

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования

«Южно–Уральский государственный университет  
(национальный исследовательский институт)»

Факультет «Автотранспортный»  
Кафедра «Колёсных и гусеничных машин»

РАБОТА ПРОВЕРЕНА  
Рецензент, должность и место работы

\_\_\_\_\_  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ  
Заведующий кафедрой,  
к.т.н., профессор  
\_\_\_\_\_/В.Н. Бондарь/  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

**ВНЕДРЕНИЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДА В КРАНОМАНИПУЛЯТОРНУЮ  
УСТАНОВКУ ГРУЗОВОГО АВТОМОБИЛЯ  
ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ  
ЮУрГУ – 23.04.02.2020.066.00.00 ПЗ ВКР**

Руководитель ВКР,  
д.т.н., профессор  
\_\_\_\_\_/Мамбеталин К.Т./  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020г.

Автор работы  
Студент группы П – 206  
\_\_\_\_\_/Суворов Д.Е./  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020г.

Нормоконтролер  
к.т.н., доцент  
\_\_\_\_\_/Дуюн В.И./  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020г.

## АННОТАЦИЯ

Суворов Д.Е. Внедрение электропривода в краноманипуляторную установку грузового автомобиля – Челябинск: ЮУрГУ, АТ; 2020, 89 с. 35 ил., библиогр. список – 13 наим., 2 прил., 10 листов чертежей ф. А1.

Цель – используя современные вычислительные средства, техническую литературу и программное обеспечение, модернизировать систему краноманипуляторной установки грузового автомобиля путем внедрения электропривода, как альтернативного источника питания. Также, для управления обновленной системой необходимо создать электрическую схему управления.

Задачи – изучить техническую литературу по назначению модернизируемого объекта, условия, в которых актуально его использование, чертежи и возможности модернизации, разработать математическую модель системы автоматического управления, а также принципиальные электрические схемы для этой системы.

В работе рассмотрены текущие проблемы, представлена оценка актуальности предлагаемой модернизации, определены узлы и дополнительные агрегаты, которые будут внедряться в систему, была оценена экономичность, затратность и окупаемость данного технического решения.

					<b>ЮУрГУ – 23.04.02.2020.066.00.00 ПЗ</b>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
Разраб.	Суворов Д.Е.				<b>Внедрение электропривода в краноманипуляторную установку грузового автомобиля</b>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
Провер.	Мамбеталин К.Т.						3	89
Н.контр	Дуюн В.И.					<b>ЮУрГУ, кафедра КГМ</b>		
Уте.	Бондарь В.Н.							

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
<b>1 СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ</b>	
1.1 Проблемы производственной деятельности .....	9
1.2 Оценка и попытки решения проблем, связанных с внедрением.....	10
1.3 Существующие технические предложения.....	13
<b>2 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ</b>	
2.1 Грузовые погрузчики и их классификация .....	18
2.2 Краноманипуляторная установка .....	26
2.2.1 Основные узлы .....	26
2.2.2 Принципы функционирования .....	28
2.2.3 Применение .....	29
2.2.4 Сменные рабочие органы .....	29
2.2.5 Основные технические показатели .....	30
2.2.6 Стреловое оборудование КМУ .....	31
2.2.7 Система управления.....	34
2.2.8 Аутригеры .....	35
2.2.9 Система безопасности .....	36
2.2.10 Крупнейшие производители .....	36
<b>3 КОНСТРУКТИВНАЯ ЧАСТЬ</b>	
3.1 Определение объекта модернизации .....	38
3.2 Оценка актуальности установки.....	41
3.3 Подключение привода к масляному насосу КМУ .....	42
3.4 Конструкция блока управления.....	44
3.5 Конструкция блока АКБ и установочные размеры .....	46
<b>4 РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ</b>	
4.1 Расчет потребляемой мощности насоса и выбор двигателя .....	48
4.2 Синтез системы управления скорости вращения двигателя .....	50

4.3 Система управления элементами привода .....	52
4.4 Компоновка элементов системы управления.....	56
4.4.1 Выбор стоек .....	56
4.4.2 Выбор реле.....	57
4.4.3 Выбор тахогенератора .....	58
4.5 Система привода АКБ .....	59
<b>5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ</b>	
5.1 Характеристика, классификация, конструктивные особенности и технологические возможности автопогрузчиков .....	64
5.2 Транспортная характеристика грузов .....	70
5.3 Технология выполнения погрузочно–разгрузочных работ .....	74
5.4 Подходы к выбору АТ и ПРС .....	76
5.5 Требования техники безопасности, охраны труда и охраны окружающей среды, предъявляемые к АТ и ПРС, а также к выполнению погрузочно–разгрузочных операций и перевозок .....	78
<b>6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ</b>	
6.1 Сравнительный анализ затрат.....	81
6.2 Расчет расходов на модернизацию.....	83
6.3 Расчет окупаемости.....	87
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b> .....	88
<b>БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК</b> .....	89
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ</b>	
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ А.СПЕЦИФИКАЦИИ</b> .....	
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ Б.ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ</b> .....	

## ВВЕДЕНИЕ

Транспортная инфраструктура, а также ее составляющие представляет собой сложный комплекс средств и способов их использования. Рассматривая в отдельности промышленный транспорт, можно сказать, что он является неотъемлемой частью промышленного производства в целом, так как выполняет ряд важнейших задач. Основной задачей этого комплекса можно считать бесперебойное обеспечение производственных площадей необходимым оборудованием и материалами.

Также, помимо основных задач, транспортная отрасль при определенном взаимодействии с ней, выполняет ряд других немаловажных функций, к которым можно отнести:

- логистическую, как основную в транспортной отрасли, которая играет важнейшую роль в качестве связующего звена на всех этапах производства продукции
- экономическую, заключающуюся в обеспечении связи предприятий, а также координации деятельности во всех основных отраслях промышленной экономики;
- социологическую, заключающуюся в понимании ценности, а отсюда экономии времени человека, и как результат облегчении труда и повышении его производительности;
- научную, значимость которой можно рассмотреть с нескольких позиций: во-первых, с течением времени транспорт, шагая в ногу с техническим прогрессом, нуждается в совершенствовании, тем самым ставит перед наукой новые задачи, во-вторых, как результат, более развитый и унифицированный транспорт позволяет интенсивно развиваться многим направлениям науки, в очередной раз, показывая тем самым, что в транспортной структуре все тесно взаимосвязано.

