Категоренко Ю.И.						
<i>Утверд.</i>		Гузанов Б.Н.						

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1. ИСТОРИЯ ЛИФТОСТРОЕНИЯ	8
2. ОСНОВНЫЕ КОНСТРУКЦИИ И ТИПЫ ЛИФТОВ.....	10
3. КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ.....	12
4. РАСЧЁТНАЯ ЧАСТЬ	13
4.1 Статический и кинематический расчеты.....	13
4.1.1 Расчет массы подвижных частей лифта	15
4.1.2 Расчет сопротивления движению груза, кабины, противовеса.	15
4.1.3 Расчет натяжения канатов подвески кабины и противовеса, коэффициента соотношения статического натяжения канатов, окружной и консольной нагрузки КВШ	16
4.1.4 Определение габаритных размеров противовеса в плане шахты	28
4.1.5 Расчетное обоснование и выбор основных узлов лебедки лифта.	30
4.2 Динамический расчет.....	33
4.2.1 Расчет приведенной к ободу КВШ массы поступательно движущихся частей лифта.	34
4.2.2 Расчет приведенного момента инерции поступательно движущихся масс	36
4.2.3 Расчет уточнённого значения приведённого момента инерции системы привода в 9-ти режимах.....	38
4.2.4 Расчетное ускорение кабины в переходных режимах.	38
4.2.5 Коэффициент динамичности соотношения натяжения канатов	44
4.2.6 Расчет точности останова кабины	45
4.2.7 Расчетное обоснование параметров канавки обода КВШ.....	49
4.3 Расчет ловителей плавного торможения	54

					44.03.04. 507. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3

4.3.1	Определение геометрических параметров сечения подпружинивающей балки	56
4.4	Проверка условия надёжности срабатывания ловителей при срабатывании ограничителя скорости.....	58
4.4.1	Определение усилия между канатом ограничителя скорости и шкивом создаваемое силой тяжести.....	59
4.4.2	Определение расчетного значения величины коэффициента запаса.....	59
4.4.3	Проверка выполнения условия надёжного включения ловителей при срабатывании ограничителя скорости.....	59
5.	МОНТАЖНЫЙ РАЗДЕЛ	60
5.1	Общие положения	60
5.2	Последовательность выполнения монтажных работ.....	60
5.2.1	Особенности демонтажа оборудования при замене и модернизации лифтов.....	64
5.2.2	Определение координат установки оборудования в шахте лифта	67
5.2.3	Монтаж первых направляющих в прямке.....	68
5.2.4	Монтаж оборудования прямка	68
5.2.5	Монтаж каркаса кабины и противовеса.....	69
5.2.6	Сборка каркаса кабины на подставке в прямке лифта	70
5.2.7	Оборудование каркаса кабины системами безопасности и грузоподъемной лебедкой	71
5.2.8	Монтаж направляющих кабины и противовеса	72
5.2.9	Монтаж оборудования машинного помещения	73
5.2.10	Монтаж тяговых канатов.....	74
5.2.11	Монтаж дверей шахты	75
5.2.12	Монтаж электропроводки и электроаппаратуры	76
5.2.13	Наладка лифта.....	79
5.2.14	Тестирование и испытание лифта.....	80
6.	ОХРАНА ТРУДА И ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ	81

6.1 Анализ условий монтажа.....	81
6.2 Инженерные мероприятия по безопасному проведению монтажных работ	82
6.2.1 Освещение в шахте.....	82
6.2.3 Безопасная доставка лифтового оборудования к месту монтажа.....	84
6.2.4 Разгрузка лифтового оборудования.....	84
6.2.5 Доставка лифтового оборудования от места складирования к месту монтажа лифта	84
6.2.6 Безопасность при сопутствующих монтажу работ	87
6.3 Пожарная безопасность	88
7. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	90
7.1 Исходные данные	90
7.2 Расчет экономических показателей монтируемого лифта	92
7.2.1 Расчет времени работы лифта	92
7.2.2 Расчет годовой эксплуатационной производительности лифта	93
7.2.3 Расчет капитальных вложений в НТ	94
7.2.4 Расчет годовых текущих затрат на электроэнергию	94
7.2.5 Расчет экономического эффекта и срока окупаемости лифта	95
8. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	97
8.1 Учебный план программы повышения квалификации.....	97
8.2 Рабочие программы.....	98
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	102
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	103
Приложение 1 Спецификация Общий вид	
Приложение 2 Спецификация Кабина	
Приложение 3 Спецификация Лебёдка	
Приложение 4 Спецификация Ограничитель скорости	

ВВЕДЕНИЕ

Лифт (англ. Lift - поднимать) - разновидность грузоподъёмной машины, предназначенная для вертикального или наклонного перемещения грузов на специальных платформах, передвигающихся по жёстким направляющим.

Широкое распространение использования лифтового электропривода в промышленности и в повседневной жизни, определяет лифт как наиболее распространённый вид вертикального транспорта.

Наблюдаемая в последнее время тенденция к повышению этажности зданий в городах, а также к комфорту передвижения в лифтах ведёт к усложнению систем управления процессом передвижения. Благодаря развитию современных микропроцессорных систем управления данные задачи успешно решаются в настоящее время.

Современный лифт - это сложное электромеханическое устройство, работающее в полуавтоматическом режиме по установленной программе. Программа работы лифта определяется действиями пассажиров, местонахождением и положением (свободна или занята) кабины и регламентируется при помощи системы управления лифтом.

Система управления лифтом должна решать задачи безопасного и комфортного передвижения пассажиров.

Передвижение должно осуществляться с допустимым ускорением, требуемой скоростью и отсутствием ощутимых рывков. Для выполнения приведённых требований необходимо получать информацию о положении и скорости движения кабины с помощью различных датчиков.

Большое внимание необходимо уделить вопросу безопасности передвижения в случаях пожаров и землетрясений, обрыва канатов, срабатывания ловителей.

Установка нового лифта является достаточно затратным и самое главное сложным мероприятием. Но бывают случаи, когда срок эксплуатации

					44.03.04. 507. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

лифта подошел к концу или он физически и морально устарел, тут никуда не денешься, придется менять.

Для подобных ситуаций есть очень хорошее, можно даже сказать оптимальное решение – модернизация существующего лифтового хозяйства. Комплекты для подобного процесса разработаны на основе требований ПУ-БЭЛ и руководящего документа Государственного технического надзора Российской Федерации под артиклем РД-10-104-95.

Главной целью процесса модернизации является замена отработавшего свое оборудования, а также обновление интерьера в кабинах лифтов и дверей шахты. Стоит отметить, что в процессе модернизации применяются исключительно современные материалы для отделки, самые новые технические решения и, конечно же, современные технологии лифтовой индустрии.

В процессе проведения модернизации мы производим комплексную замену всех основных узлов, отвечающих за работоспособность и безопасность. В результате получается практически новый лифт, отвечающий всем современным требованиям в области качества, комфорта и безопасности. В зависимости от объема заменяемых узлов и деталей модернизированный лифт может еще работать от 3 до 25 лет (при варианте его полного обновления).

					44.03.04. 507. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

1. ИСТОРИЯ ЛИФТОСТРОЕНИЯ

1-ое сходство лифта было найдено учеными при раскопках в Геркулануме. Это адаптацию было predetermined для транспортировки еды из кухни на нижнем этаже в столовую. В те времена лифт приводился в движение при помощи физической силы без особых механических приспособлений.

В средние века еще применялись механические подъемники, приводимые в перемещение мышечной силой. К примеру, в 1203 г. в одном из аббатств во Франции был установлен лифт, передвигающийся с поддержкой ослов. В этой же стране в 1743 году лифт скрасил обстановку 1-го из правителей, позволив ему не напрягать себя пешими подъемами в Версале.

В 1795 году 1-ое сходство лифта было придумано в РФ Кулибиным, создавшим в Зимнем замке «подъемные и спусковые кресла», работающие на винтообразном механизме.

Немаловажный прорыв в развитии лифта наступил с началом применения паровых и электродвигателей. 1-ый паровой лифт был замечен в Америке в 1800 году и применялся на угольной шахте. После чего паровые лифты деятельно эксплуатируются в фабричном производстве в Англии, а в 1945 году был замечен 1-ый лифт, приводимый в перемещение с поддержкой гидравлики.

Огромную роль в развитии лифтостроения поиграл Э.Г. Отис, который придумал лифт, оборудованный тормозным устройством, который снизил вероятность падения лифта, в том числе и при обрыве тросов. Он же основал малую фирму по производству безопасных лифтов, которая до истинного времени занимает огромное пространство на рынке. Через 3 года от этапа открытия, данная фирма установила пассажирский лифт в высотном магазине на Бродвее. Скорость перемещения была абсолютно небольшая и достигала 20 см в секунду, разрешимая грузоподъемность в одно и тоже время составляла до 5 человек. После чего лифты пассажирские стали незаменимым с началом постройки небоскребов. 1-ый гидравлический лифт был придуман во

										Лист
										8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	44.03.04. 507. ПЗ					

Франции и установлен на Эйфелевой башне, но у такого же механизма был один немаловажный дефект. По причине индивидуальных особенностей системы он не имел возможности устанавливаться в небоскребах свыше 20 этажей, собственно это сдерживало темпы подъема самих домов.

					44.03.04. 507. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

2. ОСНОВНЫЕ КОНСТРУКЦИИ И ТИПЫ ЛИФТОВ

Подъемные машины в различных конструктивных исполнениях находят широкое применение во всех отраслях народного хозяйства. К наиболее распространенным разновидностям механизмов вертикального транспорта следует отнести лифты, используемые в городском хозяйстве и на промышленных предприятиях, а также шахтные подъемные машины, транспортирующие грузы и людей при подземном способе добычи полезных ископаемых.

Лифт представляет собой стационарный подъемник прерывистого действия с вертикальным движением кабины или платформы по жестким направляющим. Устанавливается в огражденной со всех сторон шахте, оборудованной на посадочных (погрузочных) площадках запирающимися дверями.

Лифты отличаются высокой степенью автоматизации и общедоступностью пользования, комфортабельностью и безусловной безопасностью. Только электрический привод может соответствовать тем высоким требованиям, которым должны удовлетворять современные лифты.

По назначению лифты подразделяются на пассажирские, грузопассажирские, больничные, грузовые с проводником и без проводника, малые грузовые.

Грузоподъемность пассажирских лифтов составляет 350... 1500 кг (количество пассажиров от 5 до 21), грузовых лифтов - до 5000 кг, малых грузовых лифтов — до 160 кг.

В зависимости от рабочей скорости движения кабины различают следующие категории лифтов: тихоходные (до 0,5 м/с), быстроходные (до 1 м/с), скоростные (до 2,5 м/с), высокоскоростные (выше 2,5 м/с).

Основным оборудованием лифта являются кабина, подъемная лебедка, канаты, направляющие, противовес, ограничитель скорости, буфера или упоры, двигатель, электромеханическое тормозное устройство и аппараты управления. Оборудование лифта располагается в шахте и в помещениях выше и ниже нее.

					44.03.04. 507. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

В верхней части подъемной установки скоростного лифта расположено машинное помещение, ниже него - полуэтаж с отводным шкивом и центробежным ограничителем скорости. Вниз идет шахта, где перемещается кабина лифта. В современных лифтах тяговое усилие от двигателя к кабине подъемника передается обычно посредством лебедки с канатоведущим шкивом, на котором канаты располагаются в клиновидных или полукруглых дорожках на поверхности шкива в несколько заходов. Связь между шкивом и главными канатами осуществляется за счет трения. В нижней части шахты канаты проходят через направляющие шкивы.

В процессе работы лифта кабина перемещается в шахте вдоль направляющих, которые охватываются роликами или вкладышами. Противовес, уравновешивающий определенную часть массы грузовой кабины, также движется вдоль своих направляющих. На верхней части кабины установлен электропривод дверей, который с помощью системы рычагов раздвигает створки дверей. Питание к двигателю дверей проходит через подвесной кабель. Так же осуществляется связь аппаратов управления и сигнализации с оборудованием, находящимся выше кабины, например на щите управления.

					44.03.04. 507. ПЗ	Лист
						11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3. КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

Цель расчета: определение основных параметров механизма подъема с учетом действующих инерционных сил в переходных режимах и определение параметров КВШ, при которых гарантированно работает лебедка без проскальзывания тяговых канатов и при обеспечении необходимой долговечности канатов и КВШ.

Тяговый расчет можно разделить на статический и динамический. Они выполнены в соответствии с исходными данными (таблица 1).

Таблица 1 - Исходные данные

Наименование	Условные обозначения	Единицы Измерения	Значение
Тип лифта	-	-	ГП
Грузоподъемность	Q_z	кг	1000
Скорость подъема	V	м/с	1,0
Размеры кабины: ширина·глубина·высота	$A \cdot B \cdot h$	м	1,10·2,10·2,30
Масса кабины	Q_k	кг	1200
Высота подъема	H	м	40,8
Количество остановок	-	-	12
Масса подвесного кабеля	$Q_{пк}$	кг	20,6
Положение противовеса	-	-	сбоку
Тип дверей	-	-	раздвижные автоматические
Машинное помещение	-	-	верхнее

4. РАСЧЁТНАЯ ЧАСТЬ

4.1 Статический и кинематический расчеты

Цель статического расчета: определение основных параметров лебедки без учета динамики переходных режимов и обоснование размеров шахты лифта.

Расчетная схема представлена на рисунке 1

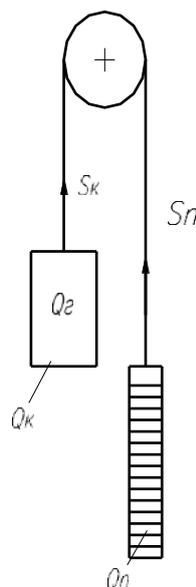


Рисунок 1 - Расчетная схема:

Q_k – вес кабины; Q_r – грузоподъемность лифта; Q_{II} – вес противовеса;
 S_k и S_n – разрывное усилие каната кабины и противовеса

Расчет и обоснование выбора тяговых канатов.

Расчитаем натяжение $S(\kappa H)$ по формуле приведенной ниже [1]:

$$S = \frac{Q + Q_k + Q_{TK} + 0,5 \cdot Q_{II}}{m \cdot U_n} \cdot g, \kappa H, \quad (1.1)$$

где Q, Q_k, Q_{TK}, Q_{II} - соответственно, масса номинального груза, кабины, тягового каната от точки схода с обода КВШ до подвески, подвижной части натяжного устройства компенсирующих канатов, кг;

U_n - кратность полиспаста;

$m \geq 5$ - число параллельных ветвей каната;

Q_{TK} - приближенная величина массы каната, кг.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

44.03.04. 507. ПЗ

Лист

13

$$Q_{TK} = q_k \cdot m \cdot (H + 3 \div 5), м, \quad (1.2)$$

где $q_k = 0,3 \div 0,5 \text{ кг/м}$ - приближенная величина массы 1 м каната.

Принимаем $q_k = 0,35 \text{ кг/м}$.

$$Q_{TK} = 0,35 \cdot 5 \cdot (40,8 + 4) = 62,7 \text{ кг}.$$

$$S = \frac{(1000 + 1200 + 0,5 \cdot 62,7) \cdot 10^{-2}}{5} \cdot 9,81 = 5,47 \text{ кН}.$$

Выбор тягового каната производится по каталогу с учетом обеспечения запаса прочности на разрыв.

Рассчитаем разрывное усилие $P(\text{кН})$ по формуле приведенной ниже [1]:

$$P = S \cdot K, \text{ кН}, \quad (1.3)$$

где $K \geq 12$ - коэффициент запаса разрывного усилия (ПУБЭЛ);

P - расчетная величина разрывного усилия каната, кН .

$$P = 5,47 \cdot 12 = 65,6 \text{ кН}.$$

Определяем тип каната из условия: $P_\phi \geq P$

Выбираем канат двойной свивки типа 12-ГЛ-Н 1770 DIN 3062

$$d = 12 \text{ мм}; \quad P_\phi = 66 \text{ кН}.$$

Фактическая величина коэффициента запаса разрывного усилия.

Рассчитаем усилие запаса $K_\phi(\text{кН})$ по формуле приведенной ниже [1]

$$K_\phi = \frac{P_\phi \cdot m \cdot 100}{(Q + Q_k + Q_{TK} + 0,5 \cdot Q_H)}, \text{ кН}, \quad (1.4)$$

где P_ϕ - табличное значение разрывного усилия каната, кН ;

$m \geq 5$ - число параллельных ветвей каната;

Q, Q_k, Q_{TK}, Q_H - соответственно, масса номинального груза, кабины, тягового каната от точки схода с обода КВШ до подвески, подвижной части натяжного устройства компенсирующих канатов, кг .

$$K_\phi = \frac{66 \cdot 5 \cdot 100}{(1000 + 1200 + 62,7)} = 14,58 \geq 12.$$

Условие разрывного усилия канатов $K_\phi > K$ выполнено.

					44.03.04. 507. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

4.1.1 Расчет массы подвижных частей лифта

Масса противовеса.

Рассчитаем массу противовеса Q_n (кг) по формуле приведенной ниже [1]

$$Q_n = Q \cdot \varphi + Q_k, \text{ кг}, \quad (1.5)$$

где $\varphi \approx 0,5$ - коэффициент уравнивания номинального груза.

$$Q_n = 1000 \cdot 0,5 + 1200 = 1700 \text{ кг}.$$

4.1.2 Расчет сопротивления движению груза, кабины, противовеса.

Сопротивление движению номинального груза ($Q_k = 0$).

Рассчитаем сопротивление F_g (кН) по формуле приведённой ниже [1]:

$$F_g = Q \cdot g \cdot 10^{-3} \cdot \frac{(A+B) \cdot \omega}{3 \cdot h_0}, \text{ кН}, \quad (1.6)$$

где Q - грузоподъёмность лифта, кг;

A, B - ширина и глубина кабины, м;

h_0 - расстояние между башмаками кабины по вертикали, м;

$$h_0 = h + (0,3 \div 0,4) \text{ м};$$

$$h_0 = 2,3 + 0,35 = 2,65 \text{ м};$$

ω - коэффициент удельных сопротивлений движению башмаков по направляющим кабины;

$\omega = 0,12$ - башмаки скольжения.

$$F_g = 1000 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{(1,1 + 2,1) \cdot 0,12}{3 \cdot 2,65} = 0,47 \text{ кН}.$$

Сопротивление движению порожней кабины ($Q = 0,47$).

Рассчитаем сопротивление F_k (кН) по формуле приведённой ниже [1]:

$$F_k = Q_k \cdot g \cdot 10^{-3} \cdot \left[\frac{(a+b)}{h} \cdot 2 \cdot \omega + K_F \right], \text{ кН}, \quad (1.7)$$

где Q_k - масса кабины, кг;

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

a, b - поперечное и продольное смещение центра масс кабины, м;

$a, b = 0,05\text{ м}$ - при автоматических дверях кабины;

$K_F = 0,015$ - коэффициент дополнительных сопротивлений, связанные с формой направляющих.

$$F_k = 1200 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3} \cdot \left[\frac{0,05 + 0,05}{2,65} \cdot 2 \cdot 0,12 + 0,015 \right] = 0,28 \text{ кН} .$$

Сопротивление движению противовеса.

Рассчитаем сопротивление $F_n(\text{кН})$ по формуле приведённой ниже [1]:

$$F_n = Q_n \cdot g \cdot 10^{-3} \cdot \frac{0,07}{h_1} \cdot 2 \cdot \omega, \text{ кН} , \quad (1.8)$$

где Q_n - масса противовеса, кг;

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

h_1 - расстояние между башмаками противовеса, м;

ω - коэффициент удельных сопротивлений движению башмаков по направляющим противовеса.

$$F_n = 1700 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{0,07}{2,55} \cdot 2 \cdot 0,12 = 0,109 \text{ кН} .$$

4.1.3 Расчет натяжения канатов подвески кабины и противовеса, коэффициента соотношения статического натяжения канатов, окружной и консольной нагрузки КВШ

Режим подъема неуравновешенного груза.

1) Грузеная кабина вниз, подъем.

Рассчитаем усилие каната подвески $S_{к1}(\text{кН})$ по формуле приведённой ниже [1]:

$$S_{к1} = (Q + Q_k) \cdot 10^{-2} + F_g + F_K + Q_{mk} \cdot 10^{-2}, \text{ кН} , \quad (1.9)$$

где Q - грузоподъёмность лифта, кг;

Q_k - масса кабины, кг;

F_g - сопротивление движению груза, кН;

F_k - сопротивление движению кабины, кН;

Q_{TK} - приближенная величина массы каната, кг.

$$S_{k1} = (1000 + 1200) \cdot 10^{-2} + 0,47 + 0,28 + 62,7 \cdot 10^{-2} = 22,63 \text{ кН} .$$

Рассчитаем тяговое усилие каната подвески противовеса S_{n1} (кН) по формуле приведенной ниже [1]:

$$S_{n1} = Q_n \cdot 10^{-2} - F_n, \text{ кН} , \quad (1.10)$$

где Q_n - масса противовеса, кг;

F_n - сопротивление движению противовеса, кН;

$$S_{n1} = 1700 \cdot 10^{-2} - 0,109 = 16,99 \text{ кН} .$$

Рассчитаем консольную нагрузку КВШ $P_{к1}$ (кН) по формуле приведённой ниже [1]:

$$P_{к1} = S_{к1} + S_{n1}, \text{ кН} , \quad (1.11)$$

где $S_{к1}$ - усилие каната подвески, кН;

S_{n1} - тяговое усилие каната подвески противовеса, кН.

$$P_{к1} = 13,95 + 16,99 = 30,94 \text{ кН} .$$

Рассчитаем окружную нагрузку КВШ P_{o1} (кН) по формуле приведённой ниже [1]:

$$P_{o1} = S_{к1} - S_{n1} + 0,02 * S_{к1}, \text{ кН} , \quad (1.12)$$

где $S_{к1}$ - усилие каната подвески, кН;

S_{n1} - тяговое усилие каната подвески противовеса, кН;

коэффициент 0,02 учитывает дополнительные потери на КВШ, в подшипниках и сопротивление от изгиба канатов.

$$P_{o1} = 22,63 - 16,99 + 0,02 \cdot 22,63 = 6,09 \text{ кН} .$$

Рассчитаем соотношение статического натяжения канатов ψ_1 (кН) по формуле приведённой ниже [1]:

$$\psi_1 = \frac{S_{к1}}{S_{n1}}, \text{ кН} , \quad (1.13)$$

где $S_{к1}$ - усилие каната подвески, кН;

S_{n1} - тяговое усилие каната подвески противовеса, $кН$.

$$\psi_1 = \frac{22,63}{16,99} = 1,33кН .$$

2) Грузеная кабина вверху, подъем.