					ЮУрГУ – 23.04.02. 2020. 066. 06 ПЗ ВКР	Лист
						6
Изм	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

В данной работе была произведена планировка, расчет и внедрение в краноманипуляторную установку грузового автомобиля альтернативного источника, позволяющего расширить, тем самым унифицировать в определенном смысле, возможности краноманипуляторной установки, основное предназначение которой заключается в разгрузке или погрузке производственного оборудования и материалов, а также помощи при транспортировке и проведении работ на перемещаемом объекте.

Сам по себе рассматриваемый в работе транспорт является ярким примером того, что при необходимости, возможно, не прилагая особых усилий с научной точки зрения добиться значительного прогресса в экономической и социологической сфере транспортной отрасли, а именно сократить финансовые затраты на транспорт и как результат – снизить временные затраты и повысить производительность труда.

Помимо непосредственной разработки идеи, необходимо четко понимать, что данная модернизация актуальна лишь в том случае, когда ее обновленные способности действительно необходимы для конкретного покупателя или предприятия.

Также, стоит понимать, что затраты хоть и невелики, с оговоркой на сроки и время использования, не каждый частный покупатель или крупный производитель, приобретающий дооборудованный автомобиль, готов их понести по нескольким причинам: например если работы, которые необходимо провести необходимы в определенное, ограниченное время или составляют небольшую часть от общего объема за выделенный срок.

Целью данной работы является планировка и последующее внедрение электрического привода в краноманипуляторную установку грузового автомобиля. Для осуществления этой цели ставятся задачи, которые сводятся к рассмотрению возможных вариаций установки данного привода на автомобиль, а также поиск возможных решений, позволяющих унифицировать, тем самым извлечь максимальную выгоду от данного технического решения.

					<i>ЮУрГУ – 23.04.02. 2020. 066. 06 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
						7
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Помимо установки, требуется разработать систему управления данным приводом, чтобы он отвечал современным запросам и ожиданиям конечного потребителя.

В качестве исходных данных для при разработке использованы следующие данные:

- характеристики краноманипуляторных установок серии UNIC;
- данные на спектр грузовых автомобилей;
- чертежи размещения узлов модернизируемого автомобиля;
- материалы СП, ГОСТов и других документов.

					<i>ЮУрГУ – 23.04.02. 2020. 066. 06 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
						8
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

# 1 СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ

В настоящее время большая часть предприятий, как мелких, так и крупных, для решения проблем с перевозкой своей продукции, либо при проведении каких-либо работ непосредственно на рабочих местах, пользуются услугами грузовых транспортных средств, в частности грузовых автомобилей с грузоподъемными установками, а частности с краноманипуляторными, которые впоследствии мы будем называть самопогрузчиками. Они очень удобны, так как сочетают в себе сразу несколько функций, что позволяет сэкономить значительный объем средств, в сравнении приобретения по отдельности транспорта, который в общем даст те же самые результаты.

## 1.1 Проблемы производственной деятельности

Зачастую, погрузочно – разгрузочные работы производятся не на прилегающей территории промышленного предприятия, а непосредственно внутри. Это может быть перемещение крупногабаритной продукции между цехами, где на каждом этапе продукцию готовят в разных условиях, или же транспортировка готовой продукции на склад временного или постоянного ожидания.

Не все предприятия в состоянии приобрести специальное оборудование для таких нужд, поэтому используют более унифицированное, способное не только переместить изготавливаемую им продукцию на короткие расстояния, но и, при необходимости осуществить ее доставку покупателю, в случае если у него нет возможности забрать продукцию по причине отсутствия в своем распоряжении аналогичного транспорта, нехватки времени или иных причин.

Для поддержания работоспособности выполняющего задачу транспортного средства, необходимо чтобы оно, постоянно находилось в рабочем

					ЮУрГУ – 23.04.02. 2020. 066. 06 ПЗ ВКР	Лист
						9
Изм	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

состоянии, а именно постоянно работал двигатель, который и питает само манипуляторное устройство, работающее с грузом.

Это создает большие проблемы, особенно если во время проведения работ на отведенном участке, выполняют свою работу другие рабочие предприятия, так как, работающий автомобиль, особенно грузовой, создает мягко говоря, некомфортные условия для их деятельности, снижая тем самым производительность труда. Основными неблагоприятными условиями можно считать повышенные шумы, а также вредные выхлопные газы автомобиля, находящегося в работе. Также стоит отметить, что под нагрузкой количество газов соответственно возрастает, что только усугубляет ситуацию.

## 1.2 Оценка и попытки решения проблем, связанных с внедрением

В настоящее время в рассматриваемой области для решения такого рода проблем делается очень мало, а сами разработки носят скорее местный, а не массовый характер, да и сами внедрения создаются, так сказать, кустарным способом и только частично решают проблемы, которые так и остаются актуальными.

Возможно, излишние шумы не так сильно вредны для рабочих, ведь на большом предприятии, помимо работающего грузового автомобиля, источников шума достаточно много, но касаясь выхлопных газов, которые выделяются при работе, говорить, что ими можно пренебречь, будет не совсем правильно, а точнее совсем неправильно.

В качестве варианта решения проблемы выхлопных газов возможно приобретение небольших погрузчиков (Рисунок 1.1), на которые можно установить газобаллонное оборудование (ГБО), но это лишь сокращает выбросы, которые также остаются, хотя и в меньших количествах.

Помимо отдельных затрат на приобретение, обслуживание, а также установку ГБО на данные погрузчики, нужда в грузовом автомобиле остается

					<i>ЮУрГУ – 23.04.02. 2020. 066. 06 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
						<i>10</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

актуальной, поэтому это вдвойне затратное дело, так как, если грузовой автомобиль не имеет в своем распоряжении КМУ, то и на месте разгрузки будет также существовать необходимость в тех же самых погрузчиках, что как итог лишь увеличит затраты, которые не каждое предприятие будет готово понести в угоду создания более благоприятных условий труда рабочих или долгосрочной перспективы экономии денежных средств.



Рисунок 1.1 – Грузовой погрузчик на предприятии

Также, если рассмотреть более бюджетные варианты уменьшения выбросов, можно остановить свое внимание на специальных устройствах, которые отводят через специальные патрубки выхлопные газы автомобиля на улицу. На практике – это простые резиновые шланги, которые закрепляются на выхлопную трубу автомобиля одним концом, другой конец просто выносят на улицу.