Рассчитаем усилие каната подвески $S_{к2}(кН)$ по формуле приведённой ниже [1]:

$$S_{к2} = (Q + Q_k + Q_{нк}) \cdot 10^{-2} + F_g + F_k, кН , \quad (1.14)$$

где Q - грузоподъёмность лифта, $кг$;

Q_k - масса кабины, $кг$;

$Q_{нк}$ - приближенная величина массы подвесного кабеля, $кг$;

F_g - сопротивление движению груза, $кН$;

F_k - сопротивление движению кабины, $кН$.

$$S_{к2} = (1000 + 1200 + 20,6) \cdot 10^{-2} + 0,47 + 0,28 = 22,21кН .$$

Рассчитаем тяговое усилие каната подвески противовеса $S_{n2}(кН)$ по формуле приведенной ниже [1]:

$$S_{n2} = Q_n \cdot 10^{-2} - F_n + Q_{ТК} \cdot 10^{-2}, кН , \quad (1.15)$$

где Q_n - масса противовеса, $кг$;

F_n - сопротивление движению противовеса, $кН$;

$Q_{ТК}$ - приближенная величина массы каната, $кг$.

$$S_{n2} = 1700 \cdot 10^{-2} - 0,109 + 62,7 \cdot 10^{-2} = 17,62кН .$$

Рассчитаем консольную нагрузку КВШ $P_{к2}(кН)$ по формуле приведённой ниже [1]:

$$P_{к2} = S_{к2} + S_{n2}, кН , \quad (1.16)$$

где $S_{к2}$ - усилие каната подвески, $кН$;

S_{n2} - тяговое усилие каната подвески противовеса, $кН$.

$$P_{к2} = 22,21 + 17,62 = 39,89кН .$$

Рассчитаем окружную нагрузку КВШ $P_{o2}(кН)$ по формуле приведённой ниже [1]:

$$P_{o2} = S_{k2} - S_{n2} + 0,02 \cdot S_{k2}, \text{кН} . \quad (1.17)$$

где S_{k2} - усилие каната подвески, кН;

S_{n2} - тяговое усилие каната подвески противовеса, кН;

коэффициент 0,02 учитывает дополнительные потери на КВШ, в подшипниках и сопротивление от изгиба канатов.

$$P_{o2} = 22,21 - 17,62 + 0,02 \cdot 22,21 = 5,03 \text{кН} .$$

Рассчитаем соотношение статического натяжения канатов ψ_2 (кН) по формуле приведённой ниже [1]:

$$\psi_2 = \frac{S_{k2}}{S_{n2}}, \text{кН} , \quad (1.18)$$

где S_{k2} - усилие каната подвески, кН;

S_{n2} - тяговое усилие каната подвески противовеса, кН.

$$\psi_2 = \frac{22,21}{17,62} = 1,26 \text{кН} .$$

3) Порожняная кабина внизу, спуск.

Рассчитаем усилие каната подвески S_{k3} (кН) по формуле приведённой ниже [1]:

$$S_{k3} = Q_k \cdot 10^{-2} - F_k + Q_{TK} \cdot 10^{-2}, \text{кН} , \quad (1.19)$$

где Q_k - масса кабины, кг;

F_k - сопротивление движению кабины, кН;

Q_{TK} - приближенная величина массы каната, кг.

$$S_{k3} = 1200 \cdot 10^{-2} - 0,28 + 62,7 \cdot 10^{-2} = 12,62 \text{кН} .$$

Рассчитаем тяговое усилие каната подвески противовеса S_{n3} (кН) по формуле приведенной ниже [1]:

$$S_{n3} = Q_n \cdot 10^{-2} + F_n, \text{кН} , \quad (1.20)$$

где Q_n - масса противовеса, кг;

F_n - сопротивление движению противовеса, кН.

$$S_{n3} = 1700 \cdot 10^{-2} + 0,109 = 17,1 \text{кН} .$$

Рассчитаем консольную нагрузку КВШ $P_{к3}(кН)$ по формуле приведённой ниже [1]:

$$P_{к3} = S_{к3} + S_{н3}, кН, \quad (1.21)$$

где $S_{к3}$ - усилие каната подвески, $кН$;

$S_{н3}$ - тяговое усилие каната подвески противовеса, $кН$.

$$P_{к3} = 12,62 + 17,1 = 29,7кН.$$

Рассчитаем окружную нагрузку КВШ $P_{о3}(кН)$ по формуле приведённой ниже [1]:

$$P_{о3} = S_{к3} - S_{н3} + 0,02 \cdot S_{к3}, кН, \quad (1.22)$$

где $S_{к3}$ - усилие каната подвески, $кН$;

$S_{н3}$ - тяговое усилие каната подвески противовеса, $кН$;

коэффициент 0,02 учитывает дополнительные потери на КВШ, в подшипниках и сопротивление от изгиба канатов.

$$P_{о3} = 17,1 - 12,62 + 0,02 \cdot 17,1 = 4,8кН.$$

Рассчитаем соотношение статического натяжения канатов $\psi_3(кН)$ по формуле приведённой ниже [1]:

$$\psi_3 = \frac{S_{к3}}{S_{н3}}, кН, \quad (1.23)$$

где $S_{к3}$ - усилие каната подвески, $кН$;

$S_{н3}$ - тяговое усилие каната подвески противовеса, $кН$.

$$\psi_3 = \frac{17,1}{12,62} = 1,35кН.$$

4) Порожняя кабина вверху, спуск.

Рассчитаем усилие каната подвески $S_{к4}(кН)$ по формуле приведённой ниже [1]:

$$S_{к4} = (Q_k + Q_{нк}) \cdot 10^{-2} - F_k, кН, \quad (1.24)$$

где Q_k - масса кабины, $кг$;

$Q_{нк}$ - приближенная величина массы подвешенного кабеля, $кг$;

F_k - сопротивление движению кабины, $кН$.

$$S_{k4} = (1200 + 20,6) \cdot 10^{-2} - 0,28 = 11,92 \text{ кН} .$$

Рассчитаем тяговое усилие каната подвески противовеса S_{n4} (кН) по формуле приведенной ниже [1]:

$$S_{n4} = Q_n \cdot 10^{-2} + F_n + Q_{TK} \cdot 10^{-2}, \text{ кН} , \quad (1.25)$$

где Q_n - масса противовеса, кг;

F_n - сопротивление движению противовеса, кН;

Q_{TK} - приближенная величина массы каната, кг.

$$S_{n4} = 1700 \cdot 10^{-2} + 0,11 + 62,7 \cdot 10^{-2} = 17,73 \text{ кН} .$$

Рассчитаем консольную нагрузку КВШ $P_{к4}$ (кН) по формуле приведённой ниже [1]:

$$P_{к4} = S_{к4} + S_{n4}, \text{ кН} , \quad (1.26)$$

где $S_{к4}$ - усилие каната подвески, кН;

S_{n4} - тяговое усилие каната подвески противовеса, кН.

$$P_{к4} = 11,92 + 17,73 = 29,65 \text{ кН} .$$

Рассчитаем окружную нагрузку КВШ $P_{о4}$ (кН) по формуле приведённой ниже [1]:

$$P_{о4} = S_{к4} - S_{n4} + 0,02 \cdot S_{к4}, \text{ кН} , \quad (1.27)$$

где $S_{к4}$ - усилие каната подвески, кН;

S_{n4} - тяговое усилие каната подвески противовеса, кН;

коэффициент 0,02 учитывает дополнительные потери на КВШ, в подшипниках и сопротивление от изгиба канатов.

$$P_{о4} = 17,73 - 11,92 + 0,02 \cdot 17,73 = 6,16 \text{ кН} .$$

Рассчитаем соотношение статического натяжения канатов ψ_4 (кН) по формуле приведённой ниже [1]:

$$\psi_4 = \frac{S_{к4}}{S_{n4}}, \text{ кН} , \quad (1.28)$$

где $S_{к4}$ - усилие каната подвески, кН;

S_{n4} - тяговое усилие каната подвески противовеса, кН.

$$\psi_4 = \frac{17,73}{11,92} = 1,48 \text{кН} .$$

Режим спуска неуравновешенного груза.

5) Грузеная кабина внизу, спуск.

Рассчитаем усилие каната подвески $S_{к5}(\text{кН})$ по формуле приведённой ниже [1]:

$$S_{к5} = (Q + Q_k) \cdot 10^{-2} - F_g - F_k + Q_{ТК} \cdot 10^{-2}, \text{кН} , \quad (1.29)$$

где Q - грузоподъёмность лифта, кг;

Q_k - масса кабины, кг;

F_g - сопротивление движению груза, кН;

F_k - сопротивление движению кабины, кН;

$Q_{ТК}$ - приближенная величина массы каната, кг.

$$S_{к5} = (1000 + 1200) \cdot 10^{-2} - 0,47 - 0,28 + 62,7 \cdot 10^{-2} = 21,87 \text{кН} .$$

Тяговое усилие каната подвески противовеса $S_{н5}(\text{кН})$ в режиме спуска равняется $S_{н3}(\text{кН})$:

$$S_{н5} = S_{н3}, \text{кН} , \quad (1.30)$$

$$S_{н5} = 17,1 \text{кН} .$$

Рассчитаем консольную нагрузку КВШ $P_{к5}(\text{кН})$ по формуле приведённой ниже [1]:

$$P_{к5} = S_{к5} + S_{н5}, \text{кН} , \quad (1.31)$$

где $S_{к5}$ - усилие каната подвески, кН;

$S_{н5}$ - тяговое усилие каната подвески противовеса, кН.

$$P_{к5} = 21,87 + 17,1 = 38,97 \text{кН} ,$$

Рассчитаем окружную нагрузку КВШ $P_{о5}(\text{кН})$ по формуле приведённой ниже [1]:

$$P_{о5} = S_{к5} - S_{н5} - 0,02 \cdot S_{к5}, \text{кН} , \quad (1.32)$$

где $S_{к4}$ - усилие каната подвески, кН;

$S_{н4}$ - тяговое усилие каната подвески противовеса, кН;

коэффициент 0,02 учитывает дополнительные потери на КВШ, в подшипниках и сопротивление от изгиба канатов.

$$P_{o5} = 21,87 - 17,1 - 0,02 \cdot 21,87 = 4,3 \text{кН} .$$

Рассчитаем соотношение статического натяжения канатов $\psi_5(\text{кН})$ по формуле приведённой ниже [1]:

$$\psi_5 = \frac{S_{k5}}{S_{n5}}, \text{кН} , \quad (1.33)$$

где S_{k5} - усилие каната подвески, кН ;

S_{n5} - тяговое усилие каната подвески противовеса, кН .

$$\psi_5 = \frac{21,87}{17,1} = 1,27 \text{кН} .$$

б) Грузеная кабина вверху, спуск.

Рассчитаем усилие каната подвески $S_{k6}(\text{кН})$ по формуле приведённой ниже [1]:

$$S_{k6} = (Q + Q_k + Q_{nk}) \cdot 10^{-2} - F_g - F_k, \text{кН} , \quad (1.34)$$

где Q - грузоподъёмность лифта, кг ;

Q_k - масса кабины, кг ;

Q_{nk} - приближенная величина массы подвесного кабеля, кг ;

F_g - сопротивление движению груза, кН ;

F_k - сопротивление движению кабины, кН .

$$S_{k6} = (1000 + 1200 + 20.6) \cdot 10^{-2} - 0,47 - 0,28 = 21,4 \text{кН} .$$

Тяговое усилие каната подвески противовеса $S_{n6}(\text{кН})$ в режиме спуска равняется $S_{n4}(\text{кН})$:

$$S_{n6} = S_{n4}, \text{кН} , \quad (1.35)$$

$$S_{n6} = 17,73 \text{кН} .$$

Рассчитаем консольную нагрузку КВШ $P_{к6}(\text{кН})$ по формуле приведённой ниже [1]:

$$P_{к6} = S_{k6} + S_{n6}, \text{кН} , \quad (1.36)$$

где $S_{к6}$ - усилие каната подвески, $кН$;

$S_{н6}$ - тяговое усилие каната подвески противовеса, $кН$.

$$P_{к6} = 21,4 + 17,73 = 39,13кН .$$

Рассчитаем окружную нагрузку КВШ $P_{о6}(кН)$ по формуле приведённой ниже [1]:

$$P_{о6} = S_{к6} - S_{н6} - 0,02 \cdot S_{к6}, кН , \quad (1.37)$$

где $S_{к6}$ - усилие каната подвески, $кН$;

$S_{н6}$ - тяговое усилие каната подвески противовеса, $кН$;

коэффициент 0,02 учитывает дополнительные потери на КВШ, в подшипниках и сопротивление от изгиба канатов.

$$P_{о6} = 21,4 - 17,73 - 0,02 \cdot 21,4 = 3,24кН .$$

Рассчитаем соотношение статического натяжения канатов $\psi_6(кН)$ по формуле приведённой ниже [1]:

$$\psi_6 = \frac{S_{к6}}{S_{н6}}, кН , \quad (1.38)$$

где $S_{к6}$ - усилие каната подвески, $кН$;

$S_{н6}$ - тяговое усилие каната подвески противовеса, $кН$.

$$\psi_6 = \frac{21,4}{17,73} = 1,2кН .$$

7) Порожняная кабина внизу, подъем.

Рассчитаем усилие каната подвески $S_{к7}(кН)$ по формуле приведённой ниже [1]:

$$S_{к7} = Q_k \cdot 10^{-2} + F_k + Q_{ТК} \cdot 10^{-2}, кН , \quad (1.39)$$

где Q_k - масса кабины, $кг$;

F_k - сопротивление движению кабины, $кН$;

$Q_{ТК}$ - приближенная величина массы каната, $кг$.

$$S_{к7} = 1200 \cdot 10^{-2} + 0,28 + 62,7 \cdot 10^{-2} = 12,9кН .$$

Тяговое усилие каната подвески противовеса $S_{n7}(\kappa H)$ в режиме спуска равняется $S_{n1}(\kappa H)$:

$$S_{n7} = S_{n1}, \kappa H, \quad (1.40)$$

$$S_{n7} = 16,99 \kappa H.$$

Рассчитаем консольную нагрузку КВШ $P_{к6}(\kappa H)$ по формуле приведённой ниже [1]:

$$P_{к7} = S_{к7} + S_{n7}, \kappa H, \quad (1.41)$$

где $S_{к7}$ - усилие каната подвески, κH ;

S_{n7} - тяговое усилие каната подвески противовеса, κH .

$$P_{к7} = 12,9 + 16,99 = 29,89 \kappa H.$$

Рассчитаем окружную нагрузку КВШ $P_{o7}(\kappa H)$ по формуле приведённой ниже [1]:

$$P_{o7} = S_{к7} - S_{n7} - 0,02 \cdot S_{к7}, \kappa H, \quad (1.42)$$

где $S_{к7}$ - усилие каната подвески, κH ;

S_{n7} - тяговое усилие каната подвески противовеса, κH ;

коэффициент 0,02 учитывает дополнительные потери на КВШ, в подшипниках и сопротивление от изгиба канатов.

$$P_{o7} = 16,99 - 12,9 - 0,02 \cdot 16,99 = 3,75 \kappa H.$$

Рассчитаем соотношение статического натяжения канатов $\psi_7(\kappa H)$ по формуле приведённой ниже [1]:

$$\psi_7 = \frac{S_{к7}}{S_{n7}}, \kappa H, \quad (1.43)$$

где $S_{к7}$ - усилие каната подвески, κH ;

S_{n7} - тяговое усилие каната подвески противовеса, κH .

$$\psi_7 = \frac{16,99}{12,9} = 1,31 \kappa H.$$

8) Порожня кабина вверху, спуск.

Рассчитаем усилие каната подвески $S_{к8}(кН)$ по формуле приведённой ниже [1]:

$$S_{к8} = (Q_k + Q_{нк}) \cdot 10^{-2} + F_k, кН, \quad (1.44)$$

где Q_k - масса кабины, кг;

$Q_{нк}$ - приближенная величина массы подвешенного кабеля, кг;

F_k - сопротивление движению кабины, кН.

$$S_{к8} = (1200 + 20,6) \cdot 10^{-2} + 0,28 = 12,4кН.$$

Тяговое усилие каната подвески противовеса $S_{н8}(кН)$ в режиме спуска равняется $S_{н2}(кН)$:

$$S_{н8} = S_{н2}, кН, \quad (1.45)$$

$$S_{н8} = 17,62кН.$$

Рассчитаем консольную нагрузку КВШ $P_{к8}(кН)$ по формуле приведённой ниже [1]:

$$P_{к8} = S_{к8} + S_{н8}, кН, \quad (1.46)$$

где $S_{к8}$ - усилие каната подвески, кН;

$S_{н8}$ - тяговое усилие каната подвески противовеса, кН.

$$P_{к8} = 12,4 + 17,62 = 30,02кН.$$

Рассчитаем окружную нагрузку КВШ $P_{о8}(кН)$ по формуле приведённой ниже [1]:

$$P_{о8} = S_{к8} - S_{н8} - 0,02 \cdot S_{к8}, кН, \quad (1.47)$$

где $S_{к8}$ - усилие каната подвески, кН;

$S_{н8}$ - тяговое усилие каната подвески противовеса, кН;

коэффициент 0,02 учитывает дополнительные потери на КВШ, в подшипниках и сопротивление от изгиба канатов.

$$P_{о8} = 17,62 - 12,4 - 0,02 \cdot 17,62 = 4,8кН.$$

Рассчитаем соотношение статического натяжения канатов $\psi_8(\kappa H)$ по формуле приведённой ниже [1]:

$$\psi_8 = \frac{S_{k8}}{S_{n8}}, \kappa H, \quad (1.48)$$

где S_{k8} - усилие каната подвески, κH ;

S_{n8} - тяговое усилие каната подвески противовеса, κH .

$$\psi_8 = \frac{1762}{12,4} = 1,42 \kappa H .$$

Испытание лифта.

9) Кабина с 25% перегрузкой вниз, спуск.