Для наглядного представления того, как выглядит данное приспособление, обратимся к рисунку 1.2. Данное решение в какой-то мере имеет ме-

Изм	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата

сто быть, так как оно не такое затратное для предприятия, но, например, при перемещении автомобиля по предприятию, это устройство либо нужно отсоединять, либо перемещать также совместно с автомобилем, потому как изначально оно создавалось для отвода газов на автомобиле который прогревают в боксе для последующей эксплуатации вне него, что создает дополнительные трудности, поэтому зачастую этим способом попросту пренебрегают.



Рисунок 1.2 – Отводящее выхлопные газы устройство

Внесение любого, даже незначительного изменения в промышленный объект, который по своей сути при разработке был в достаточной степени оптимизирован со всех сторон, в большей или меньшей степени, влияющих

на его производительность, изначально дело непростое, а если в конструкцию вносится двигатель с системой управления, встает вопрос либо обустройства готового, либо создания нового свободного места для его установки.

Также немаловажную роль играет установка оборудования не просто на свободном, а также и действительно пригодном по определенным параметрам месте.

Например, необходимо создать условия для естественного охлаждения двигателя (оставить небольшие зазоры по его периметру установки), учесть вибрации, появляющиеся в процессе работы, которые могут негативно сказаться на других элементах автомобиля и, как результат если не вывести их из строя, то нарушить их нормальную работу. Таких условий еще достаточно много и все их необходимо учитывать при разработке.

Если мы говорим о более маленьких доработках, таких как размещение блока управления, то тут все проще, достаточно учесть несколько основных факторов: обеспечение электробезопасности, надежности креплений и соединений и самое главное исключить попадание влаги в корпус. Сами по себе устройства никаких значительных воздействий на автомобиль не оказывают.

### 1.3 Существующие технические предложения

Краноманипуляторные установки размещают на автомобиле разными способами, исходя из вида работ и особенности конструкции модернизируемого автомобиля. Самый популярный вид размещения, представлен на рисунке 1.3, исходя из которого мы можем более наглядного представить возможное место установки основного агрегата внедряемой системы, а также на начальных этапах оценить актуальность выбранного места по основным параметрам.

					<i>ЮУрГУ – 23.04.02. 2020. 066. 06 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
						<i>13</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		



Рисунок 1.3 – КМУ на грузовом автомобиле (вариация 1)

На рисунке представлена краноманипуляторная установка на грузовом автомобиле «Камаз». Вариантов самой установки достаточно много, например, она может также располагаться позади автомобиля, сбоку, либо даже в кузове, но представленный вариант имеет самое широкое распространение, поэтому будем использовать его[8].

Стоит также сказать, что даже расположение на раме между кабиной и кузовом имеет несколько вариантов и, как результат, предлагает нам больше вариантов для установки привода.

Например, на рисунке 1.4 изображена другая вариация расположения установки.



Рисунок 1.4 – КМУ на грузовом автомобиле (вариация 2)

Как видно управление осуществляется без подъема на специальное место, что имеет как плюсы, так и минусы, но также является вариацией, кому как нравится.

Также, рассматривая блок управления перемещением стрелы, следует сказать о том, что он может быть расположен как симметрично (элементы управления располагаются по обеим сторонам КМУ), так и на одной из сторон, исходя из чего, также можно разными способами решать проблему с местом установки.

Например, на грузовой автомобиль, где блок располагается по одной стороне, привод можно устанавливать по другую сторону. Так как размеры двигателя небольшие, можно установить специальную площадку, на которой он будет непосредственно размещен.

Если же блок симметричен, установка привода также возможна, но будет создавать некоторые неудобства, поэтому ее разумнее перенести на место под кузовом, где его достаточно, более того, это более благоприятно скажется на влагозащите оборудования.

					ЮУрГУ – 23.04.02. 2020. 066. 06 ПЗ ВКР	Лист
						15
Изм	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

В общем, можно заключить, что проблемы с поиском места нет. Причиной этому может случить предоставление возможности владельцу грузового автомобиля установки дополнительного оборудования, например, дополнительных баков для топлива, ящиков для инструмента, мест для крепления запасных колес или же, как в нашем случае, внедряемого привода.

Также, стоит упомянуть, что нам необходимо произвести закрепление дополнительной аккумуляторной батареи и подготовить место для установки блока управления проектируемым объектом, что будет являться меньшей проблемой, потому как с технической точки зрения это не составляет проблем а места как мы выяснили у нас достаточно.

Для того, чтобы рассчитать мощность и подобрать необходимый двигатель по результатам этого самого расчета, следует сначала определиться и понять, какую работу он будет производить, мощности которые должен отдавать. Для этого нужно определить основной узел, который будет потреблять эту самую мощность двигателя постоянного тока, заменой которому изначально был противопоставлен двигатель внутреннего сгорания. Обратимся к краткой справке о краноманипуляторных установках фирмы Furukawa, одной из самых известных марок установок, которые мы и выбрали для модернизации[7].

Японская компания Furukawa Unic создана в 1946 году для производства гидравлических телескопических манипуляторов, оборудования для автоэвакуаторов и другой техники.

Наиболее узнаваемой продукцией Furukawa Unic среди машин и спецоборудования являются гидравлические краны–манипуляторы, выпускаемые под торговой маркой UNIC. С 1961 года Furukawa Unic начала продажи автомобильных краноманипуляторных установок, чем внесла весомый вклад в развитие грузового автотранспорта.

В настоящее время продукция Furukawa UNIC известна более чем в 100 странах мира. Фирма разработала более 300 моделей и модификаций крано-

манипуляторных установок UNIC для всех классов грузовых автомобилей, обеспечивающих максимум потребностей покупателей.

Автомобильные краноманипуляторные установки и краны–манипуляторы гусеничные UNIC – это гидравлические краны с полноповоротной, телескопической стрелой, тросовой подвеской крюка и грузоподъемностью от 1,0 до 13,6 тонн. Они могут иметь до шести секций в стреле, комплектоваться гуськом, задними аутригерами, дистанционным управлением и другим оборудованием.

					<i>ЮУрГУ – 23.04.02. 2020. 066. 06 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
						<i>17</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

## 2 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 2.1 Грузовые погрузчики и их классификация

Грузовые автомобили–погрузчики (самопогрузчики) обеспечивают перевозку и механизацию погрузки и выгрузки различных штучных или затаренных грузов. Они оборудованы специальными устройствами и механизмами, привод которых осуществляется от двигателя автомобиля.