Рассчитаем усилие каната подвески $S_{k9}(\kappa H)$ по формуле приведённой ниже [1]:

$$S_{k9} = S_{k5} + Q \cdot 0,25 \cdot 10^{-2}, \kappa H, \quad (1.49)$$

где S_{k5} - усилие каната подвески кабины;

Q - грузоподъёмность лифта.

$$S_{k9} = 21,87 + 1000 \cdot 0,25 \cdot 10^{-2} = 24,87 \kappa H .$$

Тяговое усилие каната подвески противовеса $S_{n9}(\kappa H)$ в режиме спуска равняется $S_{n5}(\kappa H)$:

$$S_{n9} = S_{n5}, \kappa H, \quad (1.50)$$

$$S_{n9} = 17,1 \kappa H .$$

Рассчитаем консольную нагрузку КВШ $P_{к9}(\kappa H)$ по формуле приведённой ниже [1]:

$$P_{к9} = S_{к9} + S_{n9}, \kappa H, \quad (1.51)$$

где $S_{к9}$ - усилие каната подвески, κH ;

S_{n9} - тяговое усилие каната подвески противовеса, κH .

$$P_{к9} = 24,87 + 17,1 = 41,97 \kappa H .$$

Рассчитаем окружную нагрузку КВШ $P_{o9}(\kappa H)$ по формуле приведённой ниже [1]:

$$P_{o9} = S_{к9} - S_{n9} - 0,02 \cdot S_{к9}, \kappa H, \quad (1.52)$$

где $S_{к9}$ - усилие каната подвески, кН;

$S_{н9}$ - тяговое усилие каната подвески противовеса, кН;

коэффициент 0,02 учитывает дополнительные потери на КВШ, в подшипниках и сопротивление от изгиба канатов.

$$P_{o9} = 24,87 - 17,1 - 0,02 \cdot 24,87 = 7,27 \text{ кН} .$$

Рассчитаем соотношение статического натяжения канатов ψ_9 (кН) по формуле приведённой ниже [1]:

$$\psi_9 = \frac{S_{к9}}{S_{н9}}, \text{ кН} , \quad (1.53)$$

где $S_{к9}$ - усилие каната подвески, кН;

$S_{н9}$ - тяговое усилие каната подвески противовеса, кН.

$$\psi_9 = \frac{24,87}{17,1} = 1,4 \text{ кН} .$$

4.1.4 Определение габаритных размеров противовеса в плане шахты

Рассчитаем массу грузов противовеса Q_2 (кГ) по формуле приведенной ниже [1]:

$$Q_2 = 0,85 \cdot Q_n, \text{ кН} , \quad (1.54)$$

где Q_n - масса противовеса.

$$Q_2 = 0,85 \cdot 1700 = 1445 \text{ кГ} .$$

Общая масса набора дискретных грузов $Q_{н2}$ (кГ) рассчитывается по формуле приведённой ниже [1]:

$$Q_{н2} = m_{ч} \cdot z_{ч} + m_{жб} \cdot z_{жб}, \text{ кГ} , \quad (1.55)$$

где $m_{ч}$ - масса груза из чугуна;

$z_{ч}, z_{жб}$ - количество грузов;

$m_{жб}$ - масса груза из железо-бетона;

$$Q_{н2} = 50 \cdot 20 + 28 \cdot 16 = 1448 \text{ кГ} .$$

По таблице 6 [1] выбираем 20 блоков из чугуна $m=50$ кг, $L_1=720$ мм, $E_1=135$ мм, $h_1=60$ мм, и 16 блоков из ЖБ $m=28$ кг, $L_1=720$ мм, $E_1=135$ мм, $h_1=100$ мм

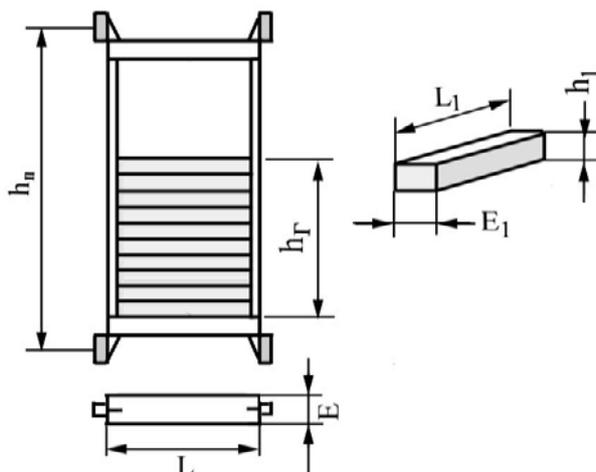


Рисунок 2 - Расчетная схема противовеса:

h_n - высота противовеса; $h_г$ - высота грузов; L, E - размеры противовеса;
 L_1, E_1, h_1 - размеры груза

Расчёт высоты противовеса h_n (мм) рассчитывается по формуле приведённой ниже [1]:

$$h_n = z \cdot h + z \cdot h + (1000 \pm 1200), \text{ мм}, \quad (1.56)$$

где z - количество грузов;

h - высота грузов.

$$h_n = 20 \cdot 60 + 16 \cdot 100 + 1000 = 3800 \text{ мм}.$$

Условие правильного расчета высоты противовеса $h_n \approx h$

$$h_n = 3800 \text{ мм} \approx h = 3550 \text{ мм}$$

Габаритные размеры в плане.

$$E = E_1 + 30 \text{ мм}, \quad (1.57)$$

$$E = 135 + 30 = 165 \text{ мм}.$$

$$L = L_1 + 50 \text{ мм}, \quad (1.58)$$

$$L = 720 + 50 = 770 \text{ мм}.$$

4.1.5 Расчетное обоснование и выбор основных узлов лебедки лифта.

Расчет мощности привода и выбор двигателя.

Мощность двигателя лебедки N_d (кВт) рассчитывается по формуле приведённой ниже [1]:

$$N_d = \frac{P_{0max} \cdot V}{\eta_m}, \text{ кВт}, \quad (1.59)$$

где P_{0max} - величина окружного усилия КВШ в режимах с 1 по 4, кН;

V – номинальная скорость движения лифта, м/с;

$\eta_m \approx 0,7$ - КПД механизма привода.

$$N_d = \frac{6,09 \cdot 1}{0,70} = 8,7 \text{ кВт}.$$

Выбираем асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором типа ZAA9676AXH10-T, со следующими основными параметрами:

1. Мощность – 10/1,25 кВт;
2. Род тока - переменный;
3. Напряжение – 380 В;
4. Номинальный ток – 13/55 А;
5. Частота – 50 Гц;
6. Допустимый нагрев обмоток двигателя, 155°C (F);
7. Частота вращения – 1500/375 об/мин.;
8. Продолжительность включений ПВ – 40/15%;
9. Число включений в час – 120;
10. Масса – 120 кг.

Расчет параметров и выбор редуктора.

Расчитаем эквивалентный момент на валу КВШ $M_{\text{э}}$ (кНм) по формуле приведённой ниже [1]:

$$M_{\text{э}} = P_{0max} \cdot K_{\text{э}} \cdot 0,5 \cdot D_{\text{шп}}, \text{ кНм}, \quad (1.60)$$

где P_{0max} - величина окружного усилия КВШ в режимах с 1 по 4, кН;

$K_3 = 0,7-0,9$ - коэффициент, учитывающий случайный характер изменения нагрузки КВШ;

$D_{ур}$ - расчетный диаметр начальной окружности КВШ, м.

Диаметр начальной окружности КВШ рассчитаем по формуле ниже [1]:

$$D_{ур} = E \cdot d + d, м, \quad (1.61)$$

где E - допустимое соотношение между диаметром КВШ и каната из условия долговечности каната (ПУБЭЛ) [5].

$$D_{ур} = 40 \cdot 0,01 + 0,01 = 0,41 м.$$

$$M_3 = 6,09 \cdot 0,08 \cdot 0,5 \cdot 0,41 = 0,99 кНм.$$

Рассчитаем передаточное число редуктора U_P по формуле приведённой ниже [1]:

$$U_P = \frac{\pi \cdot D_{ур} \cdot n_n}{60 \cdot V}, \quad (1.62)$$

где $D_{ур}$ - расчетный диаметр начальной окружности КВШ, м;

n_n - частота вращения об/мин;

V - номинальная скорость движения лифта, м/с.

$$U_P = \frac{3,14 \cdot 0,41 \cdot 1500}{60 \cdot 1} = 32,2.$$

Тип и параметры редуктора определяется с учетом выполнения следующих условий:

$$M_3 \leq [M]; P_k \leq [P]; U_P \leq U_T; ПВ_л \leq ПВ_T.$$

Выбираем червячный цилиндрический редуктор с вертикальным расположением червячного вала марки ZAA9676 AW2 со следующими основными параметрами:

1. Передаточное число – 48;
2. Межосевое расстояние передачи – 160 мм;
3. Крутящий момент на выходном валу – 1900 Нм;
4. Консольная сила на валу – 35000 Н;
5. Прямой КПД при пуске: $\eta_n = 0,58$;

6. Прямой КПД при номинальных оборотах и работе привода на большой скорости: $\eta = 0,69$;

7. Обратный КПД при пуске: $\eta_{no} = 0,36$;

8. Обратный КПД редуктора при номинальной скорости: $\eta_o = 0,58$.

После выбора редуктора уточняется величина рабочего диаметра КВШ $D_{ш}(м)$ по формуле приведённой ниже [1]:

$$D_{ш} = \frac{U_{pm} \cdot 60 \cdot V}{\pi \cdot n_n}, м, \quad (1.63)$$

где U_{pm} - передаточное число редуктора;

V - номинальная скорость движения лифта, м/с;

n_n - частота вращения об/мин.

$$D_{ш} = \frac{48 \cdot 60 \cdot 1}{3,14 \cdot 1500} = 0,611 м.$$

Из условий компоновки и допустимого соотношения между диаметром КВШ и каната принимаем диаметр КВШ равный $D_{ш} = 0,62 м$.

Расчет параметров и выбор колодочного тормоза.

Расчитаем тормозной момент $M_m(кН)$ по формуле приведённой ниже:

$$M_m = K_m \cdot \frac{P_{0max} \cdot D_{ш}}{2 \cdot U_{pm}} \cdot \eta_{II}^B, кН \cdot м, \quad (1.64)$$

где η_{II}^B - прямой КПД редуктора на ном. оборотах большой скорости;

$K_m = 1,25$ - коэффициент запаса тормозного момента;

P_{0max} - величина окружного усилия КВШ в режимах с 1 по 4, кН;

$D_{шр}$ - расчетный диаметр начальной окружности КВШ, м;

U_{pm} - передаточное число редуктора.

$$M_m = 1,25 \cdot \frac{6,09 \cdot 0,62}{2 \cdot 48} \cdot 0,69 = 0,034 кН \cdot м$$

Согласно рассчитанной величине тормозного момента выбираем двух – колодочный электрический тормоз типа ТО330 СА1, с диаметром тормозного шкива равным 376 мм и тормозным моментом равным 180 Н·м.

Поскольку тормоз устанавливается непосредственно на электродвигатель, то надобность в переходной муфте отпадает.

4.2 Динамический расчет

Цель динамического расчета: определение ускорений при разгоне и торможении, расчет точности остановки, окончательный выбор КВШ по коэффициенту запаса тяговой способности, определение динамических характеристик привода, при которых гарантирован допустимый уровень ускорений разгона и замедления кабины в соответствии с правилами ПУБЭЛ, расчет точности остановки во всех 9-ти режимах, долговечность КВШ и работа его без проскальзывания канатов.

Расчитаем приближенное значение величины приведенного момента инерции лебедки лифта J_c^1 ($кг \cdot м^2$) по формуле приведённой ниже [1]:

$$J_c^1 = \frac{D_{ш} \cdot M_{из}}{2 \cdot a_p \cdot U_{pm} \cdot U_n}, кг \cdot м^2, \quad (1.65)$$

где $D_{ш}$ - величина рабочего диаметра КВШ, $м$;

$M_{из}$ - максимальный избыточный момент, $Н \cdot м$;

$a_p \leq 1.5 м/с^2$ - расчетная величина ускорения торможения кабины;

U_{pm} - передаточное число редуктора.

Максимальный избыточный момент в режиме генераторного торможения при переходе с большой на малую скорость $M_{из}$ ($Н \cdot м$) рассчитаем по формуле приведённой ниже [1]:

$$M_{из} = M_z + P_{0max} \cdot \frac{D_{ш} \cdot \eta_{п}^B \cdot 10^3}{2 \cdot U_{pm}}, Н \cdot м, \quad (1.66)$$

где M_z - генераторный момент двигателя на обмотке малой скорости, $Н \cdot м$;

P_{0max} - величина окружного усилия КВШ в режимах с 1 по 4, $кН$;

$\eta_{п}^B$ - прямой КПД редуктора на ном. оборотах большой скорости;

U_{pm} - передаточное число редуктора.

$$M_{uz} = 140 + 6,09 \cdot \frac{0,62 \cdot 0,69 \cdot 10^3}{2 \cdot 48} = 167,1 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$J_c^1 = \frac{0,62 \cdot 167,1}{2 \cdot 1,5 \cdot 48 \cdot 1} = 0,719 \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

Полученное значение приведённого момента инерции лебёдки сравниваем с допустимым значением:

$$J_c^1 < J_d,$$

$$J_c^1 = 0,719 \text{ кг} \cdot \text{м}^2 < J_d = 2,1 \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

Условие пуска выполняется.

4.2.1 Расчет приведенной к ободу КВШ массы поступательно движущихся частей лифта.

1) Грузеная кабина внизу, подъем.

$$G_1 = Q + Q_k + Q_n + Q_{TK}, \text{ кг}, \quad (1.67)$$

где Q - грузоподъёмность лифта, кг;

Q_k - масса кабины, кг;

$Q_{нк}$ - приближенная величина массы подвесного кабеля, кг;

Q_{TK} - приближенная величина массы каната, кг.

Q_n - масса противовеса, кг;

$$G_1 = 1000 + 1200 + 1700 + 62,7 = 3962,7 \text{ кг}.$$

2) Грузеная кабина вверху, подъем.

$$G_2 = Q + Q_k + Q_{нк} + Q_n + Q_{TK}, \text{ кг}, \quad (1.68)$$

где Q - грузоподъёмность лифта, кг;

Q_k - масса кабины, кг;

$Q_{нк}$ - приближенная величина массы подвесного кабеля, кг;

Q_n - масса противовеса, кг;

Q_{TK} - приближенная величина массы каната, кг.

$$G_2 = 1000 + 1200 + 20,6 + 1700 + 62,7 = 3983,3 \text{ кг}.$$

3) Порожняя кабина внизу, спуск.

$$G_3 = Q_k + Q_n + Q_{TK}, \text{ кг}, \quad (1.69)$$

где Q_k - масса кабины, кг;

Q_n - масса противовеса, кг;

Q_{TK} - приближенная величина массы каната, кг.

$$G_3 = 1200 + 1700 + 62,7 = 2962,7 \text{ кг}.$$

4) Порожняя кабина сверху, спуск.

$$G_4 = Q_k + Q_{нк} + Q_n + Q_{TK}, \text{ кг}, \quad (1.70)$$

где Q_k - масса кабины, кг;

$Q_{нк}$ - приближенная величина массы подвешенного кабеля, кг;

Q_n - масса противовеса, кг;

Q_{TK} - приближенная величина массы каната, кг.

$$G_4 = 1200 + 20,6 + 1700 + 62,7 = 2983,3 \text{ кг}.$$

5) Грузеная кабина внизу, спуск.

$$G_5 = Q + Q_k + Q_n + Q_{TK}, \text{ кг}, \quad (1.71)$$

где Q - грузоподъемность лифта, кг;

Q_k - масса кабины, кг;

Q_n - масса противовеса, кг;

Q_{TK} - приближенная величина массы каната, кг.

$$G_5 = 1000 + 1200 + 1700 + 62,7 = 3962,7 \text{ кг}.$$

6) Грузеная кабина сверху, спуск.

$$G_6 = Q + Q_k + Q_{нк} + Q_n + Q_{TK}, \text{ кг}, \quad (1.72)$$

где Q - грузоподъемность лифта, кг;

Q_k - масса кабины, кг;

$Q_{нк}$ - приближенная величина массы подвешенного кабеля, кг;

Q_n - масса противовеса, кг;

Q_{TK} - приближенная величина массы каната, кг.

$$G_2 = 1000 + 1200 + 20,6 + 1700 + 62,7 = 3983,3 \text{ кг}.$$

7) Порожняя кабина внизу, подъем.

$$G_7 = Q_k + Q_n + Q_{TK}, \text{ кг}, \quad (1.73)$$

где Q_k - масса кабины, кг;

Q_n - масса противовеса, кг;

Q_{TK} - приближенная величина массы каната, кг.

$$G_7 = 1200 + 1700 + 62,7 = 2962,7 \text{ кг}.$$

8) Порожняя кабина вверху, подъем.

$$G_8 = Q_k + Q_{nk} + Q_n + Q_{TK}, \text{ кг}, \quad (1.74)$$

где Q_k - масса кабины, кг;

Q_{nk} - приближенная величина массы подвешенного кабеля, кг;

Q_n - масса противовеса, кг;

Q_{TK} - приближенная величина массы каната, кг.

$$G_8 = 1200 + 20,6 + 1700 + 62,7 = 2983,3 \text{ кг}.$$

9) Испытание лифта, кабина с 25% перегрузкой внизу, спуск.

$$G_9 = 1,25 \cdot Q + Q_k + Q_{TK} + Q_n, \text{ кг}, \quad (1.75)$$

где Q - грузоподъемность лифта, кг;

Q_k - масса кабины, кг;

Q_{nk} - приближенная величина массы подвешенного кабеля, кг;

Q_n - масса противовеса, кг;

Q_{TK} - приближенная величина массы каната, кг.

$$G_9 = 1,25 \cdot 1000 + 1200 + 62,7 + 1700 = 4212,7 \text{ кг}.$$

4.2.2 Расчет приведенного момента инерции поступательно движущихся масс

Рассчитаем приведённый момент инерции J_{ni} (кг·м²) по формуле приведённой ниже [1]:

$$J_{ni} = \frac{G_i \cdot D_{ш}^2}{4 \cdot U_{pm}^2} \cdot K_{\eta}, \text{ кг} \cdot \text{м}^2, \quad (1.76)$$

где G_i - массы поступательно движущихся частей лифта, кг;

$D_{ш}$ - диаметр канатоведущего шкива, м;

U_{pm} - передаточное число редуктора;

K_η - аналоговый коэффициент.

$$K_n = \frac{1}{\eta_{II}^B}, (i = 1 \div 4), \quad (1.77)$$

где η_{II}^B - прямой КПД редуктора на большой скорости при номинальных оборотах.

$$K_\eta = \frac{1}{0,69} = 1,45.$$

$$K_\eta = \eta_O^B, (i = 5 \div 8), \quad (1.78)$$

где η_O^B - обратный КПД редуктора на большой скорости при номинальных оборотах.

$$K_\eta = 0,58$$

$$J_{n1} = \frac{3962,7 \cdot 0,62^2}{4 \cdot 48^2} \cdot 1,45 = 0,239 \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

$$J_{n2} = \frac{3983,3 \cdot 0,62^2}{4 \cdot 48^2} \cdot 1,45 = 0,24 \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

$$J_{n3} = \frac{2962,7 \cdot 0,62^2}{4 \cdot 48^2} \cdot 1,45 = 0,17 \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

$$J_{n4} = \frac{2983,3 \cdot 0,62^2}{4 \cdot 48^2} \cdot 1,45 = 0,18 \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

$$J_{n5} = \frac{3962,7 \cdot 0,62^2}{4 \cdot 48^2} \cdot 0,58 = 0,095 \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

$$J_{n6} = \frac{3983,3 \cdot 0,62^2}{4 \cdot 48^2} \cdot 0,58 = 0,096 \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

$$J_{n7} = \frac{2962,7 \cdot 0,62^2}{4 \cdot 48^2} \cdot 0,58 = 0,071 \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

$$J_{n8} = \frac{2983,3 \cdot 0,62^2}{4 \cdot 48^2} \cdot 0,58 = 0,072 \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

$$J_{n9} = \frac{4212,7 \cdot 0,62^2}{4 \cdot 48^2} \cdot 1,58 = 0,254 \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

4.2.3 Расчет уточнённого значения приведённого момента инерции системы привода в 9-ти режимах

Рассчитаем момент инерции J_{ci} ($кг \cdot м^2$) по формуле приведённой ниже [1]:

$$J_{ci} = J_p + J_u + J_{ni}, кг \cdot м^2, \quad (1.79)$$

где $J_p = 0,5 кг \cdot м^2$ - момент инерции ротора, ($кг \cdot м^2$);

$J_u = 0,034 кг \cdot м^2$ - момент инерции штурвала, ($кг \cdot м^2$);

J_{ni} - приведённый момент инерции, ($кг \cdot м^2$).

$$J_{c1} = 0,5 + 0,034 + 0,239 = 0,773 кг \cdot м^2.$$

$$J_{c2} = 0,5 + 0,034 + 0,24 = 0,774 кг \cdot м^2.$$

$$J_{c3} = 0,5 + 0,034 + 0,14 = 0,704 кг \cdot м^2.$$

$$J_{c4} = 0,5 + 0,034 + 0,15 = 0,714 кг \cdot м^2.$$

$$J_{c5} = 0,5 + 0,034 + 0,095 = 0,629 кг \cdot м^2.$$

$$J_{c6} = 0,5 + 0,034 + 0,096 = 0,63 кг \cdot м^2.$$

$$J_{c7} = 0,5 + 0,034 + 0,071 = 0,605 кг \cdot м^2.$$

$$J_{c8} = 0,5 + 0,034 + 0,072 = 0,606 кг \cdot м^2.$$

$$J_{c9} = 0,5 + 0,034 + 0,254 = 0,788 кг \cdot м^2.$$

4.2.4 Расчетное ускорение кабины в переходных режимах.

Рассчитаем ускорение генераторного торможения a_{ci} ($м/с^2$) по формуле приведённой ниже [1]:

$$a_{ci} = \frac{D_u \cdot (M_z + M_{ci}^T)}{2 \cdot J_{ci} \cdot U_{pt}}, м/с^2, \quad (1.80)$$

где D_u - диаметр канатоведущего шкива, м;

M_z - генераторный момент двигателя на обмотке малой скорости, $Н \cdot м$;

M_{ci}^T - момент внешней нагрузки при торможении, ($Н \cdot м$);

J_{ci} - момент инерции, ($кг \cdot м^2$);

U_{pt} - передаточное число редуктора.

Приведенный момент внешней нагрузки при торможении $M_{ci}^T (H \cdot м)$ рассчитываем по формуле приведённой ниже [1]:

$$M_{ci}^T = P_{oi} \cdot \frac{D_{ui} \cdot \eta_{II}^B \cdot 10^3}{2 \cdot U_{pm}}, H \cdot м, \quad (1.81)$$

где P_{oi} - окружная нагрузка КВШ, (кН);

D_{ui} - диаметр канатоведущего шкива, м;

η_{II}^B - КПД редуктора на большой скорости при номинальных оборотах;

U_{pm} - передаточное число редуктора.

$$M_{c1}^T = 6,09 \cdot \frac{0,62 \cdot 0,69 \cdot 10^3}{2 \cdot 48} = 27,13 H \cdot м.$$

$$M_{c2}^T = 5,03 \cdot \frac{0,62 \cdot 0,69 \cdot 10^3}{2 \cdot 48} = 22,41 H \cdot м.$$

$$M_{c3}^T = 4,8 \cdot \frac{0,62 \cdot 0,69 \cdot 10^3}{2 \cdot 48} = 22,39 H \cdot м.$$

$$M_{c4}^T = 6,16 \cdot \frac{0,62 \cdot 0,69 \cdot 10^3}{2 \cdot 48} = 27,4 H \cdot м.$$

$$M_{c9}^T = 7,27 \cdot \frac{0,62 \cdot 0,69 \cdot 10^3}{2 \cdot 48} = 32,39 H \cdot м.$$

$$a_{z1} = \frac{0,62 \cdot (140 + 27,13)}{2 \cdot 0,773 \cdot 48} = 1,34 м / с^2.$$

$$a_{z2} = \frac{0,62 \cdot (140 + 22,41)}{2 \cdot 0,774 \cdot 48} = 1,35 м / с^2.$$

$$a_{z3} = \frac{0,62 \cdot (140 + 22,39)}{2 \cdot 0,773 \cdot 48} = 1,49 м / с^2.$$

$$a_{z4} = \frac{0,62 \cdot (140 + 27,4)}{2 \cdot 0,714 \cdot 48} = 1,51 м / с^2.$$

$$a_{z9} = \frac{0,62 \cdot (140 + 32,39)}{2 \cdot 0,88 \cdot 48} = 1,41 м / с^2.$$

Рассчитаем ускорение пуска $a_{ni} (м/с^2)$ по формуле приведённой ниже [1]:

$$a_{ni} = \frac{D_{ui} \cdot (M_{max} + M_{ci}^n)}{2 \cdot J_{ci} \cdot U_{pm}}, м / с^2, \quad (1.82)$$

где $D_{ш}$ - диаметр канатоведущего шкива, м;

M_{ci}^n - момент внешней нагрузки при пуске, (Н·м);

J_{ci} - момент инерции, (кг·м²);

U_{pm} - передаточное число редуктора.

Приведенный момент внешней нагрузки при пуске рассчитывается по формуле приведённой ниже [1]:

$$M_{ci}^n = P_{oi} \cdot \frac{D_{ш} \cdot \eta_{on}^B \cdot 10^3}{2 \cdot U_{pm}}, \text{ Н} \cdot \text{ м}, \quad (1.83)$$

где P_{oi} - окружная нагрузка КВШ, (кН);

η_{on}^B - обратный КПД редуктора при пуске;

$D_{ш}$ - диаметр канатоведущего шкива, м;

U_{pm} - передаточное число редуктора.

$$M_{c5}^n = 4,3 \cdot \frac{0,62 \cdot 0,36 \cdot 10^2}{2 \cdot 48} = 9,99 \text{ Н} \cdot \text{ м}.$$

$$M_{c6}^n = 3,24 \cdot \frac{0,62 \cdot 0,36 \cdot 10^3}{2 \cdot 48} = 7,53 \text{ Н} \cdot \text{ м}.$$

$$M_{c7}^n = 3,75 \cdot \frac{0,62 \cdot 0,36 \cdot 10^3}{2 \cdot 48} = 8,71 \text{ Н} \cdot \text{ м}.$$

$$M_{c8}^n = 4,8 \cdot \frac{0,62 \cdot 0,36 \cdot 10^3}{2 \cdot 48} = 11,16 \text{ Н} \cdot \text{ м}.$$

$$a_{n5} = \frac{0,62 \cdot (150 + 9,99)}{2 \cdot 0,629 \cdot 48} = 1,64 \text{ м} / \text{ с}^2.$$

$$a_{n6} = \frac{0,62 \cdot (150 + 7,53)}{2 \cdot 0,63 \cdot 48} = 1,61 \text{ м} / \text{ с}^2.$$

$$a_{n7} = \frac{0,62 \cdot (150 + 8,71)}{2 \cdot 0,605 \cdot 48} = 1,69 \text{ м} / \text{ с}^2.$$

$$a_{n8} = \frac{0,62 \cdot (150 + 11,16)}{2 \cdot 0,606 \cdot 48} = 1,71 \text{ м} / \text{ с}^2.$$

Рассчитаем ускорение выбега a_{ei} (м/с²) по формуле ниже [1]:

$$a_{ei} = \frac{D_{ш} \cdot M_{ci}^n}{2 \cdot J_{ci} \cdot U_{pm}}, \text{ м} / \text{ с}^2, \quad (1.84)$$

					44.03.04. 507. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

где $D_{ш}$ - диаметр канатоведущего шкива, м;

M_{ci} - момент внешней нагрузки при выбеге, (Н·м);

J_{ci} - момент инерции, (кг·м²);

U_{pm} - передаточное число редуктора.

Приведенный момент внешней нагрузки при выбеге M_{ci} (Н·м) рассчитывается по формуле приведённой ниже [1]:

$$M_{ci} = P_{oi} \cdot \frac{D_{ш} \cdot \eta_n^M \cdot 10^3}{2 \cdot U_{pm}}, \text{ Н} \cdot \text{ м}, \quad (1.85)$$

$$M_{ci} = P_{oi} \cdot \frac{D_{ш} \cdot \eta_o^M \cdot 10^3}{2 \cdot U_{pm}}, \text{ Н} \cdot \text{ м}, \quad (1.86)$$

где P_{oi} - окружная нагрузка КВШ, (кН);

$D_{ш}$ - диаметр канатоведущего шкива, м;

η_n^M, η_o^M - прямой и обратный КПД редуктора на малой скорости;

U_{pm} - передаточное число редуктора.

$$M_{c1} = 6,09 \cdot \frac{0,62 \cdot 0,58 \cdot 10^3}{2 \cdot 48} = 22,81 \text{ Н} \cdot \text{ м}.$$

$$M_{c2} = 5,03 \cdot \frac{0,62 \cdot 0,58 \cdot 10^3}{2 \cdot 48} = 18,84 \text{ Н} \cdot \text{ м}.$$

$$M_{c3} = 4,8 \cdot \frac{0,62 \cdot 0,58 \cdot 10^3}{2 \cdot 48} = 17,98 \text{ Н} \cdot \text{ м}.$$

$$M_{c4} = 6,16 \cdot \frac{0,62 \cdot 0,58 \cdot 10^3}{2 \cdot 48} = 23,07 \text{ Н} \cdot \text{ м}.$$

$$M_{c9} = 7,27 \cdot \frac{0,62 \cdot 0,58 \cdot 10^3}{2 \cdot 48} = 27,23 \text{ Н} \cdot \text{ м}.$$

$$M_{c5} = 4,3 \cdot \frac{0,62 \cdot 0,36 \cdot 10^3}{2 \cdot 48} = 9,99 \text{ Н} \cdot \text{ м}.$$

$$M_{c6} = 3,24 \cdot \frac{0,62 \cdot 0,36 \cdot 10^3}{2 \cdot 48} = 7,53 \text{ Н} \cdot \text{ м}.$$

$$M_{c7} = 3,75 \cdot \frac{0,62 \cdot 0,36 \cdot 10^3}{2 \cdot 48} = 8,71 \text{ Н} \cdot \text{ м}.$$

$$M_{c8} = 4,8 \cdot \frac{0,62 \cdot 0,36 \cdot 10^3}{2 \cdot 48} = 11,16 \text{ Н} \cdot \text{ м}.$$

					44.03.04. 507. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

$$a_{e1} = \frac{0,62 \cdot 22,81}{2 \cdot 0,773 \cdot 48} = 0,19 \text{ м/с}^2.$$

$$a_{e2} = \frac{0,62 \cdot 18,84}{2 \cdot 0,774 \cdot 48} = 0,15 \text{ м/с}^2.$$

$$a_{e3} = \frac{0,62 \cdot 17,98}{2 \cdot 0,704 \cdot 48} = 0,16 \text{ м/с}^2.$$

$$a_{e4} = \frac{0,62 \cdot 23,07}{2 \cdot 0,714 \cdot 48} = 0,208 \text{ м/с}^2.$$

$$a_{e9} = \frac{0,62 \cdot 27,23}{2 \cdot 0,788 \cdot 48} = 0,22 \text{ м/с}^2.$$

$$a_{e5} = \frac{0,62 \cdot 9,99}{2 \cdot 0,629 \cdot 48} = 0,102 \text{ м/с}^2.$$

$$a_{e6} = \frac{0,62 \cdot 7,53}{2 \cdot 0,63 \cdot 48} = 0,077 \text{ м/с}^2.$$

$$a_{e7} = \frac{0,62 \cdot 8,71}{2 \cdot 0,605 \cdot 48} = 0,09 \text{ м/с}^2.$$

$$a_{e8} = \frac{0,62 \cdot 11,16}{2 \cdot 0,606 \cdot 48} = 0,11 \text{ м/с}^2.$$

Рассчитаем ускорение механического торможения a_{Ti} (м/с²) по формуле приведённой ниже [1]:

$$a_{Ti} = \frac{D_{ш} \cdot (M_T + M_{ci}^T)}{2 \cdot J_{ci} \cdot U_{pm}}, \text{ м/с}^2, \quad (1.87)$$

где $D_{ш}$ - диаметр канатоведущего шкива, м;

M_{ci}^T - момент внешней нагрузки при торможении, (Н·м);

J_{ci} - момент инерции, (кг·м²);

U_{pm} - передаточное число редуктора.

Приведенный момент сопротивления внешней загрузки M_{ci}^T (Н·м) при торможении рассчитывается по формуле приведённой ниже [1]:

$$M_{ci}^T = P_{oi} \cdot \frac{D_{ш} \cdot \eta_n^M \cdot 10^3}{2 \cdot U_{pm}}, \text{ Н} \cdot \text{ м}, \quad (1.88)$$

$$M_{ci}^T = P_{oi} \cdot \frac{D_{ш} \cdot \eta_o^M \cdot 10^3}{2 \cdot U_{pm}}, \text{ Н} \cdot \text{ м}, \quad (1.89)$$

					44.03.04. 507. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

где P_{oi} - окружная нагрузка КВШ, (кН);

$D_{ш}$ - диаметр канатоведущего шкива, м;

η_n^M, η_o^M - прямой и обратный КПД редуктора на малой скорости;

U_{pm} - передаточное число редуктора.

$$M_{c1}^T = 6,09 \cdot \frac{0,62 \cdot 0,58 \cdot 10^3}{2 \cdot 48} = 22,81 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$M_{c2}^T = 5,03 \cdot \frac{0,62 \cdot 0,58 \cdot 10^3}{2 \cdot 48} = 18,84 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$M_{c3}^T = 4,8 \cdot \frac{0,62 \cdot 0,58 \cdot 10^3}{2 \cdot 48} = 17,98 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$M_{c4}^T = 6,16 \cdot \frac{0,62 \cdot 0,58 \cdot 10^3}{2 \cdot 48} = 23,07 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$M_{c9}^T = 7,27 \cdot \frac{0,62 \cdot 0,58 \cdot 10^3}{2 \cdot 48} = 27,23 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$M_{c5}^T = 4,3 \cdot \frac{0,62 \cdot 0,36 \cdot 10^3}{2 \cdot 48} = 9,99 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$M_{c6}^T = 3,24 \cdot \frac{0,62 \cdot 0,36 \cdot 10^3}{2 \cdot 48} = 7,53 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$M_{c7}^T = 3,75 \cdot \frac{0,62 \cdot 0,36 \cdot 10^3}{2 \cdot 48} = 8,71 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$M_{c8}^T = 4,8 \cdot \frac{0,62 \cdot 0,36 \cdot 10^3}{2 \cdot 48} = 11,16 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$a_{T1} = \frac{0,62 \cdot (180 + 22,81)}{2 \cdot 0,773 \cdot 48} = 1,69 \text{ м} / \text{с}^2.$$

$$a_{T2} = \frac{0,62 \cdot (180 + 18,84)}{2 \cdot 0,774 \cdot 48} = 1,66 \text{ м} / \text{с}^2.$$

$$a_{T3} = \frac{0,62 \cdot (180 + 17,98)}{2 \cdot 0,704 \cdot 48} = 1,81 \text{ м} / \text{с}^2.$$

$$a_{T4} = \frac{0,62 \cdot (180 + 23,07)}{2 \cdot 0,717 \cdot 48} = 1,83 \text{ м} / \text{с}^2.$$

$$a_{T9} = \frac{0,62 \cdot (180 + 27,23)}{2 \cdot 0,788 \cdot 48} = 1,69 \text{ м} / \text{с}^2.$$

$$a_{T5} = \frac{0,62 \cdot (180 - 9,99)}{2 \cdot 0,629 \cdot 48} = 1,74 \text{ м/с}^2.$$

$$a_{T6} = \frac{0,62 \cdot (180 - 7,53)}{2 \cdot 0,63 \cdot 48} = 1,76 \text{ м/с}^2.$$

$$a_{T7} = \frac{0,62(180 - 8,71)}{2 \cdot 0,605 \cdot 48} = 1,82 \text{ м/с}^2.$$

$$a_{T8} = \frac{0,62 \cdot (180 - 11,16)}{2 \cdot 0,606 \cdot 48} = 1,79 \text{ м/с}^2.$$

4.2.5 Коэффициент динамичности соотношения натяжения канатов

Рассчитаем соотношение натяжения λ_i по данной формуле [1]:

$$\lambda_i = \frac{g + a_{i \max}}{g - a_{i \max}}, \quad (1.90)$$

где $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ - ускорение свободного падения;

$a_{i \max}$ - наибольшее ускорение в i - ом режиме.

$$\lambda_1 = \frac{9,81 + 1,69}{9,81 - 1,69} = 1,416.$$

$$\lambda_2 = \frac{9,81 + 1,66}{9,81 - 1,66} = 1,407.$$

$$\lambda_3 = \frac{9,81 + 1,81}{9,81 - 1,81} = 1,452.$$

$$\lambda_5 = \frac{9,81 + 1,74}{9,81 - 1,74} = 1,431.$$

$$\lambda_6 = \frac{9,81 + 1,76}{9,81 - 1,76} = 1,437.$$

$$\lambda_7 = \frac{9,81 + 1,82}{9,81 - 1,82} = 1,455.$$

$$\lambda_8 = \frac{9,81 + 1,79}{9,81 - 1,79} = 1,446.$$

$$\lambda_9 = \frac{9,81 + 1,69}{9,81 - 1,69} = 1,416.$$

					44.03.04. 507. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

4.2.6 Расчет точности остановки кабины

Точность остановки определяется полуразностью тормозных путей при движении в одном направлении грузовой и порожней кабины. Тормозной путь определяется с момента срабатывания датчика точной остановки и включает путь выбега и путь механического торможения. Расчет ведется при малой остановочной скорости кабины.

Расчитаем величину малой остановочной скорости кабины V_i^M (м/с) по формуле приведенной ниже [1]:

$$V_i^M = \frac{\pi \cdot D_u}{60 \cdot V \cdot U_{pm}} \cdot \left[n_c^M - (n_c^M - n_n^M) \cdot \frac{M_{ci}}{M_H^M} \right], \text{ м/с}, \quad (1.91)$$

где V – номинальная скорость лифта, м;

U_{pm} – передаточное число редуктора;

$n_c^M = 453 \text{ мин}^{-1}$, $n_n^M = 375 \text{ мин}^{-1}$, $M_H^M = 48 \text{ Н} \cdot \text{м}$ – синхронная, номинальная

частота и момент ротора на малой скорости.

$$V_1^M = \frac{3,14 \cdot 0,62}{60 \cdot 1 \cdot 48} \cdot \left[453 - (453 - 375) \cdot \frac{22,81}{48} \right] = 0,281 \text{ м/с}.$$

$$V_2^M = \frac{3,14 \cdot 0,62}{60 \cdot 1 \cdot 48} \cdot \left[453 - (453 - 375) \cdot \frac{18,84}{48} \right] = 0,283 \text{ м/с}.$$

$$V_3^M = \frac{3,14 \cdot 0,62}{60 \cdot 1 \cdot 48} \cdot \left[453 - (453 - 375) \cdot \frac{17,98}{48} \right] = 0,284 \text{ м/с}.$$

$$V_4^M = \frac{3,14 \cdot 0,62}{60 \cdot 1 \cdot 48} \cdot \left[453 - (453 - 375) \cdot \frac{23,07}{48} \right] = 0,278 \text{ м/с}.$$

$$V_5^M = \frac{3,14 \cdot 0,62}{60 \cdot 1 \cdot 48} \cdot \left[453 - (453 - 375) \cdot \frac{9,99}{48} \right] = 0,292 \text{ м/с}.$$

$$V_6^M = \frac{3,14 \cdot 0,62}{60 \cdot 1 \cdot 48} \cdot \left[453 - (453 - 375) \cdot \frac{7,53}{48} \right] = 0,295 \text{ м/с}.$$

$$V_7^M = \frac{3,14 \cdot 0,62}{60 \cdot 1 \cdot 48} \cdot \left[453 - (453 - 375) \cdot \frac{8,71}{48} \right] = 0,294 \text{ м/с}.$$

$$V_8^M = \frac{3,14 \cdot 0,62}{60 \cdot 1 \cdot 48} \cdot \left[453 - (453 - 375) \cdot \frac{11,16}{48} \right] = 0,291 \text{ м/с}.$$

$$V_9^M = \frac{3,14 \cdot 0,62}{60 \cdot 1 \cdot 48} \cdot \left[453 - (453 - 375) \cdot \frac{27,23}{48} \right] = 0,273 \text{ м/с}.$$

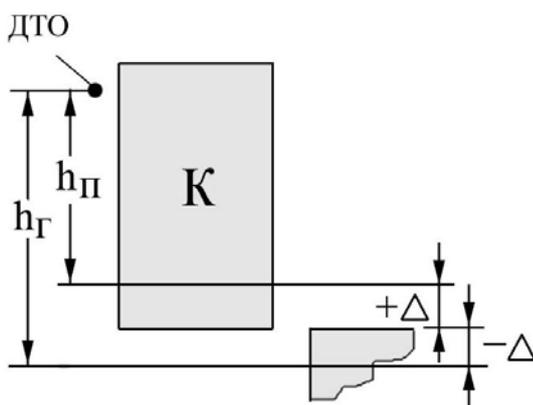


Рисунок 3 - Схема к расчету точности остановки кабины лифта:
 h_{Γ} - тормозной путь гружёной кабины; h_{Π} - тормозной путь пустой кабины

Точность остановки при движении кабины вниз рассчитывается по формуле [1]:

$$\Delta = \pm \frac{h_{\Gamma} - h_{\Pi}}{2}, \text{ м}, \quad (1.92)$$

где h_{Γ} - тормозной путь гружёной кабины;

h_{Π} - тормозной путь пустой кабины;

Точность остановки при движении кабины вверх рассчитывается по формуле [1]:

$$\Delta = \pm \frac{h_{\Pi} - h_{\Gamma}}{2}, \text{ м}, \quad (1.93)$$

где h_{Π} - тормозной путь гружёной кабины, м;

h_{Γ} - тормозной путь пустой кабины, м;

Расчет тормозного пути кабины производится по формуле ниже [1]:

$$h_i = h_{ei} + h_{Ti}, \text{ м}, \quad (1.94)$$

где h_{ei} - тормозной путь при выбеге, м;

h_{Ti} - тормозной путь при механическом торможении, м.

Тормозной путь при выбеге h_{ei} (м) рассчитывается по формуле [1]:

$$h_{ei} = V_i^M \cdot t_e \pm \frac{a_{ei} \cdot t_e^2}{2}, \text{ м.} \quad (1.95)$$

где V_i^M - величина малой остановочной скорости кабины, (м/с);

$t_e = 0,15\text{с}$ - время выбега (отхода якоря магнита); "+" спуск, "-" подъём;

a_{ei} - ускорение выбега, (м/с²).

$$h_{e1} = 0,281 \cdot 0,15 - \frac{0,19 \cdot 0,15^2}{2} = 0,040\text{ м.}$$

$$h_{e2} = 0,283 \cdot 0,15 - \frac{0,15 \cdot 0,15^2}{2} = 0,040\text{ м.}$$

$$h_{e3} = 0,284 \cdot 0,15 - \frac{0,16 \cdot 0,15^2}{2} = 0,044\text{ м.}$$

$$h_{e4} = 0,278 \cdot 0,15 - \frac{0,208 \cdot 0,15^2}{2} = 0,044\text{ м.}$$

$$h_{e5} = 0,292 \cdot 0,15 + \frac{0,102 \cdot 0,15^2}{2} = 0,045\text{ м.}$$

$$h_{e6} = 0,295 \cdot 0,15 + \frac{0,077 \cdot 0,15^2}{2} = 0,045\text{ м.}$$

$$h_{e7} = 0,294 \cdot 0,15 - \frac{0,09 \cdot 0,15^2}{2} = 0,043\text{ м.}$$

$$h_{e8} = 0,291 \cdot 0,15 - \frac{0,11 \cdot 0,15^2}{2} = 0,042\text{ м.}$$

$$h_{e9} = 0,273 \cdot 0,15 - \frac{0,22 \cdot 0,15^2}{2} = 0,043\text{ м.}$$

Рассчитаем тормозной путь при механическом торможении h_{Ti} (м) по формуле приведённой ниже [1]:

$$h_{Ti} = \frac{(V_i^M \pm a_{ei} \cdot t_e)^2}{2 \cdot a_{Ti}}, \text{ м,} \quad (1.96)$$

где "+" спуск; "-" подъём;

V_i^M - величина малой остановочной скорости кабины, (м/с);

a_{ei} - ускорение выбега, (м/с²);

$t_e = 0,15\text{с}$ - время выбега (отхода якоря магнита); "+" спуск, "-" подъём;

$$h_{T1} = \frac{(0,281 - 0,19 \cdot 0,15)^2}{2 \cdot 1,69} = 0,018 \text{ м} .$$

$$h_{T2} = \frac{(0,283 - 0,15 \cdot 0,15)^2}{2 \cdot 1,66} = 0,020 \text{ м} .$$

$$h_{T3} = \frac{(0,284 - 0,16 \cdot 0,15)^2}{2 \cdot 1,81} = 0,018 \text{ м} .$$

$$h_{T4} = \frac{(0,278 - 0,208 \cdot 0,15)^2}{2 \cdot 1,83} = 0,016 \text{ м} .$$

$$h_{T5} = \frac{(0,292 - 0,102 \cdot 0,15)^2}{2 \cdot 1,74} = 0,022 \text{ м} .$$

$$h_{T6} = \frac{(0,295 - 0,102 \cdot 0,15)^2}{2 \cdot 1,76} = 0,022 \text{ м} .$$

$$h_{T7} = \frac{(0,294 - 0,09 \cdot 0,15)^2}{2 \cdot 1,82} = 0,021 \text{ м} .$$

$$h_{T8} = \frac{(0,291 - 0,11 \cdot 0,15)^2}{2 \cdot 1,79} = 0,021 \text{ м} .$$

$$h_{T9} = \frac{(0,273 - 0,22 \cdot 0,15)^2}{2 \cdot 1,69} = 0,017 \text{ м} .$$

Рассчитаем полный тормозной путь кабины $h_{ei} + h_{Ti}$ (м):

$$h_1 = 0,040 + 0,018 = 0,058 \text{ м} .$$

$$h_2 = 0,040 + 0,020 = 0,06 \text{ м} .$$

$$h_3 = 0,044 + 0,018 = 0,062 \text{ м} .$$

$$h_4 = 0,044 + 0,016 = 0,06 \text{ м} .$$

$$h_5 = 0,045 + 0,022 = 0,067 \text{ м} .$$

$$h_6 = 0,045 + 0,022 = 0,067 \text{ м} .$$

$$h_7 = 0,043 + 0,021 = 0,064 \text{ м} .$$

$$h_8 = 0,042 + 0,021 = 0,063 \text{ м} .$$

$$h_9 = 0,043 + 0,017 = 0,06 \text{ м} .$$

Расчет точности остановки кабины.