По типу погрузочно–разгрузочного оборудования автомобили–самопогрузчики бывают со стреловыми кранами, с качающимися порталами, грузоподъемными бортами, наклоняющейся рамой и со съемными кузовами.

Самопогрузчики с качающимися порталами предназначены для перевозки универсальных контейнеров массой 2,5 т. Погрузка и выгрузка контейнеров производится при помощи порталов, которыми оборудуются бортовые автомобили и автомобили–фургоны.

Портал шарнирно соединен с полом кузова автомобиля и имеет гидравлический привод. При погрузке груз закрепляется в верхней части портала, который, наклоняясь вперед к кабине автомобиля, опускает его на пол кузова. Выгрузка производится в обратном порядке. При помощи гидравлического привода осуществляется не только подъем и опускание груза, но и фиксация его в любом промежуточном положении.

Качающиеся порталы более просты по конструкции, чем стреловые краны, и имеют меньшую собственную массу. Они обеспечивают ускорение процесса погрузочно–разгрузочных работ. Так время погрузки или разгрузки одного универсального контейнера с грузом не превышает 3–5 мин. Однако качающиеся порталы выполняют погрузку и выгрузку контейнеров только со стороны заднего борта кузова и не обеспечивают их размещение в любом месте кузова.

Автомобили – самопогрузчики со съёмными кузовами предназначены для перевозки промышленных, строительных, сельскохозяйственных грузов с механизированным снятием и установкой загруженных кузовов.

Съёмные кузова легко и быстро отделяются от шасси автомобилей и устанавливаются на опоры или поверхность дороги для выполнения погрузочно – разгрузочных работ и временного хранения грузов.

Съёмными кузовами могут быть бортовые платформы, самосвальные кузова, фургоны и цистерны, которые часто оборудуются специальными опорными стойками, регулируемые по высоте. Съёмные кузова закрепляются на шасси автомобилей при помощи поворотных фиксирующих устройств (замков).

Автомобили со съёмными кузовами часто бывают оборудованы качающейся рамой – порталом, имеющей гидравлический привод. Для перевозки съёмных кузовов – контейнеров используются автомобили–самопогрузчики с наклоняющейся рамой, которая имеет гидравлические подъемные механизмы.

Применение автомобилей – самопогрузчиков со съёмными кузовами существенно сокращает время их простоя под погрузкой и разгрузкой, значительно снижает себестоимость перевозок и сокращает потребное количество автомобилей для перевозки грузов. Кроме того, автомобили со съёмными кузовами обеспечивают транспортировку грузов практически без порожних пробегов.

Автомобили – самопогрузчики с грузовыми бортами обеспечивают погрузку и разгрузку штучных или затаренных грузов массой одного места от 100 до 2500 – 3000 кг.

Грузоподъемными бортами обычно оборудуются бортовые автомобили и автомобили–фургоны, грузоподъемность которых более 2,5 т. Грузоподъемным является задний борт кузова. Привод этого борта обеспечивает его горизонтальное положение при подъеме от уровня земли до уровня пола ку-

зова и наоборот – при опускании. В транспортном положении грузовой борт закрыт.

В тех случаях, когда кузов автомобиля не имеет бортов, грузоподъемный борт выполняется в виде съемной горизонтальной площадки, размеры которой несколько меньше борта кузова автомобиля.

Привод грузоподъемного борта может быть механическим, гидравлическим и комбинированным. Перемещение грузоподъемного борта происходит по вертикальным направляющим стойкам или при помощи шарнирного параллелограмма [1].

Грузоподъемность борта составляет 0,5–3 т, погрузочная высота – 1,2–1,4 м, время подъема и опускания груза – 15–20 с. Применение автомобилей–самопогрузчиков с грузоподъемными бортами значительно повышает их производительность и снижает себестоимость перевозок за счет резкого сокращения потерь времени на простои при погрузке и выгрузке. При этом создаются условия для лучшей сохранности перевозимых грузов.

Полуприцепы–контейнеровозы служат для перевозки универсальных автомобильных, железнодорожных и большегрузных контейнеров. Они используются в основном при доставке грузов предприятиям и организациям с железнодорожных станций, морских портов и аэропортов в местном и международном сообщениях.

Полуприцепы – контейнеровозы выполняются одноосными или с одной двухосной тележкой. Они могут иметь ровную или ступенчатую грузовую платформу (с пониженной средней частью). При ступенчатой платформе снижается центр тяжести груженого полуприцепа–контейнеровоза и повышается его устойчивость.

Для перевозки большегрузных контейнеров полуприцепы – контейнеровозы имеют специальные поворотные устройства (замки) для фиксации контейнеров на грузовой платформе. Они могут быть оборудованы гидравлическими погрузочно – разгрузочными устройствами.

					<i>ЮУрГУ – 23.04.02. 2020. 066. 06 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
						20
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Выпускаемые в нашей стране полуприцепы–контейнеровозы имеют грузоподъемность 5–30 т, а их погрузочная высота составляет 0,5–2,5 м.

Применение прицепов–контейнеровозов при транспортировке грузов экономически очень выгодно, так как значительно снижаются простои при погрузочно – разгрузочных работах.

Самопогрузчики со стреловыми кранами служат для перевозки универсальных автомобильных контейнеров. Они могут грузить и разгружать тарные грузы как на своей платформе, так и на платформах рядом расположенных автотранспортных средств [1].

Они представляют собой бортовые автомобили, оборудованные гидравлическими кранами, которые складываются в транспортном положении. Конструкции кранов и их гидравлических приводов аналогичны и отличаются только размерами узлов. Краны – поворотные, консольного типа, устанавливаются на раме автомобиля между кабиной и грузовым кузовом. Грузоподъемность кранов составляет 0,5 – 5 т.

### Классификация грузовых ТС

Для автоперевозок грузов автотранспортными предприятиями используется грузовой подвижной состав: грузовые автомобили и автомобильные прицепы различной грузоподъемности (бортовые, самосвалы, фургоны, в том числе изотермические, цистерны и другие), автомобили повышенной проходимости, автомобили – тягачи с полуприцепами. Эта часть транспортной сети также имеет свою разветвленную структуру.