Точность остановки для всех 9-ти режимов работы лифта определяется с учетом направления движения и загрузки кабины. Где “ Δ ” – верхнее или нижнее отклонение положения пола кабины относительно пола этажной площадки. Согласно ПУБЭЛ “ Δ ” не должно превышать для пассажирских лифтов 0,035 метра.

Расчитаем точность остановки кабины по формулам (100 и 101):

$$\Delta_1 = \frac{|0,058 - 0,064|}{2} = 0,003 м .$$

$$\Delta_2 = \frac{|0,06 - 0,063|}{2} = 0,0015 м .$$

$$\Delta_3 = \frac{|0,067 - 0,062|}{2} = 0,01 м .$$

$$\Delta_4 = \frac{|0,067 - 0,06|}{2} = 0,0035 м .$$

$$\Delta_5 = \frac{|0,067 - 0,062|}{2} = 0,0025 м .$$

$$\Delta_6 = \frac{|0,067 - 0,06|}{2} = 0,0035 м .$$

$$\Delta_7 = \frac{|0,064 - 0,058|}{2} = 0,003 м .$$

$$\Delta_8 = \frac{|0,063 - 0,06|}{2} = 0,0015 м .$$

$$\Delta_9 = \frac{|0,06 - 0,062|}{2} = 0,001 м .$$

4.2.7 Расчетное обоснование параметров канавки обода КВШ

Минимальная величина тяговой способности КВШ γ_i рассчитывается по формуле [1]:

$$\gamma_i = \psi_i \cdot \lambda_i, \tag{1.97}$$

где $\psi_i \cdot \lambda_i$ - соотношение статического натяжения канатов, (κH).

$$\gamma_1 = 1,33 \cdot 1,416 = 1,883 .$$

$$\gamma_2 = 1,26 \cdot 1,407 = 1,772 .$$

$$\gamma_3 = 1,35 \cdot 1,452 = 1,960 .$$

$$\gamma_4 = 1,48 \cdot 1,458 = 2,157 .$$

$$\gamma_5 = 1,27 \cdot 1,431 = 1,817 .$$

$$\gamma_6 = 1,20 \cdot 1,434 = 1,724 .$$

$$\gamma_7 = 1,31 \cdot 1,455 = 1,906 .$$

$$\gamma_8 = 1,42 \cdot 1,446 = 2,053 .$$

$$\gamma_9 = 1,40 \cdot 1,416 = 1,982 .$$

Рассчитаем величину коэффициента тяговой способности КВШ γ_p по формуле приведённой ниже [1]:

$$\gamma_p = \gamma_{\max} \cdot n_r , \quad (1.98)$$

где n_r - коэффициент запаса тяговой способности КВШ;

$$n_r = 1,05 \div 1,15 \text{ - канавка полукруглая с подрезом;}$$

$$n_r = 1,08 \div 1,20 \text{ - канавка клиновая.}$$

Принимаем полукруглую канавку с подрезом с коэффициентом тяговой способности КВШ $n_r = 1,1$.

$$\gamma_p = 2,157 \cdot 1,1 = 2,372 .$$

Приведенное значение коэффициента трения между канатом и ободом КВШ μ_p по формуле [1]:

$$\mu_p = \frac{1}{\alpha} \ln \cdot \gamma_p , \quad (1.99)$$

где $\alpha = 180^\circ$ - угол обхвата обода КВШ канатом, радиан;

γ_p - коэффициент тяговой способности КВШ.

$$\mu_p = \frac{1}{3,14} \ln \cdot 2,214 = 0,253 .$$

					44.03.04. 507. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

Рассчитаем коэффициент влияния формы канавки K_{μ}^p на коэффициент трения [1]:

$$K_{\mu}^p = \frac{\mu_p}{\mu_0}, \quad (1.100)$$

где μ_p - коэффициента трения между канатом и ободом КВШ;

μ_0 - коэффициент трения Кулона;

$\mu_0 = 0,09$ - чугун;

$\mu_0 = 0,10$ - сталь;

Принимаем материал КВШ - чугун с коэффициентом трения скольжения:

$$\mu_0 = 0,09$$

$$K_{\mu}^p = \frac{0,253}{0,09} = 2,811.$$

Геометрия профиля канавки КВШ.

Для определения угла подреза канавки используем формулу приведённую ниже [1]:

$$K_{\mu} = \frac{4 \cdot \left(1 - \sin \frac{\delta}{2}\right)}{\pi - \delta - \sin \delta}, \quad (1.101)$$

где $\delta = 60^{\circ} \div 105^{\circ}$ - угол подреза полукруглой канавки обода КВШ.

$$\delta = 60^{\circ} \rightarrow K_{\mu} = \frac{4 \cdot \left(1 - \sin \frac{60}{2}\right)}{3,14 - 1,046 - \sin 60} = 1,63.$$

$$\delta = 70^{\circ} \rightarrow K_{\mu} = \frac{4 \cdot \left(1 - \sin \frac{70}{2}\right)}{3,14 - 1,221 - \sin 70} = 1,74.$$

$$\delta = 80^{\circ} \rightarrow K_{\mu} = \frac{4 \cdot \left(1 - \sin \frac{80}{2}\right)}{3,14 - 1,395 - \sin 80} = 1,88.$$

$$\delta = 90^{\circ} \rightarrow K_{\mu} = \frac{4 \cdot \left(1 - \sin \frac{90}{2}\right)}{3,14 - 1,57 - \sin 90} = 2,01.$$

$$\delta = 105^{\circ} \rightarrow K_{\mu} = \frac{4 \cdot \left(1 - \sin \frac{105}{2}\right)}{3,14 - 1,832 - \sin 105} = 2,41.$$

Величина угла подреза канавки определяется путем построения графика функции зависимости K_{μ} от δ (рисунок 4).

Полукруглая канавка с подрезом не обеспечивает расчетную тяговую способность, принимаем клиновую канавку.

Величина клина канавки определяется аналитическим методом по формуле приведённой ниже [1]:

$$\beta = 2 \cdot \arcsin K_{\mu}, \quad (1.102)$$

Обычно применяют клиновые канавки с углом от 35° до 55° .

Принимаем клиновую канавку с углом 40° .

$$K_{\mu} = \frac{1}{\sin \frac{\beta}{2}}, \quad (1.103)$$

$$K_{\mu} = \frac{1}{\sin \frac{40^{\circ}}{2}} = 2,924.$$

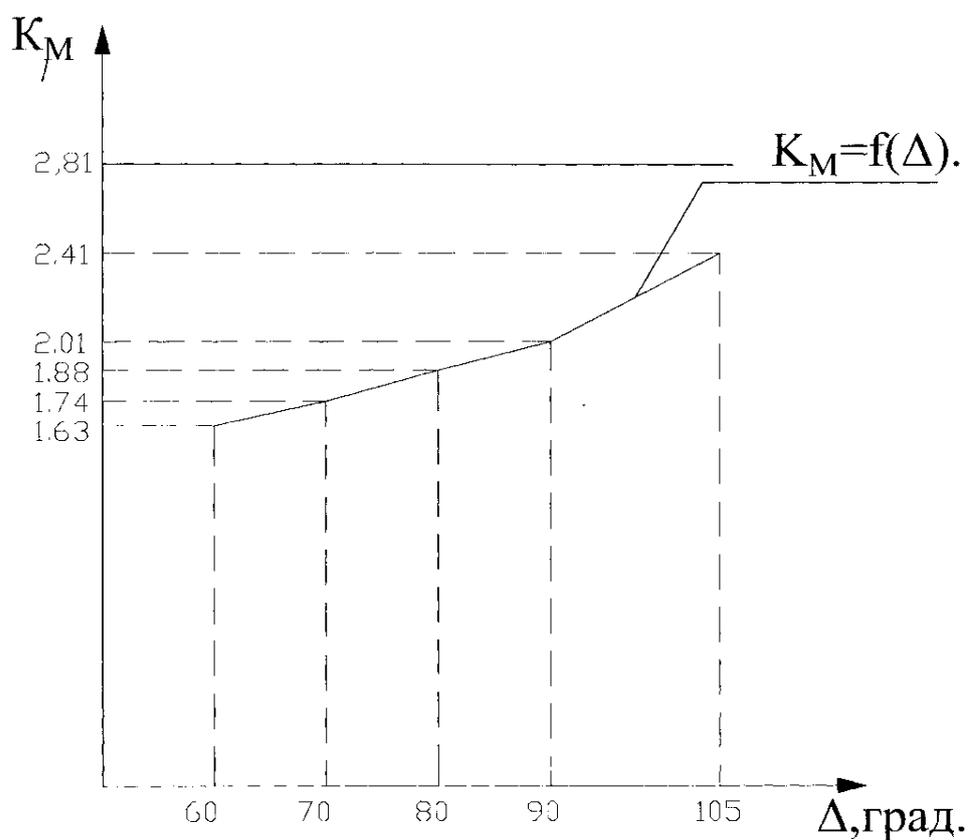


Рисунок 4 - График определения угла подреза полукруглой канавки.

Величина контактного давления p (МПа) между канатом и опорной поверхностью канавки КВШ рассчитывается по формуле [1]:

$$p = \frac{8 \cdot \sin \frac{\beta}{2}}{\beta \cdot \sin \frac{\beta}{2}} \cdot \frac{S_{\max} \cdot 10^3}{d \cdot D_{ш} \cdot m} \leq [p], \text{ МПа}, \quad (1.104)$$

где S_{\max} - наибольшая величина силы натяжения каната подвески кабины и противовеса, кН;

$d, D_{ш}$ - диаметр каната и КВШ, м;

m - число ветвей канатной подвески;

$[p]$ - допускаемая величина контактного давления, МПа.

Величина допускаемого контактного давления $[p]$ (МПа) определяется по формуле приведённой ниже [1]:

$$[p] = \left(\frac{12,5 + 4 \cdot v}{1 + v} \right) \cdot \frac{52 - \left(\frac{z}{60} \right)^2 - \frac{z}{60}}{50}, \text{ МПа}, \quad (1.105)$$

где $z = 60 \div 240$ - число рейсов лифта в час;

v - Номинальная скорость лифта, м;

$z = 180$ - редко используемый грузопассажирский лифт.

$$[p] = \left(\frac{12,5 + 4 \cdot 1}{1 + 1} \right) \cdot \frac{52 - \left(\frac{180}{60} \right)^2 - \frac{180}{60}}{50} = 6,6 \text{ МПа}.$$

$$p = \frac{8 \cdot \sin \frac{40}{2}}{\beta \cdot \sin \frac{40}{2}} \cdot \frac{24,87 \cdot 10^{-3}}{0,01 \cdot 0,62 \cdot 5} = 6,16 \text{ МПа} \leq [p], \text{ МПа}.$$

Условие выполняется, расчетная величина контактного давления меньше допустимого значения.

4.3 Расчет ловителей плавного торможения

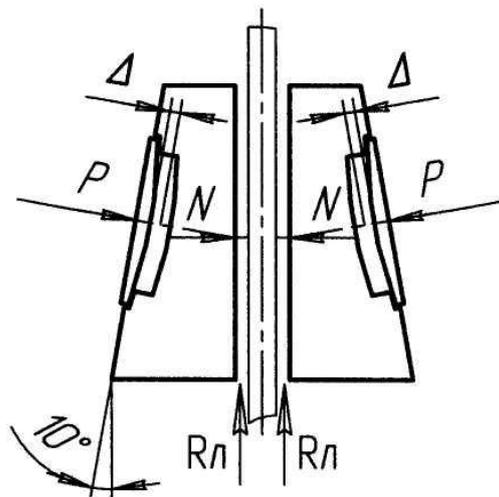


Рисунок 5 - Расчетная схема ловителей:

$R_{л}$ - тормозная сила ловителей; N - нормальная сила прижатия колодки ловителя к направляющей; P - нормальная сила давления на подпружинивающую балку;
 α - угол заострения клина

Упругий ход подпружинивающей балки: 2 мм;

Коэффициент трения между колодкой ловителя и направляющей: 0,12.

Определение расчетной величины ускорения замедления с учетом назначения лифта и требованиями ПУБЭЛ определяется выражением:

$$a \leq [a].$$

где $m/c[a] = 9,81 м/с^2$ - допускаемая расчетная величина ускорения замедления по ПУБЭЛ;

Принимаем $a = 9,81 м/с^2$.

Определение общей величины тормозной силы ловителей $R_{лmin}$ (Н) при минимальной улавливаемой массе определяется по формуле [1]:

$$R_{лmin} = m_{min} \cdot (g + a), Н, \quad (1.106)$$

где m_{min} - минимальное значение улавливаемой массы, кг;

$g = 9,81 м/с^2$ - ускорение свободного падения;

$a = 9,81 м/с^2$ - расчетная величина ускорения замедления по ПУБЭЛ;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Минимальное значение улавливаемой массы m_{min} (кг) рассчитаем по формуле приведённой ниже [1]:

$$m_{min} = Q_k + Q_{nc}, \text{ кг}, \quad (1.107)$$

где Q_k - масса кабины, кг;

$Q_{nc} = 75$ кг - масса пассажира.

$$m_{min} = 1200 + 75 = 1275 \text{ кг}.$$

$$R_{Л min} = 1275 \cdot (9,81 + 9,81) = 25015,5 \text{ Н}.$$

Определение общей величины тормозной силы ловителей при максимальной улавливаемой массе $R_{Л max}$ (Н) рассчитывается по формуле [1]:

$$R_{Л max} = m_{max} \cdot (g + a), \text{ Н}, \quad (1.108)$$

где m_{max} - максимальное значение улавливаемой массы, кг;

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

$a = 9,81 \text{ м/с}^2$ - расчетная величина ускорения замедления по ПУБЭЛ.

Максимальное значение улавливаемой массы m_{max} (кг) рассчитаем по формуле приведённой ниже [1]:

$$m_{max} = Q_k + Q, \text{ кг}, \quad (1.109)$$

где Q_k - масса кабины, кг;

Q - грузоподъёмность лифта, кг.

$$m_{max} = 1200 + 1000 = 2200 \text{ кг}.$$

$$R_{Л max} = 2200 \cdot (9,81 + 9,81) = 43164 \text{ Н}.$$

Рассчитаем ускорение торможения при минимальной улавливаемой массе a_{min} (м/с²) по формуле приведённой ниже [1]:

$$a_{min} = g \cdot \left(\frac{R_{Л min}}{m_{max} \cdot g} - 1 \right), \text{ м/с}^2, \quad (1.110)$$

где $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ - ускорение свободного падения;

$R_{Л min}$ - величины тормозной силы ловителей, Н;

m_{max} - максимальное значение улавливаемой массы, кг.

$$a_{\min} = 9,81 \cdot \left(\frac{25015,5}{2200 \cdot 9,81} - 1 \right) = 1,560 \text{ м/с}^2 .$$

Рассчитаем ускорение торможения при максимальной улавливаемой массе a_{\max} (м/с²) по формуле приведённой ниже [1]:

$$a_{\max} = g \cdot \left(\frac{R_{\text{Л max}}}{m_{\min} \cdot g} - 1 \right), \text{ м/с}^2, \quad (1.111)$$

где $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ - ускорение свободного падения;

$R_{\text{Л max}}$ - величины тормозной силы ловителей, H ;

m_{\min} - максимальное значение улавливаемой массы, кг.

$$a_{\max} = 9,81 \cdot \left(\frac{43164}{1275 \cdot 9,81} - 1 \right) = 24,044 \text{ м/с}^2 .$$

Так как $a_{\max} \gg a$, то изменяем ранее принятое ускорение замедления.

Принимаем ускорение замедления $a = 1,5 \text{ м/с}^2$ тогда при пересчете получим:

$$R_{\text{Л min}} = 1275 \cdot (9,81 + 1,5) = 14420,25 \text{ Н} .$$

$$R_{\text{Л max}} = 2200 \cdot (9,81 + 1,5) = 24882 \text{ Н} .$$

$$a_{\min} = 9,81 \cdot \left(\frac{14420,25}{2200 \cdot 9,81} - 1 \right) = 3,255 \text{ м/с}^2 .$$

$$a_{\max} = 9,81 \cdot \left(\frac{24882}{1275 \cdot 9,81} - 1 \right) = 9,705 \text{ м/с}^2 .$$

4.3.1 Определение геометрических параметров сечения подпружинивающей балки

Тормозная сила, приходящаяся на балку каждого ловителя $R_{\text{Л}}^1$ (Н) рассчитывается по формуле приведённой ниже [1]:

$$R_{\text{Л}}^1 = \frac{R_{\text{Л}}}{4}, \text{ Н}, \quad (1.112)$$

где $R_{\text{Л}}$ - максимальная общая тормозная сила ловителей, H .

$$R_{\text{Л}}^1 = N \cdot \mu \Rightarrow N = \frac{R_{\text{Л}}^1}{\mu}, \text{ Н}. \quad (1.113)$$

где $\mu = 0,12$ - коэффициент трения колодки ловителя и направляющей;

N - нормальная сила прижатия колодки ловителя к направляющей, H .

С учетом угла наклона нормальной силы:

$$N = P \cdot \cos \alpha \Rightarrow P = \frac{N}{\cos \alpha}, H, \quad (1.114)$$

где P - нормальная сила давления на подпружинивающую балку, H ;

α - угол заострения клина. Принимаем $\alpha = 10^\circ$.

$$R_{\text{л}}^1 = \frac{24882}{4} = 6220,5H.$$

$$N = \frac{6220,5}{0,12} = 51837,5H.$$

$$P = \frac{51837,5}{\cos 10^\circ} = 52636,35H.$$

Определение прогиба балки f (см) рассчитывается по формуле ниже [1]:

$$f = \frac{P \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot J}, \text{ см}, \quad (1.115)$$

где P - нормальная сила давления на подпружинивающую балку, H ;

l - длина подпружинивающей балки, см;

E - модуль упругости. Для стали $E = 2,1 \cdot 10^7, H / \text{см}^2$;

J - момент инерции сечения, см^4 .

Момент инерции сечения J (см^4) рассчитаем по формуле [1]:

$$J = \frac{P \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot f}, \text{ см}^4, \quad (1.116)$$

где l - длина подпружинивающей балки, см;

Принимаем конструктивно $l = 13,75$ см;

P - нормальная сила давления на подпружинивающую балку, H ;

E - модуль упругости. Для стали $E = 2,1 \cdot 10^7, H / \text{см}^2$;

$f = 0,2$ см - упругий ход подпружинивающей балки.

$$J = \frac{52636,35 \cdot 13,75^3}{48 \cdot 2,1 \cdot 10^7 \cdot 0,2} = 0,679, \text{ см}^4.$$

Высота подпружинивающей балки h (см) рассчитывается по формуле приведённой ниже [1]:

$$h = \sqrt[3]{\frac{J \cdot 12}{b}}, \text{ см}, \quad (1.117)$$

где J - момент инерции сечения, см^4 ;

b - ширина балки. Принимаем $b = 2,5 \text{ см}$.

$$h = \sqrt[3]{\frac{0,679 \cdot 12}{2,5}} = 1,48 \text{ см}.$$

Определим тормозной путь S_{\max} , S_{\min} (м) при минимальной и максимальной величине улавливаемой массы по формуле приведённой ниже [1]:

$$S_{\max} = \frac{(1,15 \cdot V)^2}{2 \cdot a_{\min}}, \text{ м}. \quad (1.118)$$

где V - номинальная скорость лифта;

a_{\min} a_{\max} - торможение при максимальной и минимальной массе, ($\text{м}/\text{с}^2$).

$$S_{\max} = \frac{(1,15 \cdot 1)^2}{2 \cdot 3,255} = 0,203 \text{ м}.$$

$$S_{\min} = \frac{(1,15 \cdot V)^2}{2 \cdot a_{\max}}, \text{ м}, \quad (1.119)$$

где V - номинальная скорость лифта;

a_{\max} - торможение при максимальной и минимальной массе, ($\text{м}/\text{с}^2$).

$$S_{\min} = \frac{(1,15 \cdot 1)^2}{2 \cdot 9,705} = 0,068 \text{ м}.$$

4.4 Проверка условия надёжности срабатывания ловителей при срабатывании ограничителя скорости

Рациональный выбор параметров приводного механизма включения является необходимым, но не достаточным условием надёжного включения ловителей. Величина силы натяжения холостой ветви каната ограничителя скорости берётся из основных технических данных и характеристик паспорта лифта: $S = 870 \text{ Н}$. Величина коэффициента тяговой способности шкива ограничителя скорости при полукруглой канавке с подрезом (угол подреза - 105°): $\mu_0 = 1,93$.

					44.03.04. 507. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

4.4.1 Определение усилия между канатом ограничителя скорости и шкивом создаваемое силой тяжестью

Усилие между канатом ограничителя скорости и шкивом $P_T(H)$, создаваемое силой тяжестью рассчитывается по формуле приведённой ниже [1]:

$$P_T = S \cdot (\mu_0 - 1) \cdot H, \quad (1.120)$$

где S - сила натяжения холостой ветви каната ограничителя скорости, H ;

μ_0 - коэффициент тяговой способности шкива ограничителя скорости.

$$P_T = 870 \cdot (1,93 - 1) = 809,1H.$$

Усилие, необходимое для включения ловителей, берется из основных технических данных и характеристик паспорта лифта: $P_L = 353H$.

Допустимое значение величины коэффициента запаса условия включения ловителей: $n_D = 1,5$.

4.4.2 Определение расчетного значения величины коэффициента запаса

Величины коэффициента запаса n_p рассчитывается по формуле [1]:

$$n_p = \frac{P_T}{P_L}, \quad (1.121)$$

где P_T - усилие между канатом ограничителя скорости и шкивом, H ;

P_L - усилие, необходимое для включения ловителей, H .

$$n_p = \frac{809,1}{353} = 2,292.$$

4.4.3 Проверка выполнения условия надёжного включения ловителей при срабатывании ограничителя скорости

$$n_p > n_D$$

2,292 > 1,5- условие срабатывания выполнено.

5. МОНТАЖНЫЙ РАЗДЕЛ

5.1 Общие положения

Требования настоящего диплома распространяются на монтаж пассажирских лифтов с верхним машинным помещением, а также пассажирских, больничных, грузовых и грузопассажирских лифтов грузоподъемностью 400-6300 кг, со скоростью движения кабины 0,18-4 м/с согласно ГОСТ 5746-83, ГОСТ 8823-85 и ГОСТ 8824-84.

При монтаже лифтового оборудования наряду с соблюдением требований инструкции [5] надлежит также руководствоваться:

1. «Технический регламент таможенного союза ТР ТС 011/2011 Безопасность лифтов» [7];
2. Действующими инструкциями и процедурами по ОТ и ООС;
3. Документацией, поставляемой заводом-изготовителем;
4. "Правилами устройства электроустановок" (ПУЭ);
5. Инструкциями по сборке узлов и деталей лифтов заводов изготовителей; Строительными нормами и правилами СНиП 12.03-2001 "Техника безопасности в строительстве" [8];
6. ГОСТ 22845-85 "Лифты пассажирские, больничные и грузовые. Правила организации производства и приемки монтажных работ";
7. "Типовой инструкцией по технике безопасности при монтаже лифтов и канатных дорог";
8. ГОСТ 17538-82 "Блоки железобетонные для шахт лифтов";
9. ГОСТ 22011-90 "Лифты пассажирские, больничные и грузовые. Технические условия";

5.2 Последовательность выполнения монтажных работ

Технологическая последовательность производства монтажных работ, приведенная ниже, должна строго соблюдаться.

Последовательность монтажа лифтов с верхним машинным помещением.

					44.03.04. 507. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

Таблица 2 - Этапы монтажа

Наименование работ	Место выполнения работ	Исполнитель	Защитные средства	Меры безопасности
1	2	3	4	5
Демонтаж лифта	шахта, машинное помещение, приямок	монтажная бригада	каска, очки, спецобувь, спецодежда	при перемещении на строительной площадке
Проверка состояния счл, освещения, ограждения и др.	этажные площадки, машинное помещение	монтажная бригада	каска, очки, спецобувь, спецодежда	при перемещении на строительной площадке
Установка ви-сков	этажная площадка	монтажная бригада	каска, очки, спецобувь, спецодежда	при перемещении на строительной площадке
Определение фактических размеров шахты	этажные площадки, приямок	монтажная бригада	каска, очки, спецобувь, спецодежда	при перемещении на строительной площадке
Определение координат установки лифтового оборудования	приямок	монтажная бригада	каска, очки, спецобувь, спецодежда	при перемещении на строительной площадке
Доставка направляющих в приямок	приямок, строительная площадка	монтажная бригада	каска, очки, спецобувь, спецодежда, перчатки	при перемещении на строительной площадке при такелажных работах
Монтаж 1-го пояса кронштейнов в приямке	приямок	монтажная бригада	каска, очки, спецобувь, спецодежда	при перемещении на строительной площадке, при такелажных работах
Установка 2-х направляющих кабины и 2-х направляющих противовеса в приямке	приямок	монтажная бригада	каска, очки, спецобувь, спецодежда	при перемещении на строительной площадке, при такелажных работах
Монтаж буферов кабины и противовеса	приямок, строй. площадка	монтажная бригада	каска, очки, спецобувь, спецодежда	при перемещении на строительной площадке
Монтаж натяжного устройства, ос и каната ос	приямок, машинное помещение	монтажная бригада	каска, очки, спецобувь, спецодежда, перчатки	при перемещении на строительной площадке, при такелажных работах

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

44.03.04. 507. ПЗ

Лист

61

Продолжение таблицы 2

1	3	4	5	6
Монтаж рамы противовеса и 50% грузов	прямо́к, строи- тельная площадка	монтажная бригада	каска, очки, сапоги, спецодежда	при перемещении на строительной площадке, при такелажных рабо- тах
Монтаж карка- са кабины в прямо́ке	прямо́к	монтажная бригада	каска, очки, сапоги, спецодежда	при перемещении на строительной площадке, при такелажных рабо- тах
Подключение ловителей к канату ос	прямо́к	монтажная бригада	каска, очки, сапоги, спецодежда	при перемещении на строительной площадке
Установка мон- тажной лебед- ки для вытяги- вания направ- ляющей	машинное помеще- ние	монтажная бригада	каска, очки, сапоги, спецодежда	при перемещении на строительной площадке, при работе с электро- инстру-ментом
Вытягивание всех ниток на- правляющих	прямо́к	монтажная бригада	каска, очки, сапоги, спецодежда	при перемещении на строительной площадке
Монтаж гру- зовой лебедки	прямо́к, машинное помещение	монтажная бригада	то же	при перемещении на строительной площадке
Оборудование подвижной платформы ограждением	прямо́к	монтажная бригада	каска, очки, сапоги, спецодежда	при перемещении на строительной площадке
Испытание подвижной платформы, в т.ч. ловителей	шахта	монтажная бригада	каска, очки, сапоги, спецодежда	при перемещении на строительной площадке
Монтаж всех кронштейнов и выверка на- правляющих с подвижной платформы	шахта	монтажная бригада	каска, очки, сапоги, спецодежда	при перемещении на строительной площадке
Монтаж элект- ропроводки по шахте	шахта	монтажная бригада	каска, очки, сапоги, спецодежда	при перемещении на строительной площадке
Монтаж лиф- товой лебедки	машинное помеще- ние	монтажная бригада	каска, очки, сапоги, спецодежда	при перемещении на строительной площадке
Навеска кана- тов от лебедки до противовеса	шахта, машинное помещение	монтажная бригада	каска, очки, сапоги, спецодежда	при перемещении на строительной площадке

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

44.03.04. 507. ПЗ

Лист

62

Продолжение таблицы 2

1	3	4	5	6
Посадка каркаса кабины на ловители и его строповка на последнем этаже	шахта, машинное помещение	монтажная бригада	каска, очки, спецобувь, спецодежда	при перемещении на строительной площадке
Монтаж канатов со стороны кабины (полная кинематическая схема)	шахта, машинное помещение	монтажная бригада	каска, очки, спецобувь, спецодежда, перчат ки	при перемещении на строительной площадке
Монтаж контроллера и электропроводки мп	машинное помещение	монтажная бригада	каска, очки, спецобувь, спецодежда	при перемещении на строительной площадке
Пуск каркаса кабины от ревизии по штатной схеме	машинное помещение	монтажная бригада	каска, очки, спецобувь, спецодежда	при перемещении на строительной площадке
Монтаж дверей шахты	шахта	монтажная бригада	каска, очки, спецобувь, спецодежда	при перемещении на строительной площадке
Монтаж купе кабины	шахта	монтажная бригада	каска, очки, спецобувь, спецодежда	при перемещении на строительной площадке
Дозагрузка противовеса	приямок	монтажная бригада	каска, очки, спецобувь, спецодежда	при перемещении на строительной площадке
Монтаж подвесных кабелей и системы позиционирования	шахта	монтажная бригада	каска, очки, спецобувь, спецодежда	при перемещении на строительной площадке
Пуск кабины в ревизию по постоянной схеме	шахта, машинное помещение	мб	каска, очки, спецобувь, спецодежда	при перемещении на строительной площадке
Наладка механического оборудования	шахта, машинное помещение	мб	каска, очки, спецобувь, спецодежда	при перемещении на строительной площадке
Наладка системы управления	шахта, машинное помещение	мб	каска, очки, спецобувь, спецодежда	при перемещении на строительной площадке
Пуск лифта на номинальной скорости	шахта, машинное помещение	мб	каска, очки, спецобувь, спецодежда	при перемещении на строительной площадке

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

44.03.04. 507. ПЗ

Лист

63

Доставка оборудования нового лифта к месту монтажа, в том числе и в машинное помещение, производится с использованием кабины старого лифта. При невозможности подъема какого-то узла в полностью собранном виде, он разбирается. При выполнении монтажных работ допускается частичная разборка купе кабины старого лифта (кроме каркаса и пола), что позволяет поднимать грузы превышающие номинальную грузоподъемность лифта на массу разобранных частей купе. В отдельных случаях масса поднимаемого в кабине груза может превышать номинальную грузоподъемность, но при этом необходимо обосновать такой подъем соответствующим расчетом, с учетом возможного проскальзывания канатов на КВШ. Если старый лифт неработоспособен, доставка оборудования к месту монтажа выполняется монтажными лебедками после разборки старой кабины.

При замене лифта с кабины старого лифта подмости в шахте не устанавливаются, т.к. кабина выполняет функции подвижных подмостей. При этом работы могут вестись, как с крыши кабины, так и с ее пола при частично разобранном купе. При этом управление лифтом переводится на режим «Ревизия» с кабины и снимается часть грузов противовеса с целью уравновесить его с частично разобранным купе.

При производстве всех видов монтажных работ (в особенности при замене лифта) находиться в кабине или на ее крыше, а также под кабиной по всей высоте шахты разрешается только при выполнении требований, представленных в следующих вариантах:

- 1) Башмаки кабины заведены на направляющие; кабина установлена на опоры или упорные балки (при замене лифта упорные балки подводятся под верхнюю балку каркаса кабины при частично разобранном купе); клинья ловителей находятся в контакте с направляющими и рычаг привода ловителей подвязан проволокой к кронштейну направляющих;
- 2) Кабина и полностью загруженный противовес (при замене лифта кабина с частично разобранным купе при соответственно уравновешенном

противовесе) подвешены на тяговые канаты; на КВШ установлены прижимные струбцины; отключено вводное устройство;

3) При полностью работоспособном лифте допускается перемещение на крыше кабины (или в кабине с частично разобранным купе) в режиме «Ревизия»; выполнение работ при этом разрешается только при полной остановке кабины. При замене лифта технология демонтажа старого лифта обратна технологии монтажа нового. Но при этом демонтаж отдельных узлов часто совмещается с монтажом новых узлов. Кроме того, некоторые узлы старого лифта не заменяются, если их состояние этого не требует.

В этой связи интересен опыт некоторых лифтовых организаций, которые вместо замены старого лифта проводят его модернизацию. Модернизация может быть полная или частичная (в зависимости от износа узлов и возможностей заказчика). Полная модернизация включает в себя установку новых современных узлов: лебедка главного привода с червячной цилиндрической парой повышенной точности, вводное устройство, система управления лифтом (включая микропроцессорную станцию и бесконтактные этажные датчики), кабина с современным дизайном. Кроме того, модернизация предусматривает антивандальное исполнение отдельных узлов, защищенных от умышленных повреждений и поджогов: купе кабины изготавливается из металлических декоративных щитов; кнопочные аппараты в кабине и на посадочных площадках, а также плафон в кабине, изготавливаются из негорючих материалов и с высокой ударной стойкостью; система управления предусматривает автоматическое отключение лифта в случае проникновения в шахту посторонних лиц и т. п.

Модернизация позволяет продлить срок службы лифта в два раза при сокращении на 50 % затрат по замене лифта на новый.

					44.03.04. 507. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

5.2.2 Определение координат установки оборудования в шахте лифта

Для определения положения осей монтируемого лифта и привязки к ним основного оборудования (направляющих кабины и противовеса, дверей шахты, лебедки), необходимо из проема последней остановки опустить виски в приямок и сделать фактические замеры шахты (далее провеску шахты). Для монтажа двух висков на специальный кронштейн необходимо:

1. Убедитесь в надежности установки ограждения проема последнего этажа! - Подключить электроинструмент с применением УЗО и смонтировать уголки крепления балки;
2. Закрепить балку на уголках таким образом, чтобы она выступала в шахту лифта на 200 - 250 мм;
3. Опустить с последней остановки 2 ветви висковой проволоки в приямок и закрепить их на установленной балке. Длина висков должна быть достаточной для подвески груза в приямке на расстоянии 150-200 мм от пола приямка;
4. Подвесить в приямке на каждую ветвь проволоки штатный груз весом 7-8 кг.

Очень важно правильно выполнить провеску шахты, так как от этого зависит вся дальнейшая работа по монтажу (безопасность, производительность, эффективность, качество монтажа). Исходя из таблицы провески и установочного чертежа на лифт, в приямке, специальным маркером наносят контур шахты в свету. То есть максимальный контур шахты, в который вписывается вертикальная пространственная часть ствола шахты. Делается сравнение данного контура с необходимым контуром установочного чертежа. Фактический, максимальный контур шахты должен попадать в пределы размеров установочного чертежа. Если этот размер меньше (т.е. оборудование лифта не входит в максимальный контур шахты), необходимо расширение шахты. Если размеры шахты превышают допустимые пределы, то необходимы дополнительные конструкции (дополнительные швеллера, удлиненные

					44.03.04. 507. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		67

кронштейны и т.д.). Далее необходимо нанести в прияжке специальным маркером оси кабины, противовеса и дверных проемов. После чего необходимо определить координаты установки всего лифтового оборудования.

5.2.3 Монтаж первых направляющих в прияжке

После разметки (разбивки) прияжка, для продолжения работ необходимо развести в стороны установленные виски. Их можно временно зацепить по углам передней стенки, не снимая грузов. Убедитесь, что направляющие рассортированы по веткам, имеются в наличии на всю высоту шахты. Также необходимо проверить кронштейны и крепежные детали, все должно быть в необходимых количествах. По определенным осям кабины и противовеса, а также учитывая максимальный контур шахты, определить места установки первого пояса кронштейнов направляющих. Места установки следует пометить специальным маркером. Установку первого пояса проводить на уровне 1500 мм от пола прияжка. Также установить кронштейны крепления направляющих на полу прияжка.

5.2.4 Монтаж оборудования прияжка

Монтаж оборудования в прияжке следует производить после установки направляющих кабины и противовеса, которые служат базой для установки буферов, и натяжного устройства каната ограничителя скорости. Буфера должны быть установлены в строго вертикальном положении. После установки вертикальность необходимо проверить при помощи уровня. Отклонение буферов от вертикали не должно превышать 1:1000.

					44.03.04. 507. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

1. Веса каркаса кабины;
2. Веса 2-х монтажников и необходимого инструмента (около 200 кг);
3. Веса 1-го портала.

Далее следует соорудить специальную подставку, на которой будем собирать каркас кабины. Подставка должна быть рассчитана на нагрузку каркаса кабины, веса двух рабочих и инструмента (около 200 кг + вес каркаса кабины). Подставку следует сооружать строго по уровню в горизонтальной плоскости. От этого будет зависеть качество сборки кабины и, следовательно, ее дальнейшая работа. В случае если кабина поставляется в собранном виде, ее необходимо разобрать на сухой и чистой площадке.

Разборку следует производить до укрупненных узлов и элементов:

1. Верхнюю балку каркаса;
2. Стойки каркаса;
3. Створки дверей;
4. Балку с приводом дверей;
5. Потолок купе;
6. Раскладки крепления щитов купе и обрамление дверей;
7. Щиты купе (передние боковые и задние);
8. Стояки крепления купе;
9. Пол;
10. Нижнюю балку кабины, если она имеется в конструкции кабины.

5.2.6 Сборка каркаса кабины на подставке в прямке лифта

Установить в шахте пол каркаса кабины и нивелировать его в двух плоскостях (направлениях). Установить стойки и верхнюю балку каркаса кабины. Установить потолок на штатное место и закрепить его при помощи специальных временных стоек. Установить ограждение на каркасе крыши и на каркасе кабины. Подключить ограничитель скорости.

С установленного пола кабины смонтировать 2-й пояс кронштейнов

					44.03.04. 507. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		70

направляющих и закрепить на них направляющие кабины и противовеса. Отцепить лебёдку от противовеса и установить её для строповки верхней балки каркаса кабины.

5.2.7 Оборудование каркаса кабины системами безопасности и грузоподъемной лебедкой

Монтаж системы ловителей.

Перед установкой ограничителя скорости проверить его исправность, наличие пломбы с указанием скорости, на которую он отрегулирован. Ограничитель скорости устанавливается в соответствии с установочным чертежом.

Монтаж верхнего настила и ограждений подвижной платформы.

В качестве верхнего настила следует использовать штатный потолок кабины. Потолок устанавливается на штатное место и дополнительно закрепляется специальными стойками. Далее устанавливается штатное ограждение, поставляемое с лифтом. В случае если ограждение с лифтом не поставляется, то необходимо установить ограждение высотой 1000 мм, которое способно выдерживать нагрузку 900Н. Также необходимо установить среднее звено ограждения и бортовую доску высотой 150 мм.

Монтаж «грузоподъемной» лебедки подвижной платформы.

Лебедка, предназначенная для подъема подвижной платформы должна иметь предназначение для подъема и спуска людей. Грузоподъемность не менее 1000 кг. Монтаж грузоподъемной лебедки (далее лебедки) может быть произведен по одной из схем в зависимости от каркаса кабины, наличия балок и крюков в машинном помещении.

					44.03.04. 507. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71

входить через технологическое отверстие в машинное помещение не менее чем на 300 мм. Это условие необходимо для фиксации стропа и освобождения лебедки для подъема следующей ветки направляющей. Поэтому для лебедки напольного исполнения необходимы специальные подставки высотой в 300 мм. Направляющие необходимо выверить по отвесам и штихмассу. Отклонение направляющих от вертикали должно быть в пределах 1/500. Расстояние между головками направляющих кабины и противовеса должно быть выдержано с точностью до 2 мм. Расстояние между осью направляющих кабины и осью направляющих противовеса должно быть выдержано с точностью до 1 мм. Боковое смещение головок направляющих в месте стыка допускается не более 0,25 мм.

5.2.9 Монтаж оборудования машинного помещения

Монтаж лебедки производится после монтажа всех направляющих. Установить лебёдку так, чтобы нить отвеса проходила в соответствующем положении относительно проволоки натянутой между кронштейнами. Учитывать допуск на отклонение нити отвеса относительно осей направляющих согласно установочному чертежу. При установке лебёдки 13VTR установить правильно резиновые прокладки рамы. Допустимое отклонение КВШ от вертикали не более 1 мм на диаметр шкива. Перед установкой ограничителя скорости проверить его исправность, наличие пломбы с указанием скорости, на которую он отрегулирован. Ограничитель скорости устанавливается в соответствии с установочным чертежом. Для точной установки ограничителя скорости относительно планки крепления каната рычага привода системы ловителей на кабине, через ручей шкива большого диаметра опускают отвес и регулируют положение ограничителя скорости. Отвес должен совпадать с планкой крепления каната. В таком положении ограничитель скорости закрепляют болтами к раме ограничителя скорости. Монтаж электроаппаратуры в машинном помещении должен быть выполнен в соответствии с устано-

					44.03.04. 507. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		73

вочными чертежами и правилами "Технического регламента таможенного союза ТР ТС 011/2011 Безопасность лифтов", а также по инструкции завода изготовителя лифта. Все средства крепления аппаратуры к стенам и полу в машинном помещении (кронштейны, скобы и т.д.), а также разводка труб для прокладки проводов должны быть выполнены заблаговременно - до начала отделочных работ в машинном помещении. После окончательной отделки машинного помещения приступают к установке электроаппаратуры.