Классификация грузовых транспортных средств по различным основаниям выглядит следующим образом:

#### **По типу кузова**

- закрытый тип
- контейнер

- тентованный
- рефрижератор (изотермический кузов)
- изотермический фургон
- микроавтобус
- открытый тип
- бортовой
- самосвал
- контейнерная площадка
- кран
- автотранспортер
- цистерна
- лесовоз
- седельный тягач

#### **По группам**

- I группа – бортовые автомобили (автомобили–фуры общего назначения);
- II группа – специализированные (самосвалы, фуры, рефрижераторы, контейнеровозы, седельные тягачи с полуприцепами, балластные тягачи с прицепами);
- III группа (условно) – автомобили–цистерны;

#### **По количеству осей**

- двухосные
- трехосные
- четырехосные
- пятиосные и более

					<b>ЮУрГУ – 23.04.02. 2020. 066. 06 ПЗ ВКР</b>	<i>Лист</i>
						22
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

### **По осевым нагрузкам (на наиболее загруженную ось)**

- до 6 т включительно
- свыше 6 т до 10 т включительно

### **По колесной формуле**

- 4х2
- 4х4
- 6х4
- 6х6

### **По составу**

- одиночное транспортное средство
- автопоезд в составе:
- автомобиль – прицеп
- автомобиль – полуприцеп

### **По типу двигателя**

- бензиновые
- дизельные

### **По грузоподъемности**

- малой
- средней
- большой
- от 1,5 до 16 тонн
- свыше 16 тонн

Такое многообразие способов классификации объясняется потребностью выделения отдельных параметров транспортных средств, для выбора последних при перевозке грузов на основании оптимального сочетания экономичности, скорости доставки, коммерческой пригодности, безопасности, вместимости, грузоподъемности и т.д. [3].

Список перечисленных оснований является приблизительным, так как его можно продолжить, исходя из определенных функциональных назначений транспортных средств, их эксплуатационных характеристик, специфики перевозимых грузов и т.д..

Кроме вышперечисленных способов классификации, отраслевой нормалью ОН 025 270 – 66 введена классификация и система обозначения автомобильного подвижного состава (Рисунок 1.5). Так, в отношении грузовых автомобилей принята следующая система обозначения автотранспортных средств (АТС) [2]:

1–я цифра обозначает класс грузовых автомобилей по полной массе:

Полная масса, т	Эксплуатационное назначение автомобиля					
	Бортовые	Тягачи	Самосвалы	Цистерны	Фургоны	Специальные
до 1,2	13	14	15	16	17	19
1,2 до 2,0	23	24	25	26	27	29
2,0 до 8,0	33	34	35	36	37	39
8,0 до 14,0	43	44	45	46	47	49
14,0 до 20,0	53	54	55	56	57	59
20,0 до 40,0	63	64	65	66	67	69
свыше 40,0	73	74	75	76	77	79

Рисунок 1.5 – Классификация автомобильного подвижного состава

**Примечание.** Классы от 18 до 78 являются резервными и в индексацию не включены.

- 2–я цифра обозначает тип АТС:
- 3–я цифра – грузовой бортовой автомобиль или пикап;
- 4 – седельный тягач;

- 5 – самосвал;
  - 6 – цистерна;
  - 7 – фургон;
  - 8 – резервная цифра;
  - 9 – специальное автотранспортное средство.
  - 3–я и 4–я цифры индексов указывают на порядковый номер модели;
  - 5–я цифра – модификация автомобиля;
  - 6–я цифра – вид исполнения:
- 1 – для холодного климата;**
- 6 – экспортное исполнение для умеренного климата;
- 7 – экспортное исполнение для тропического климата.

Некоторые автотранспортные средства имеют в своем обозначении через тире приставку 01, 02, 03 и т.д., что указывает на то, что модель или модификация является переходной или имеет дополнительные комплектации.

Перед цифровым индексом по данной классификации, в большинстве случаев, указывается буквенное обозначение завода–изготовителя (например, КамАЗ 5320). Обозначения автомобилей иностранных марок, в большинстве случаев, состоят из буквенного обозначения марки завода–изготовителя и заводского порядкового номера модели и модификации [2].

В настоящее время все большее распространение получают обозначения, принятые в международных требованиях по безопасности (Правилах ЕЭК ООН), разрабатываемых Комитетом по внутреннему транспорту Европейской экономической комиссии ООН. В соответствии с вышеуказанными Правилами принята следующая международная классификация грузовых АТС (Рисунок 1.6):

Категория АТС	Тип АТС	Полная масса, т	Примечания
1	2	3	4
N1	АТС с двигателем, предназначенные для перевозки грузов	До 3,5	Грузовые автомобили, специальные автомобили
N2		Свыше 3,5 до 12,0	Грузовые автомобили, автомобили-тягачи, специальные автомобили
N3	->-	Свыше 12,0	->-
01	АТС без водителя	До 0,75	Прицепы и полуприцепы
02	->-	Свыше 0,75 до 3,5	->-
03	->-	Свыше 3,5 до 10,0	->-
04	->-	Свыше 10,0	->-

Рисунок 1.6 – Классификация грузовых АТС

## 2.2 Краноманипуляторная установка

### 2.2.1 Основные узлы

На рисунке 2.1 представлена одна из самых распространенных установок UNIC 330. Стоит сразу заметить, что значений в наименовании моделей очень много, но все они отличаются различаются лишь по нескольким основным параметрам: вылету стрелы, грузоподъемности и количеству секций. Само техническое устройство практически неизменно[9] [10].

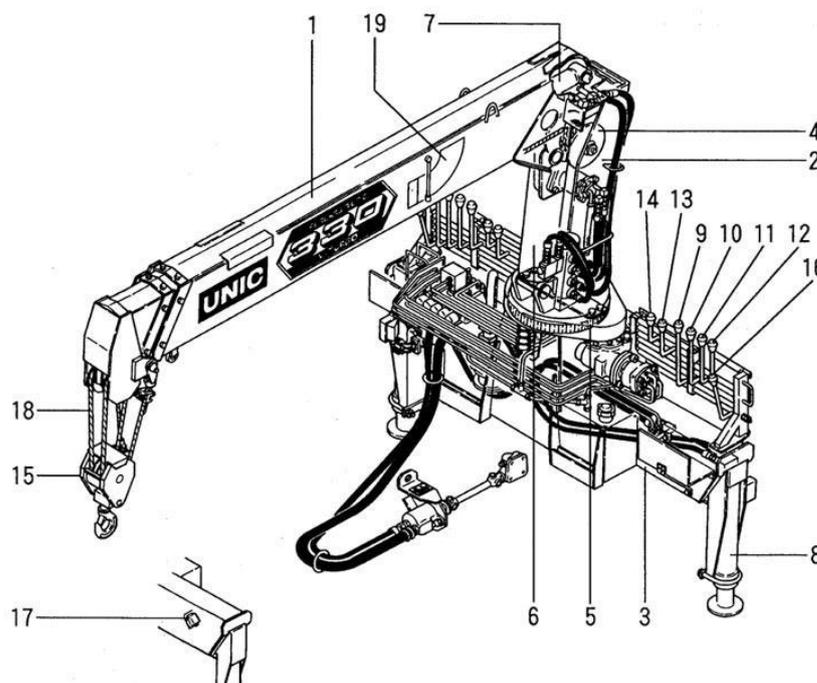


Рисунок 2.1 – Краноманипуляторная установка UNIC 330

Рассмотрим основные узлы КМУ:

1. Стрела. Обеспечивает перемещение груза в рабочей зоне. Выдвигается и задвигается с помощью гидроцилиндров.
2. Поворотная колонна. Это вертикальная часть крановой установки, на которой установлена стрела, грузовая лебедка, и гидроцилиндр изменения угла наклона стрелы. Колонна поворачивается поворотным механизмом.
3. Основание КМУ. Устанавливается на раму автомобиля.
4. Грузовая лебедка. Посредством гидромотора поднимает и опускает груз с помощью каната.
5. Поворотный механизм. Поворачивает колонну посредством гидромотора.
6. Гидроцилиндр подъема. Поднимает и опускает стрелу.
7. Гидроцилиндр телескопирования. Выдвигает и втягивает секции стрелы.
8. Аутригеры (выносные опоры). Аутригеры поддерживают кран-манипулятор в устойчивом положении во время работы.
9. Рычаг управления изменением угла наклона стрелы. Предназначен для изменения угла наклона стрелы.
10. Рычаг управления грузовой лебедкой. Управляет лебедкой, позволяя поднимать и опускать крюк.
11. Рычаг управления телескопированием стрелы. Управляет гидроцилиндрами, позволяя выдвигать и складывать стрелу.
12. Рычаг управления поворотом колонны. Управляет гидромотором поворота колонны, позволяя КМУ совершать вращательные движения вокруг своей оси.
13. Рычаги управления аутригерами. Управляют выдвижением и втягиванием аутригеров.
14. Рычаги управления аутригерами. Управляют выдвижением и втягиванием аутригеров.

Изм	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата

ЮУрГУ – 23.04.02. 2020. 066. 06 ПЗ ВКР

Лист

27

15. Крюк. Для закрепления груза.
16. Рычаг акселератора. Предназначен для регулировки оборотов двигателя.
17. Предупредительный сигнал. При нажатии кнопки звукового сигнала, включается звуковой сигнал автомобиля. Предназначен для предупреждения людей, находящихся в зоне работы.
18. Грузовой канат. Предназначен для поднятия груза.
19. Индикатор грузоподъемности. Показывает вес поднимаемого груза.

### 2.2.2 Принципы функционирования

Максимальное распространение в наши дни получили краны–манипуляторы, выполненные на автомобильном шасси, главное достоинство которых заключается в их многофункциональности. «Сам грузу, сам вожу» – этой фразой проще всего охарактеризовать данную машину. Автомобиль, на базе которого смонтирована КМУ, по сути, выполняет функции сразу двух единиц техники: автокрана и машины для перевозки груза (Рисунок 2.2).

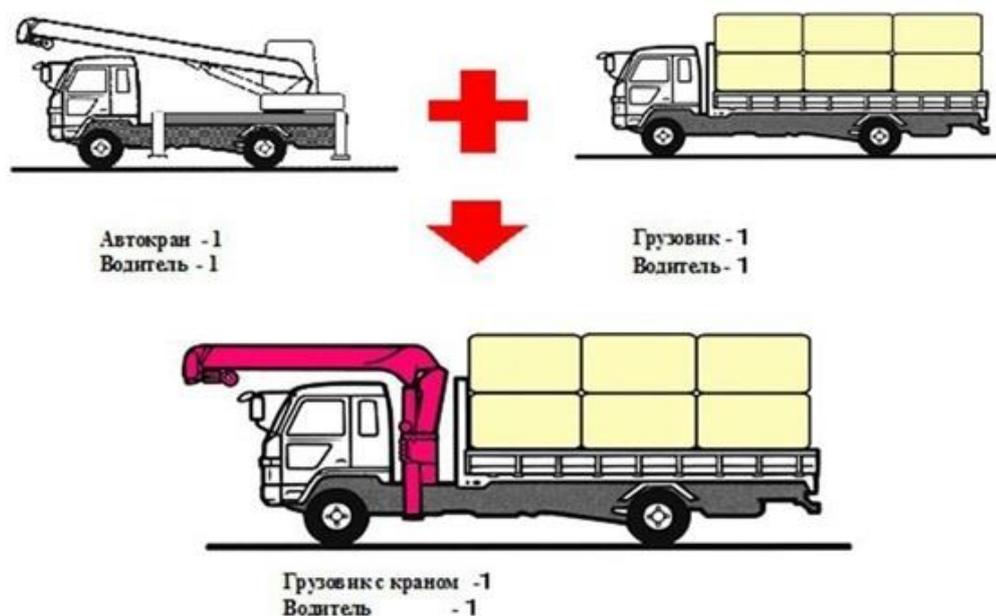


Рисунок 2.2 – Кран – манипулятор – замена двум машинам

Случается, что автокран оказывается неспособен выполнить возложенную на него функцию из-за своих, больших размеров. В этой ситуации кран–манипулятор также может оказаться достойной альтернативой.

### 2.2.3 Применение

Машина идеально справляется с механизацией погрузочно – разгрузочных работ, а потому может быть использована для подъема, погрузки и дальнейшей перевозки как одиночных предметов, так и грузов, расположенных на поддонах и паллетах, а также в контейнерах. С помощью этих машин можно успешно перевозить мелкокусковые грузы, станки, бытовки, стекло, бревна и другие длинномеры, металлический скрап и даже легковые автомобили, находящиеся в неисправном или аварийном состоянии. Кроме того, такие машины широко применяются в следующих случаях:

- при выполнении монтажных и высотных работ;
- в малоэтажном строительстве;
- в коммунальном хозяйстве;
- при выполнении работ ремонтно – восстановительного характера;
- при проведении работ в стесненных условиях.