5.2.10 Монтаж тяговых канатов

Канаты поступают на монтажную площадку отрезками необходимой длины, уложенными в бухты. Доставить бухты канатов в машинное помещение, предварительно проверив их длину и диаметр, при необходимости снять излишнюю консервационную смазку. Уложить канаты в непосредственной близости от лебедки. Один конец каната, постепенно разматывая с бухты, опустить через отверстие в полу машинного помещения к подвеске на кабине. На канате, опущенном к подвеске на кабине, сделать отметку изоляционной лентой или проволокой на расстоянии 500 мм от конца каната. От подвески отсоединить обойму с клином, пропустить канат через кольцо стяжки и обойму, вставить клин в петлю и проверить, чтобы отметка, нанесенная на канате, находилась в середине тыльной стороны обоймы, и с помощью клина ударами молотка заклинить канат в обойме. Соединить обойму пальцем с тягой подвески. Аналогичным образом подсоединить все канаты. Конец каждого каната, выходящий из обоймы, прикрепить прижимом к несущей части каната на расстоянии 30-40 мм от обоймы и поставить проволочный бандаж. Уложить канаты в соответствующие ручки канатоведущего шкива лебедки и вручную подтянуть их, при этом проследить, чтобы плечи балансира сохранили горизонтальное положение и уровень, а при пружинной подвеске все пружины были бы сжаты одинаково, после чего на канатоведущий шкив установить струбцину в положение "А" и вращением штурвала натянуть канаты.

					44.03.04. 507. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		74

Поочередно пропустить вторые концы канатов через отверстия в полу машинного помещения к противовесу, канатам дать возможность раскрутиться до свободного их провисания и произвести запасовку канатов на противовесе. Концы канатов прикрепить к несущей части каната изолянтной или установить проволочный бандаж.

Регулировку натяжения канатов производить после монтажа каната ограничителя скорости, регулировки ловителей и загрузки противовеса грузами.

5.2.11 Монтаж дверей шахты

Монтаж дверей шахты производится с подвижной платформы, которая передвигается от штатной лифтовой лебедки и контроллера. Также данная платформа должна быть оборудована ограждением, системой ловителей и аудиовизуальной сигнализацией оповещения передвижения платформы. До начала установки дверей шахты необходимо нанести метки установки элементов крепления дверей шахт (кронштейны, уголки, швеллера и др.). Разметку следует производить одновременно для всех дверей шахты. Двери шахты могут поставляться как в собранном, так и в разобранном виде. Если двери шахты поставляются на объект в собранном виде, то передняя стенка 1-го этажа должна иметь доработанный проем с учетом возможности погрузки собранного портала на подвижную платформу. Монтаж дверей следует вести сверху вниз. То есть первая дверь должна быть установлена на последней остановке. Выверить положение двери относительно направляющих кабины. После выверки двери прикрепить шахтную дверь. В особых случаях, если двери шахты нельзя доставить в шахту в полной заводской готовности, двери необходимо разобрать. Разобранные узлы вручную или с помощью строительного подъемника доставить на площадки остановок. Окончательная регулировка дверей и замков производится в процессе пускорегулировочных работ.

					44.03.04. 507. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		75

5.2.12 Монтаж электропроводки и электроаппаратуры

Прокладка труб электропроводки по шахте.

Прокладку труб электропроводки и креплений выполнить в полном соответствии с чертежами разводки проводов. Установить кронштейн крепления труб, для чего приварить кронштейн на верхней остановке под перекрытием шахты к поясу крепления направляющих в соответствии с установочными чертежами разводов. По отвесу, опущенному с верхнего кронштейна, установить кронштейн на нижней остановке и закрепить к нему отвес из стальной проволоки диаметром 0,8-1мм. Промежуточные кронштейны установить по натянутому отвесу и приварить к поясам. На середине высоты подъема лифта, согласно чертежу, установить клеммную коробку, которая крепится на раму, приваренную к поясам шахты. Примечание: все электросварочные работы при монтаже лифта производятся рабочими, имеющими соответствующее удостоверение на право производства работ.

Прокладка труб электропроводки в машинном помещении.

В соответствии с чертежами разводов проводов по машинному помещению разметить место прокладки труб и произвести замеры. По замерам заготовить нужные отрезки труб и отводов. Резку труб производят ножовкой с зачисткой заусенцев напильником. Проложить трубы от мест установки аппаратуры машинного помещения от вводного устройства к панели управления, от панели управления к электродвигателю, тормозному магниту, к стойке с трансформаторами, конечному выключателю, а также в шахту. К отводам, опущенным в шахту, прикрепить с помощью соединительных манжет отрезки труб. Концы труб вставить в отверстие клеммной коробки и закрепить скобами к кронштейнам. Прокладка проводов от клеммных коробок до аппаратуры производится металлорукавом, соединение которого с электроаппаратами производится с помощью штуцеров, а с клеммными коробками-гайками с установкой оконцевателей на концы металлорукавов.

					44.03.04. 507. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		76

Монтаж электроаппаратуры.

Произвести распаковку аппаратуры, очистить от пыли и грязи, открыть крышки, снять заглушки с нужного отверстия, осмотреть и проверить вручную правильность работы. После очистки и проверки аппаратов произвести заготовку проводов и металлорукавов. Заготовка проводов и металлорукавов производится по чертежу разводок с корректировкой по месту. В случаях, когда металлорукав нельзя подсоединить к аппарату через штуцер, то на концы металлорукава надевают оконцеватель. Все аппараты с предварительно подключенными проводами и установленные на кронштейны, устанавливаются в строгом соответствии с установочными чертежами. Этажные переключатели должны быть установлены вертикально и на одинаковом расстоянии от оси направляющих кабины до осей ролика этажного переключателя. Во избежание поломки ЭП ролики установить при окончательной регулировке лифта. Установка шунтов производится согласно установочным чертежам; регулировку производят при окончательной наладке лифта. На каждом этаже установить вызывной аппарат. После крепления вызывного аппарата установить специальный короб, закрепить его винтами к верхней балке шахтных дверей, уложить в него провода от вызывного аппарата и закрыть крышкой. На первом этаже, на кронштейне, прикрепленном к конструкции шахты, установить выключатель приемка и звонок. После установки всей электроаппаратуры, шахты, кабины и машинного помещения производят монтаж электропроводки (всю установленную аппаратуру, а также проложенные трубы и металлорукав заземлить).

Монтаж электропроводки по шахте.

Опустить провод от панели управления через отверстие в полу машинного помещения до клеммной коробки первой остановки. Изоляционной лентой на проводе отметить центры этажных клеммных коробок. Затем вторым проводом произвести замер расстояния от панели управления до клеммной коробки, установленной в центре шахты, после чего провод смотать. На сво-

					44.03.04. 507. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		77

бодной площадке растянуть провод-мерку, закрепить его концы и по нанесенным меткам в полной соответствии со схемой внешних соединений произвести заготовку проводов, при этом прибавить необходимую длину на подключение к клеммникам панели управления и к этажным клеммным коробкам. Концы проводов маркировать специальной маркировочной лентой. После заготовки провода собрать в жгут, концы проводов жгута обмотать изоляционной лентой, а остальные провода, заканчивающиеся у соответствующих клеммных коробов, перевязать вместе со жгутом и жгут смотать в бухту. Согласно чертежам разводок проводов и схеме внешних соединений прокладку проводки от панели управления в шахту производят двумя жгутами проводов, проложенных по разным трубопроводам:

1. Один - от панели управления до клеммной коробки (в центре шахты);
2. Второй - от панели управления до клеммной коробки первой остановки с ответвлением в центре шахты на коробку.

Спайка проводов в трубах и металлорукавах запрещается. После затяжки всех проводов электропроводки у цепей управления лифта и сигнализации произвести подключение проводов согласно схеме. На всех проводах, присоединенных к клеммам и аппаратуре, должны быть надеты полихлорвиниловые трубки, нанесена маркировка и выполнена раскладка проводов в клеммных коробках. Наименьший радиус изгиба проводов всех сечений должен быть не менее трехкратного диаметра провода вместе с изоляцией для меди, а для алюминия не менее шести диаметров. Подключение алюминиевой и медной жил под один винт запрещается. Их соединение должно выполняться только в наборных зажимах.

Примечание: Цепь управления и цепь диспетчеризации в одном трубопроводе не прокладывать.

Монтаж электропроводки по машинному помещению.

В трубы, проложенные по машинному помещению, пропускают отель-

					44.03.04. 507. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		78

ную проволоку $d = 1-1,5$ мм. Производят замер расстояния от вводного устройства до панели управления, от панели управления до электродвигателя и тормозного магнита, концевого выключателя, до этажерки с понижающими трансформаторами, прибавив необходимую длину на подключение. В соответствии с чертежами разводов проводов и схемы внешних соединений и на основании произведенных замеров заготавливают жгуты проводов, производя их маркировку. С помощью проволоки, пропущенной в трубы, затянуть заготовленные провода в трубопроводы, вставить в концы труб концевые втулки, надеть на концы проводов полихлорвиниловые трубки и произвести подключение к электроаппаратам и электрооборудованию.

Монтаж подвесного кабеля.

С середины высоты подъема лифта под клеммной коробкой к раме прикрепить уголок для подвесного кабеля (подвеска). Подвесной кабель разделяют и крепят на тросике, находящимся внутри кабеля. Закрепив подвесной кабель на середине шахты, опускают другой конец кабеля в приямок, дают возможность раскрутиться, затем измеряют длину кабеля. Примечание: замеры сопротивления изоляции проводятся специализированной организацией, имеющей лицензию и разрешение органов технического надзора на проведение указанных работ.

5.2.13 Наладка лифта

Полная наладка лифта производится после выполнения строительно-отделочных работ.

Перед полной наладкой лифта необходимо:

1. Убедиться, что монтаж оборудования и электропроводки выполнен полностью и в соответствии с проектом;
2. Произвести смазку механизмов лифта и залить масло в редукторы лебедки и привода дверей;
3. Проверить уровень масла в масляных буферах (если они имеются);

					44.03.04. 507. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		79

4. Проверить затяжку пружин тормоза и зазоры отхода колодок;
5. Проверить отсутствие в шахте посторонних предметов, не относящихся к оборудованию лифта;
6. Убедиться, что все двери шахты закрыты и заперты.

Наладочные работы производить после выполнения работ по механической регулировке всех узлов оборудования лифта.

В комплекс наладочных работ входят подготовительный период, пусконаладочный период и комплексное опробование оборудования.

5.2.14 Тестирование и испытание лифта

По окончании наладочных работ каждый лифт проходит осмотр и проверку его функционирования во всех предусмотренных системой электропривода и автоматики режимах работы, а также подвергается статическим и динамическим испытаниям.

					44.03.04. 507. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		80

7. Опасность возникновения пожара при проведении сварочных работ;
8. Опасность получения травмы при падении инструмента и других предметов с высоты при проведении монтажных работ;
9. Запыленность рабочего пространства;
10. Опасность поражения электрическим током.

6.2 Инженерные мероприятия по безопасному проведению монтажных работ

6.2.1 Освещение в шахте

Перед началом монтажных работ выполняется временное освещение по шахте лифта лампами накаливания напряжением не более 42В и мощностью не менее 25 Вт (освещенность не менее 50 лк). Лампы размещают выше каждой остановки в пределах 0,9-1,2 метра, также расстояние между лампами не может превышать 3-х метров [7]. Гирлянда должна располагаться в одном из дальних углов шахты и не препятствовать монтажу оборудования лифта. Гирлянда временного освещения лифтовой шахты должна иметь выключатель, который прикрепляют к стене на первой остановке перед входом в шахту лифта.

6.2.2 Ограждение дверных проемов

Все дверные проемы, а также временные (монтажные) проемы огораживают. Ограждение высотой не менее 1,1 м, надежно крепиться к стенам дверного проема и внизу иметь отбортовочную доску высотой не менее 150 мм [7]. Для ограждения дверных проемов применяем металлическую сетку с поручнем. Элементы конструкций ограждений имеют массу не более 20 кг. Установка ограждения дверного проема показаны на рисунке.

					44.03.04. 507. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		82

Крепление сетки при помощи пластмассовых дюбелей и шурупов

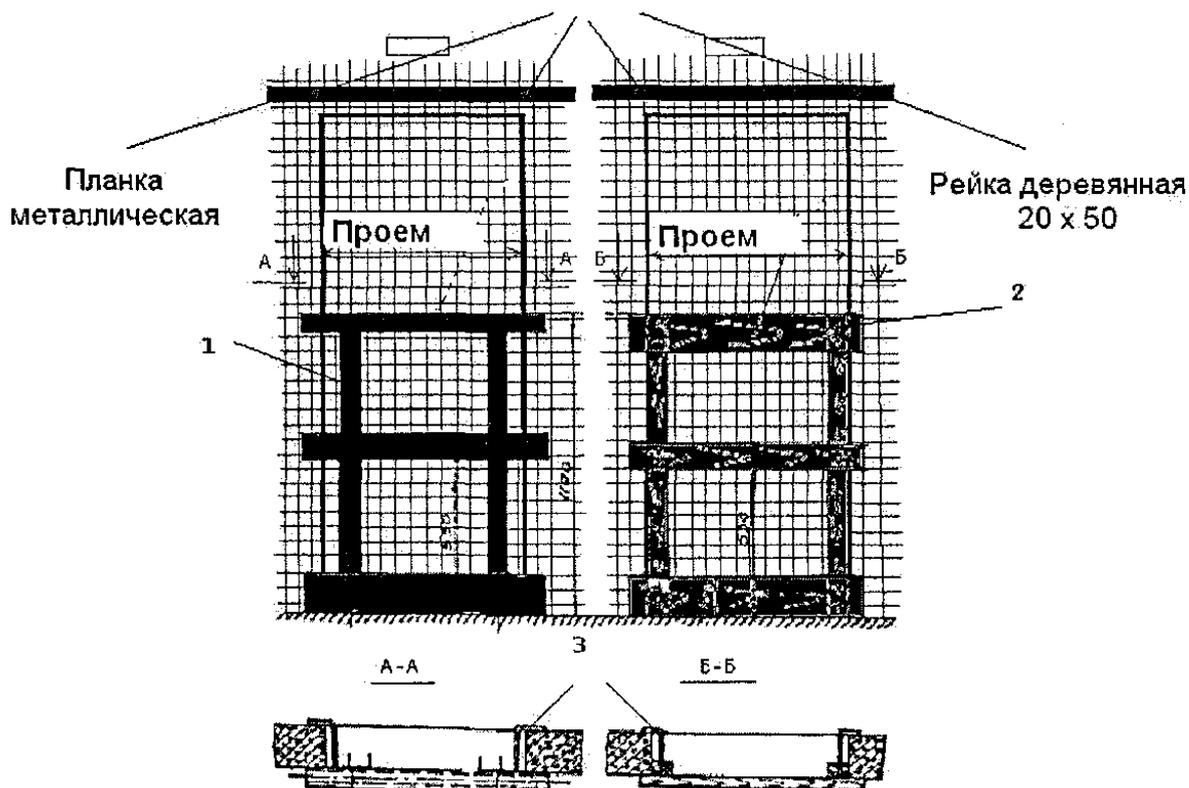


Рисунок 9 - Схема установки гирлянды временного освещения шахты:
 1- металлические инвентарные; 2 - деревянные из досок;
 3 - скобы крепления ограждения к шахте

В рассматриваемом дипломном проекте применяется металлические инвентарные ограждения дверных проёмов.

Машинное помещение.

В машинном помещении выполняем постоянный ввод питания с электроэнергией, и должно быть заземление (зануление в сетях с глухозаземлённой нейтралью). Для демонтажных работ устанавливаем монорельс или крюк. Вокруг отверстий в полу машинного помещения устраиваем бортики высотой не менее 50 мм над уровнем пола (проверку выполнения генподрядчиком работ в машинном помещении допускается производить по мере их готовности согласно графику совмещенных строительного-монтажных работ) [7].

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

44.03.04. 507. ПЗ

Лист

83

6.2.3 Безопасная доставка лифтового оборудования к месту монтажа

В данном дипломном проекте при монтаже лифта строительный кран не применяется, поэтому доставка лифтового оборудования к месту монтажа осуществляется с помощью монтажной лебёдки.

6.2.4 Разгрузка лифтового оборудования

Разгрузку лифтового оборудования производить с помощью строительного крана. Перед разгрузкой выбрать и подготовить такелажное оборудование и оснастку. Канаты и стропы, используемые для подъема оборудования, должны быть испытаны. Перед разгрузкой должен быть проведён инструктаж по технике безопасности. К началу монтажа лифтовое оборудование складировать в непосредственной близости от входа в здание, где устанавливается лифт. Независимо от наличия упаковки под лифтовое оборудование укладываем деревянные подкладки, чтобы исключить его сползание или опрокидывание, а также, чтобы обеспечить свободный доступ к отдельным сборочным единицам (местам).

6.2.5 Доставка лифтового оборудования от места складирования к месту монтажа лифта

При доставке оборудования к месту установки:

1. Выбираем и подготавливаем такелажное оборудование и оснастку;
2. Проверяем соответствие габаритов грузов размерам путей их перемещения;
3. Согласовываем с генподрядчиком (прорабом строительной организации) возможность перемещения грузов по междуэтажным перекрытиям, крышам;
4. Определяем метод крепления монтажной лебедки и отводных блоков к элементам конструкции здания, очищаем пути доставки и перемещения оборудования от посторонних предметов, надежно закрепляем лебед-

ку, блоки, крюки и прочую такелажную оснастку, надежно заземляем электрическую лебедку;

5. Обеспечиваем надлежащую двустороннюю связь между стропальщиком и лицом, управляющим лебедкой. Канаты и стропы, используемые для подъема оборудования, должны быть испытаны.

При размещении (разгрузке) оборудования более 50 метров от прямка шахты определяем наиболее эффективный и безопасный метод транспортировки данного оборудования к шахте и МП лифта, максимально используя при этом средства грузоподъемной механизации (малые автомашины с гидрокраном, гидравлические тележки и др. механизмы исключая риски получения травм от переноса тяжестей).

Выбор монтажных механизмов и оснастки зависит от типа лифта, массы монтируемого оборудования и высоты подъема. Необходимо точно знать массу поднимаемого груза как грузоподъемными механизмами, так и руками. Допустимая величина поднимаемого груза руками составляет 50 кг. Масса поднимаемых грузов должна указываться в проекте производства работ (ППР) по монтажу данного лифта.

Доставку тяжелого лифтового оборудования с площадки складирования к дверному проему шахты и в машинное помещение, а также перемещение по перекрытиям внутри здания необходимо производить лебедками соответствующей грузоподъемности. При перемещении оборудования следует использовать катки. Волочить оборудование по перекрытиям и лестничным маршам без подкладок запрещается.

При доставке лифтового оборудования через шахту в машинное помещение используют схемы установки монтажных лебедок и запасовки каната.

При использовании монтажных лебедок их доставку к месту установки производим с помощью крана.

Для обеспечения безопасного ведения монтажных и пусконаладочных работ руководствуемся следующими документами:

					44.03.04. 507. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		85

1. Сопроводительная документация, поставляемая с лифтом;
2. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 011/2011 "Безопасность лифтов"[7];
3. Строительные нормы и правила СНиП [8];
4. ГОСТ 22845-85 "Лифты электрические пассажирские и грузовые;
5. Правила организации, производства и приемки монтажных работ" [14].

К выполнению пусконаладочных работ разрешается приступать после окончания монтажа при исправном заземлении оборудования.

Все работы в шахте, выполняемые с крыши кабины и связанные с передвижением кабины, должны производиться при закрытых и запертых дверях шахты на скорости ревизии только после испытания ограничителя скорости, ловителей и тормоза, а также после проверки всех устройств безопасности.

При необходимости передвижения кабины вручную путем вращения штурвала лебедки лифт должен быть отключен вводным устройством.

При работе под кабиной последняя должна быть надежно "посажена" на ловителе или на специальные упоры, предохраняющие ее от падения.

При выполнении монтажных и пусконаладочных работ ЗАПРЕЩАЕТСЯ:

1. Оставлять открытыми двери шахты;
2. Осуществлять пуск лифта с этажной площадки через открытые двери шахты и кабины;
3. Совмещать работы по монтажу оборудования лифта в шахте с работами строительной или других монтажных организаций;
4. Находиться на крыше кабины более чем двум монтажникам;
5. Перевозить в кабине лиц, не связанных с монтажом лифтового оборудования;
6. Находясь на крыше кабины передвигаться не на скорости ревизи-

					44.03.04. 507. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		86

зии;

7. Находиться в кабине и на её крыше при испытании ловителей и буферов.

6.2.6 Безопасность при сопутствующих монтажу работ

Электросварочные работы производят с использованием сварочных трансформаторов для ручной дуговой сварки (СТШ-500, ТД-500 и ТМП-2), преимущественно переменным током. От трансформатора к держателю и изделию подается напряжение 60 – 75 В по низковольтным проводам, причем провод, присоединенный к электродержателю, называется прямым, а к изделию обратным. Сварочные трансформаторы устанавливаются на минимальном расстоянии от места работ. Для защиты от ультрафиолетового излучения, идущего от сварочной дуги, рабочие места, где производятся сварочные работы, ограждают металлическими щитами. Электросварщик должен работать со щитком (или маской) из токонепроводящего материала, снабженного смотровым оконцем из специального стекла марки ТС-3.

Для подключения сварочных трансформаторов к электрической сети используют провода марок ПРН и ПРГН, а в низковольтной части схемы трансформатора (низковольтные провода) используют провода марок ПРГ, АПР, ПРГД в резиновой изоляции. Длина проводов для присоединения сварочного трансформатора к электрической сети не должна превышать 10 м, а длина проводов от трансформатора к рабочему месту - 40 м. В качестве проводников, соединяющих изделие с источником тока (обратные провода), используют гибкие провода, а где возможно - стальные шины сечением 80-100 мм.

Запрещается использовать в качестве обратного провода: шины заземления, металлические конструкции здания, направляющие и металлические конструкции шахты лифтов, коммуникации и т.п.

Допускается присоединение сварочного трансформатора к вводному

					44.03.04. 507. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		87

веществ.

Рабочие места и особенно те, на которых ведутся сварочные и другие огневые работы, должны быть обеспечены средствами тушения пожаров, в том числе огнетушителями, пожарными гидрантами, подсоединенными к действующим водопроводам, топорами, баграми, ведрами, шлангами.

При производстве работ в огнеопасных местах надо привлечь органы противопожарной охраны; до начала работы выполнить меры противопожарной защиты. Сварочные работы разрешается вести только в присутствии представителей противопожарной охраны. До начала работ по сварке и газовой резке требуется получить допуск от органов противопожарной охраны.

В случае возникновения пожара необходимо немедленно вызвать пожарную охрану и принять меры по ликвидации огня, а также предупредить его распространение всеми имеющимися подручными средствами.

Воспламенившиеся жидкие горючие вещества (бензин, керосин, масло, клей) или промасленные материалы следует тушить с помощью пенного огнетушителя или песка; при загорании электропроводки необходимо немедленно обесточить линию; горящие деревянные предметы, бумагу, спецодежду и прочее следует затушить водой из пожарных шлангов.

					44.03.04. 507. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		89

7. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

7.1 Исходные данные

В исходных данных приведены основные параметры для расчета производительности лифта, а также для расчета текущих затрат. Для удобства они сведены в таблицу 3.

Таблица 3 - Данные для расчета технико-экономических показателей

Наименование параметров	Условные обозначения	Единица измерения	Значения параметров
			НТ
Тип лифта			грузопассажирский
Грузоподъёмность	Q	кг	1000
Скорость движения	V	м/с	1.0
Количество остановок			12
Высота подъема	H	м	40,8
Вместимость кабины	E	чел.	13
Срок службы лифта	T _{сл}	лет	25
Часовая техническая производительность лифта	ПР	Чел/ч	180
Стоимость лифта	Ц	руб	2294994,4
Затраты на доставку	K _{дос}	руб	111121,5
Затраты на монтаж лифта	K _{мон}	руб	1309816,43
Тариф электроэнергии (за 1кВтч)	Ц _{эл}	руб/ кВтч	4,0
Марка двигателя лебедки главного привода			ZAA9676AXH10-T
Мощность лебедки главного привода	N	кВт	10/1,25

На основании локальной сметы составляем структурную блок-схему затрат на полный монтаж лифта:

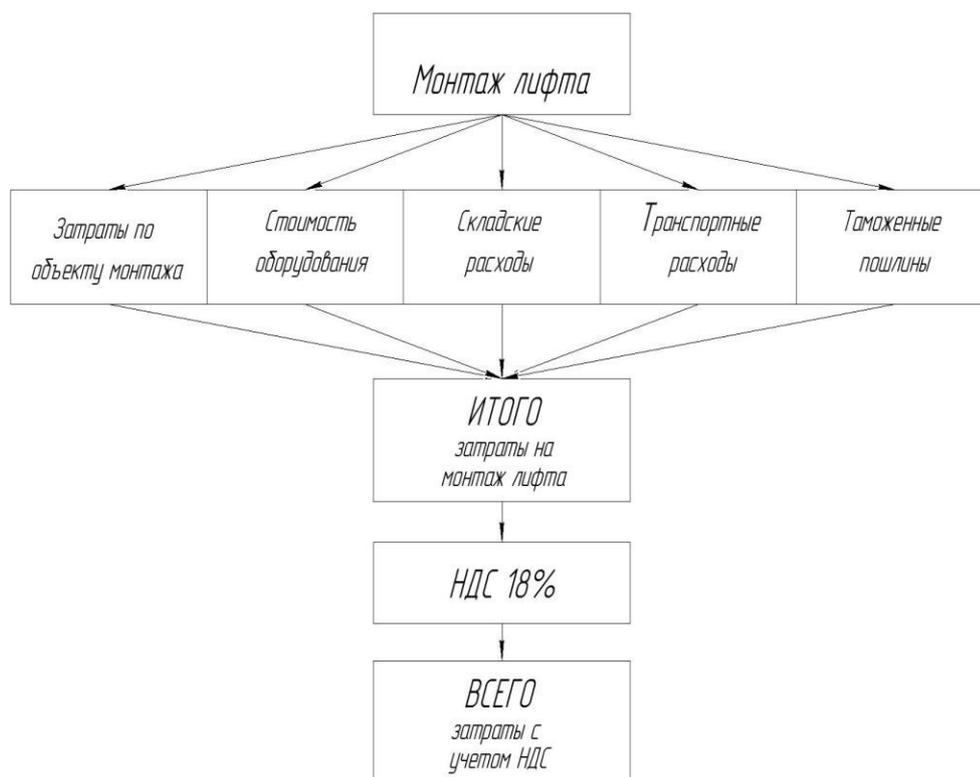


Рисунок 10 - Структурная блок-схема затрат на полный монтаж лифта

Используя структурную блок-схему затрат на полный монтаж лифта составляем таблицу 4, в которой указываем затраты в рублях и процентах.

Таблица 4 - Затраты в рублях и процентах

Виды затрат	Затраты	
	руб	%
Затраты по объекту монтажа	1309816	42,6
Стоимость оборудования	1185403	38,5
Складские расходы	6969,5	0,22
Транспортные расходы	43127	1,4
Таможенные пошлины	61120	2
Итого	2606435,5	
НДС	469158,39	15,2
Всего с НДС	3075593,89	100

Затраты на складские и транспортные расходы малы, затраты на уплату налогов и стоимость монтажного оборудования составляют соответственно 15,2% и 38,5%. Большую часть затрат 42,6% составляют затраты по объекту монтажа, а именно монтаж и является темой данного дипломного проекта, поэтому далее рассматриваем именно эти затраты.

По данным локальной сметы строим таблицу 5, в которой указываем затраты на монтажные операции в рублях и процентах.

Таблица 5 - Затраты на монтажные операции

Виды затрат	Затраты	
	руб	%
Строительные работы (подготовка объекта)	32762,68	2,5
Монтаж лифтового оборудования	869493,05	66,4
Монтаж диспетчерской связи	10080,75	0,7
Проведение обследования	42728,16	3,2
Техническое освидетельствование	38428,02	2,9
Пуско-наладочные работы	316322,68	24,1
Итого	1309816	100

7.2 Расчет экономических показателей монтируемого лифта

7.2.1 Расчет времени работы лифта

Количество часов работы лифта в году $T_{год}$ определяется для жилых и административных зданий и рассчитывается по формулам [16]:

- для жилых зданий

$$T_{год} = (365 - D_p) \cdot t_p, ч / год, \quad (1.122)$$

где D_p - продолжительность простоев во всех видах технического обслуживания (ТО) и ремонтов (ТР) за год, дни;

t_p - число часов работы лифта в сутки: для жилых зданий $t_p = 24$ ч.

$$T_{год} = (365 - 19) \cdot 24 = 8304 ч / год.$$

Продолжительность простоев во всех видах ТО и ТР за год эксплуатации лифта определяется по формуле [16]:

$$D_p = \sum_{i=1}^m (a_i \cdot d_p), \text{дн/год}, \quad (1.123)$$

где a_i и d_p – число и продолжительность ТО и ТР в межремонтном цикле;

m – номенклатура ТО и ТР в межремонтном цикле.

$$D_p = 1,018 \cdot (12 \cdot 1,5) = 18,32 \text{дн/год}. \quad (0)$$

7.2.2 Расчет годовой эксплуатационной производительности лифта

В расчетах экономических показателей используется годовая эксплуатационная производительность лифта, которая рассчитывается по формуле [16]:

$$P_{\text{год}} = PP \cdot T_{\text{год}} \cdot K_B, \text{чел/год}, \quad (1.124)$$

где PP – провозная способность лифта, чел./ч или т/ч;

k_B – коэффициент, учитывающий неучтенные простои. Его можно принять равным 0,8.

$$P_{\text{год}} = PP \cdot 8304 \cdot 0,8 = 1195776 \text{чел/год}.$$

Время кругового рейса рассчитывается по формуле [16]:

$$T_{\text{кр}} = [2 \cdot H_B + h \cdot (N_{\text{п}} + N_{\text{с}} + 1)] / V + K_t \cdot [t_o \cdot (N_{\text{п}} + N_{\text{с}} + 1) + t_{\text{п}}], \text{с}, \quad (1.125)$$

где H_B – среднестатистический путь, проходимый лифтом на номинальной скорости, м;

h – величина пути движения кабины с неустановившейся скоростью при разгоне и замедлении, м;

$N_{\text{п}}, N_{\text{с}}$ – число вероятных остановок кабины при подъеме и спуске, шт;

V – расчетная скорость установившегося движения кабины, м/с;

k_t – коэффициент, учитывающий дополнительные затраты времени при работе лифта;

t_o – затраты времени на пуск, ускорение и замедление лифта, на открывание и закрывание дверей (принимается в зависимости от параметров лифта), с;

t_n - затраты времени на вход и выход пассажиров, с.

$$H_6 = H_{max} \cdot 0,8, м, \quad (1.126)$$

где H_{max} - высота шахты.

$$H_6 = 40,8 \cdot 0,8 \cdot 40,8 = 32,64 м.$$

$$T_{кр} = \frac{[2 \cdot 32,64 + 3 \cdot (0,51 + 0,71 + 1)]}{1} + 1,05 \cdot [12 \cdot (0,51 + 0,71 + 1) + 19,2] = 120 с.$$

7.2.3 Расчет капитальных вложений в ЛТ

В составе капитальных вложений (единовременных затрат) учитываются затраты, связанные с созданием, производством, первоначальной доставкой потребителю и монтажом лифта на месте эксплуатации, т.е. балансовая стоимость $Ц_6$ лифта и затраты, связанные с его будущей эксплуатацией K_3 :

$$K = Ц_6 + K_3, руб., \quad (1.127)$$

где $Ц_6$ - первоначальная балансовая стоимость лифта, р. Она рассчитывается исходя из оптовой цены, стоимости материалов, используемых при монтаже лифта, и соответствующих работ согласно локальным сметам на монтаж лифта, р.;

K_3 - сопутствующие затраты потребителя, необходимые для нормальной эксплуатации лифта. Их можно не учитывать в расчетах, т.к. эксплуатация нового лифта не вызывает большого объема дополнительных капиталовложений.

$$K = Ц_6 + K_3, руб., \quad (1.128)$$

$$K = 1254382 руб..$$

7.2.4 Расчет годовых текущих затрат на электроэнергию

Затраты на электроэнергию $S_{эл}$ определяются по формуле [16]:

$$S_{эл} = Ц_{эл} \cdot \omega_{эл} \cdot K_{н.л} \cdot T_{год}, руб / год, \quad (1.129)$$

где $Ц_{эл}$ - тарифная стоимость 1 кВт×ч электроэнергии для жилых или административных зданий, р.;

$\omega_{эл}$ - часовой расход электроэнергии, кВт×ч.

					44.03.04. 507. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		94

$$\omega_{эл} = N_{эл} \cdot k_c \cdot k_{авт} \cdot \eta, кВт/ч, \quad (1.130)$$

где $N_{эл}$ - номинальная мощность электродвигателя привода лебедки, кВт;

k_c - коэффициент спроса электродвигателя;

$k_{авт}$ - коэффициент, учитывающий дополнительные затраты электроэнергии в системе автоматики и управления лифтом;

η - коэффициент полезного действия (КПД) электродвигателя колеблется от 71% до 85%.

$$\omega_{эл} = 10 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 0,77 = 5,39 кВт/ч.$$

$$S_{эл} = 4,67 \cdot 5,39 \cdot 0,1 \cdot 8304 = 20902,24 руб/год.$$

7.2.5 Расчет экономического эффекта и срока окупаемости лифта

Экономический эффект от экономии времени пассажиров в производственных и административных зданиях за год эксплуатации лифта $\mathcal{E}_г$ условно можно определить по формуле [16]:

$$\mathcal{E}_г = \Delta t \cdot S_{раб.вр.} \cdot A \cdot d \cdot (T_{год} / 3600), руб/год, \quad (1.131)$$

где Δt - разница между временем «кругового рейса» пассажира при пользовании лифтом и при ходьбе пешком, с;

$S_{раб.вр.}$ - средняя стоимостная оценка рабочего времени 1 служащего. Ее можно принять в размере 80 - 150 руб./чел.ч;

A - усредненная величина часового пассажиропотока, чел./ч;

d - коэффициент перехода для определения 1 чел.ч свободного времени;

$T_{год}$ - число часов работы лифта в год, ч.

$$\mathcal{E}_г = 60 \cdot 120 \cdot 0,5 \cdot 10 \cdot (8304 / 3600) = 83040 руб/год.$$

Экономический эффект от экономии времени пассажиров в жилых зданиях можно назвать социальным эффектом $\mathcal{E}_{соц}$, т.к. он учитывает только экономию времени «кругового рейса» жителей при пользовании ими лифтом и при ходьбе пешком. Условно его можно оценить по формуле:

$$\mathcal{E}_{соц} = \Delta t \cdot A \cdot (T_{год} / 3600), чел.ч/год, \quad (1.132)$$

$$\mathcal{E}_{\text{соц}} = 60 \cdot 0,5 \cdot (8304 / 3600) = 70 \text{ чел.ч / год} .$$

$$T_{\text{окуп.}} = \frac{K}{\mathcal{E}_2}, \text{ год} , \quad (1.133)$$

$$T_{\text{окуп.}} = \frac{1254382}{83040} = 15 \text{ год} ,$$

Данные расчета экономических показателей сводятся в таблицу 6.

Таблица 6 - Техничко-экономические показатели лифта

Наименование показателей	Условные обозначения	Ед. измер.	Значение показателей
Капитальные вложения	К	тыс.р.	1254382
Время работы лифта	T _{год}	ч	8304
Годовая эксплуатационная производительность	П _{год}	чел./год д т/год	1195776
Годовые затраты на электроэнергию	S _{эл}	руб.	20902,24
Экономический эффект	Э _г или Э _{соц}	руб.	83040
Срок окупаемости лифта	T _{окуп}	год	15

8. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Разработка программы для руководителей и специалистов, ответственных за организацию безопасной эксплуатации лифтов.

Настоящая дополнительная профессиональная программа (ДПП) предназначена для дополнительного профессионального образования путем освоения программы повышения квалификации (ПК) различных категорий руководителей и специалистов организаций, ответственных за безопасную эксплуатацию лифтов.

Настоящая ДПП разработана в соответствии с требованиями "ТР ТС 011/2011. Технический регламент Таможенного союза. Безопасность лифтов", "ГОСТ Р 55964-2014. Национальный стандарт Российской Федерации. Лифты. Общие требования безопасности при эксплуатации".

Учебный план рабочей программы определяет контингент слушателей, распределение часов, отведенных на теоретическое изучение разделов учебной программы. Так же представлен календарный учебный график программы, где обозначено количество учебных часов в рабочие дни прохождения занятий.

Оптимальное количество слушателей в группе 15 человек.

К освоению дополнительной профессиональной программы допускаются лица, имеющие среднее профессиональное или высшее образование, а так же лица, получающие среднее профессиональное или высшее образование.

При успешном освоении программы выдается удостоверение о повышении квалификации.

8.1 Учебный план программы повышения квалификации

Категория слушателей: руководители и специалисты, ответственные за организацию безопасной эксплуатации лифтов (прораб, начальник участков и главный инженер).

Форма обучения: очно-заочная(без отрыва от производства).

					44.03.04. 507. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		97

Трудоемкость: 24 часа, в т.ч. 8 часов электронного обучения.

Срок освоения: 3 дня, в т.ч. 1 день электронного обучения.

Режим занятий: 8 -10 академических(45мин.) часов в день.

Таблица 7 - Учебный план программы повышения квалификации

№	Наименование тем	Всего часов	Обучение		
			очное		электронное
			лекции	практика	
1	Основные законодательные акты в сфере технического регулирования.	2	1		1
2	Государственный контроль (надзор) за соблюдением требований технического регламента Таможенного союза "Безопасность лифтов".	3	1		1
3	Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 011/2011 «Безопасность лифтов».	6	2		2
4	Национальные стандарты Российской Федерации по лифтам.	6	4		2
5	Обязательное страхование гражданской ответственности владельца опасного объекта за причинение вреда в результате аварии на опасном объекте.	3	4		1
6	Порядок проведения технического расследования аварий на лифтах.	2	2		1
Итоговая аттестация: экзамен		2		2	
Итого:		24	14	2	8

8.2 Рабочие программы

Тема 1. Основные законодательные акты в сфере технического регулирования.

Принципы технического регулирования. Технические регламенты. Стандартизация. Подтверждение соответствия.

Тема 2. Государственный контроль (надзор) за соблюдением требований технического регламента Таможенного союза "Безопасность лифтов".

Уполномоченные органы Российской Федерации по обеспечению государственного контроля (надзора) за соблюдением требований технического

регламента Таможенного союза "Безопасность лифтов". Государственный контроль (надзор) за соблюдением требований технического регламента.

Порядок организации и осуществления государственного контроля (надзора) и защиты прав юридических лиц, индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора).

Тема 3. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 011/2011 «Безопасность лифтов».

Область применения и определения. Правила обращения на рынке. Требования к безопасности. Обеспечение соответствия требованиям безопасности. Подтверждение соответствия лифта, устройств безопасности лифта. Маркировка знаком обращения продукции на рынке государств - членов Таможенного союза. Защитительная оговорка. Переходные периоды.

Тема 4. Национальные стандарты Российской Федерации по лифтам.

Национальный стандарт Российской Федерации «Лифты. Общие требования безопасности к устройству и установке» ГОСТ Р 53780-2010.

Общие положения. Термины и определения. Требования безопасности и/или защитные меры к электрическим лифтам. Требования безопасности и/или защитные меры к гидравлическим лифтам. Требования безопасности и/или защитные меры к малым грузовым лифтам. Грузоподъемность и вместимость кабины. Документация. Формы паспортов лифтов.

Национальный стандарт Российской Федерации «Лифты. Общие требования безопасности при эксплуатации» ГОСТ Р 55964-2014.

Область применения. Термины и определения. Общие положения. Обеспечение условий безопасной эксплуатации лифта. Требования к безопасной эксплуатации лифта. Состав и виды работ, выполняемых при эксплуатации лифта. Оценка соответствия лифта в период эксплуатации. Требования к организации диспетчерского контроля работы лифтов. Требования к специализированной организации, осуществляющей техническое обслуживание, ре-

					44.03.04. 507. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		99

монт, модернизацию лифтов и оборудования систем диспетчерского контроля работы лифтов. Требования к квалификации персонала.

Национальный стандарт Российской Федерации «Лифты. Диспетчерский контроль. Общие технические требования» ГОСТ Р 55963-2014.

Область применения. Термины и определения. Общие требования. Информация в кабине лифта. Требования к интерфейсу лифта. Требования к пульту диспетчерского контроля. Требования к электроснабжению устройств диспетчерского контроля. Маркировка. Документация. Монтаж, ввод в эксплуатацию и эксплуатация устройства диспетчерского контроля. Национальный стандарт Российской Федерации «Лифты. Общие требования к модернизации находящихся в эксплуатации лифтов» ГОСТ Р 55965-2014.

Область применения. Термины и определения. Общие требования. Организация и проведение модернизации лифтов. Требования к технической документации.

Национальный стандарт Российской Федерации «Лифты. Ввод в эксплуатацию. Общие требования» ГОСТ Р 55969-2014.

Область применения. Термины и определения. Порядок ввода лифта в эксплуатацию.

Тема 5. Обязательное страхование гражданской ответственности владельца опасного объекта за причинение вреда в результате аварии на опасном объекте.

Объект обязательного страхования, страховой риск и страховой случай. Осуществление обязательного страхования. Опасные объекты. Страховая сумма и предельные размеры страховой выплаты потерпевшему. Страховая премия и страховые тарифы. Страховая выплата. Правила обязательного страхования. Договор обязательного страхования. Основные права и обязанности страхователя и страховщика. Компенсационные выплаты.

Тема 6. Порядок проведения технического расследования аварий на лифтах.

					44.03.04. 507. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		100

Понятие аварии на лифтах. Порядок проведения технического расследования причин аварии. Формирование комиссии. Порядок оформления результатов расследования.

В результате выполнения методической части дипломного проекта сформирована учебная программа по освоению правовых вопросов организации безопасной эксплуатации лифтов. Программа состоит из учебного плана и описания её содержания.

					44.03.04. 507. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		101

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной дипломной работе был изучен способ технологии монтажа, который основывается на нормативно-технической документации и соответствует социально-экономическим условиям, в связи с их изменениями. Было приведено подробное описание и работа составных частей лифта: лебёдки, кабины, ловителей, дверей кабины и приводов, двери шахты, противовеса, ограничителя скорости, устройства управления лифтом, а так же функциональной и принципиальной систем устройства управления. Были определены основные параметры лебедки без учета динамики переходных режимов и обоснование размеров шахты лифта.

В экономической части было проведено технико-экономическое обоснование необходимости разработки, расчет капитальных затрат и расчет годового экономического эффекта от внедрения.

В методической части разработана рабочая программа по повышению квалификации руководителей и специалистов, ответственных за организацию безопасной эксплуатации лифтов.

					44.03.04. 507. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		102

15. Ионов А.А. Расчет производственных мощностей и штатов управления по эксплуатации лифтов. Методические указания к курсовой работе по курсу «Эксплуатация лифтов». М.: МИСИ, 1984, 25с.

16. Ионов А.А., Симакова Н.А. Техничко-экономическое обоснование проектирования, модернизации и монтажа лифтов. Учебно-практическое пособие.

					44.03.04. 507. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		104