### 2.2.4 Сменные рабочие органы

Зачастую в комплекте с кранами–манипуляторами идет сменное оборудование. В качестве примеров можно привести гидравлические захваты для контейнеров и штучных грузов, грейферы, востребованные при погрузке мелкокусковых и сыпучих материалов, люлька для подъема людей, захваты для рулонов, вилочные подхваты поддонов, грузозахваты для бордюрного камня и многое другое (Рисунок 2.3).

					<i>ЮУрГУ – 23.04.02. 2020. 066. 06 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
						29
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		



Рисунок 2.3 – Сменные рабочие органы КМУ

### 2.2.5 Основные технические показатели

Сферы использования и стоимость разных моделей кранов–манипуляторов зависят от следующих показателей, характеризующих данное оборудование:

- минимальное и максимальное значения вылета стрелы КМУ;
- грузоподъемность при минимальном и максимальном значениях вылета стрелы КМУ;
- грузовой момент стрелы при тех же параметрах вылета;
- высота опускания и подъема груза;
- тип подвески;
- минимально возможный радиус поворота КМУ;
- тип поперечного сечения стрелы
- разновидность системы телескопического выдвижения

Для манипуляторов, выполненных на базе грузового транспортного средства, важными эксплуатационными показателями являются грузоподъемность базовой машины, габариты погрузочной площадки (от них напрямую зависят максимальные размеры транспортируемого груза), применяемые аутригеры (опоры), качество исполнения и тип которых оказывают весомое влияние на максимальную массу груза, поднимаемого при помощи КМУ, и

Изм	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата

безопасность работы последней.

Рассматривая возможность покупки или аренды той или иной модели крана–манипулятора, следует ознакомиться с ее грузовысотной диаграммой (Рисунок 2.4), наглядно демонстрирующей все возможности грузоподъемной установки, позволяя потенциальному покупателю (пользователю) получить ее предельно адекватную оценку по совокупности рассмотренных выше параметров.

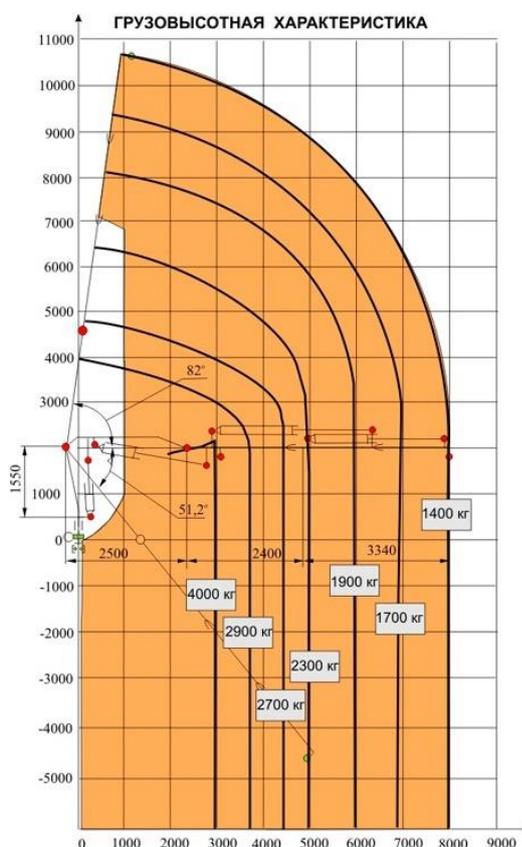


Рисунок 2.4 – Грузовысотная диаграмма модели ЛВ 220–01

### 2.2.6 Стреловое оборудование КМУ

В зависимости от типа используемой подвески выделяют краны–манипуляторы со стреловым оборудованием с шарнирным (на жесткой подвеске) и канатным (на гибкой подвеске) исполнением.

В случае с гибкой подвеской захват груза производится с использова-

нием грузового крюка, который располагается на конце лебедки. Ну а жесткая подвеска предусматривает шарнирное размещение крюка на оголовке стрелы.

В зависимости от типа складывания стреловое оборудование КМУ подразделяют на 2 типа:

- L – образное;
- Z – образное.

Будучи сложным для перевозки грузов, стреловое оборудование КМУ по своей форме напоминает соответствующие буквы английского алфавита.

Z-образная форма стрелы характерна для кранов-манипуляторов, выпускаемых под многими европейскими брендами. Нередко такую конструкцию именуют «коленчатой» либо шарнирно-сочлененной. В таком случае стреловое оборудование складывается в несколько колен.

На грузовом транспортном средстве КМУ данного типа может быть установлена сзади кабины водителя либо на заднем свесе кузова. В процессе перевозки груза данная конструкция располагается поперек рамы базовой машины.

Основное достоинство стрелового оборудования Z-образного типа заключается в его небольших размерах. Во время доставки грузов на машине с такой КМУ рабочий объем кузова используется максимально полно. Благодаря использованию нескольких колен данные установки позволяют осуществлять доставку тех или иных грузов в различные труднодоступные места, преодолевая препятствия, например, на этажи возводимых зданий.

Такая конструкция имеет и свои недостатки. К их числу относятся: возможность существенной перегрузки передней оси транспортного средства (если КМУ смонтирована за кабиной водителя базовой машины), необходимость в использовании мощного и, соответственно, дорогого шасси, а также сложность выполнения работ по погрузке и разгрузке в непосредственной

					<i>ЮУрГУ – 23.04.02. 2020. 066. 06 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
						32
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

близости к колонне крана (для складывания и раскладывания стрелового оборудования вокруг КМУ необходимо освободить достаточное свободное пространство).

Тем не менее, благодаря возможности использования самого разного навесного оборудования, крано – манипуляторные установки шарнирно – сочлененного типа способны решать огромное количество различных задач. Максимальная эффективность их применения достигается при выполнении работ с большими грузами и решении разных специальных задач.

L – образное стреловое оборудование получило широкое распространение на кранах – манипуляторах, выпущенных производителями из Японии, Южной Кореи и стран Северной Америки. В данном случае КМУ оснащается прямой телескопической стрелой и тросовой подвеской крюка.

При монтаже на базе грузового транспортного средства основная часть КМУ в сложенном состоянии устанавливается над кузовом (вдоль рамы машины) либо кабиной шофера. При выборе в пользу L – образного стрелового оборудования следует уделить особое внимание эксплуатационным параметрам установленной на нем лебедки.

Главными достоинствами использования кранов–манипуляторов с L – образным стреловым оборудованием являются:

- частичное перераспределение веса КМУ на заднюю ось базового транспортного средства, снижающее вероятность перегрузки передней оси;
- более высокая по сравнению с Z – образными конструкциями производительность в случае с подъемом и опусканием грузов при высоких значениях вылета стрелы (до 6 – 8 метров);
- более высокая точность работ, обеспечиваемая благодаря использованию тросовой подвески крюка, позволяющей выполнять перемещение груза по прямой траектории, без отклонений.

					<i>ЮУрГУ – 23.04.02. 2020. 066. 06 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
						33
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

К недостаткам L – образных КМУ относятся:

- ограничения, накладываемые на перевозку в кузове высоких грузов и погрузку сыпучих материалов «с горкой» (при расположении оборудования КМУ над кузовом);
- невозможность выполнения работ при наличии каких – либо препятствий для свободного перемещения стрелы.

Наиболее целесообразным применение кранов–манипуляторов с L – образным стреловым оборудованием бывает при проведении работ с тяжеловесными, но компактными грузами.

### 2.2.7 Система управления

Система управления в машинах этого типа обычно бывает представлена набором рычагов, каждый из которых отвечает за какое–либо определенное действие, будь то поднятие стрелы, выдвижение аутригеров, подъем либо опускание троса и др. Часто органы управления располагаются у основания стрелы по обеим сторонам основания КМУ.

Однако нередко производители размещают эти рычаги в верхней части основания стрелы, где находится кресло оператора. Выпускаемые сегодня модели кранов–манипуляторов нередко оборудуются дистанционными пультами управления, которые позволяют руководить функционированием КМУ на расстоянии.

Типичная система управления КМУ (Рисунок 2.5) – односторонняя или двусторонняя.



Рисунок 2.5 – Типичная система управления КМУ

### 2.2.8 Аутригеры

Аутригерами называются выдвижные опоры, которые при выполнении погрузочно–разгрузочных работ устанавливаются на грунт, обеспечивая тем самым необходимую устойчивость базовой машины. На кранах–манипуляторах используются аутригеры, отличающиеся по способу выдвижения, который может быть механическим и гидравлическим.

В первом случае выдвижение аутригеров осуществляется вручную. После установки на грунт аутригеры фиксируются в нужном положении.

Гидравлический метод выдвижения аутригеров предполагает использование компактных гидроцилиндров с приводом от гидромотора краноманипуляторной установки. Аутригерами этого типа оборудуются краны–манипуляторы, обладающие высокой грузоподъемностью.

Изм	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата

### 2.2.9 Система безопасности

Неотъемлемыми элементами конструкции любой модели крана–манипулятора являются устройства, обеспечивающие безопасность при его использовании. Основными узлами системы безопасности КМУ являются:

- датчик максимального выдвижения стрелы;
- звуковая и световая сигнализация;
- датчик превышения допустимой нагрузки;
- предохранительные клапаны.

### 2.2.10 Крупнейшие производители

К настоящему времени рынок кранов–манипуляторов может предложить покупателям как отечественные, так и зарубежные модели. Производством спецтехники данного типа занимается ряд российских компаний (ЗАО «БАКМ», ЗАО «Инман», «ВЕЛМАШ – С»), упомянутые ранее компании НИАВ и Palfinger, итальянский поставщик Amco Veba, японская фирма UNIC и мн. др.

Компактные, обладающие малой собственной массой краны–манипуляторы выпускает ЗАО «БАКМ», производственная база которого находится в Балашихе (Московская область). Производитель из Башкортостана, ЗАО «Инман», осуществляет поставку на рынок самых разных моделей кранов–манипуляторов с Z–образным стреловым оборудованием. При сборке КМУ широко применяются импортные комплектующие (от шведских, итальянских, финских поставщиков). Повышенная жесткость стрел обеспечивается благодаря использованию при их изготовлении прочного шести–гранного профиля.

Шведская компания НИАВ, являющаяся одним из мировых лидеров по производству кранов–манипуляторов, предлагает покупателям огромный ас–

					<i>ЮУрГУ – 23.04.02. 2020. 066. 06 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
						36
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

сортимент КМУ с грузовым моментом от 1 до 80 тм и максимальным вылетом стрелы от 2 до 27 м. Все установки отличаются широким диапазоном рабочих температур (от – 40°С до +50°С).

Известная итальянская компания Amco Veba осуществляет выпуск 3-х серий кранов-манипуляторов: «Стандарт» (универсальные модели), «С» (установки с обратным ходом стрелы) и «Е» (машины упрощенной конструкции). Производитель уделяет большое внимание безопасности выпускаемой продукции, что нашло отражение в лозунге компании: «Предельная безопасность при максимальной производительности!».

В более чем сто стран мира осуществляется поставка КМУ, выпущенных под брендом UNIC. Эта техника отличается традиционно высокой для японской продукции точностью изготовления при сохранении производительности и грузоподъемности на уровне самых лучших европейских моделей КМУ.

					<b>ЮУрГУ – 23.04.02. 2020. 066. 06 ПЗ ВКР</b>	<i>Лист</i>
						37
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

## 3 КОНСТРУКТИВНАЯ ЧАСТЬ

### 3.1 Определение объекта модернизации

В представленном п. 2.2.1 перечне намеренно не затронут еще один основной узел КМУ – гидравлический насос, который перекачивает масло в системе и создает давление в рабочей системе, в зависимости от нагрузки, величина которой зависит от массы поднимаемого груза. На рисунках 3.1 и 3.2 представлен один из насосов, который используется в системе – Shimadzu 20A32L. Ниже представлена небольшая справка о данном оборудовании.

Насос гидравлический Shimadzu 20A32L применяется на японских манипуляторах (самопогрузчиках) UNIC, Tadano, Nansei, Shin Maywa, Maeda в качестве основного гидронасоса [11].

Вал насоса Shimadzu 20A32L на 10, 11 и 13 шлицев (зубьев). Гидронасос 20A32L левого вращения. Корпус насоса – высокопрочный алюминиевый сплав. Высокопрочный корпус и уникальная конструкция насоса Shimadzu 20A32L позволяет работать при высоком давлении.

Насос Shimadzu 20A32L может быть подсоединен через карданный вал или напрямую к коробке отбора мощности.



Рисунок 3.1 – Насос гидравлический Shimadzu 20A32L (вид 1)



Рисунок 3.2 – Насос гидравлический Shimadzu 20A32L (вид 2)

Перед началом проектирования посмотрим на схему работы установки до внедрения дополнительного оборудования (Рисунок 3.3).

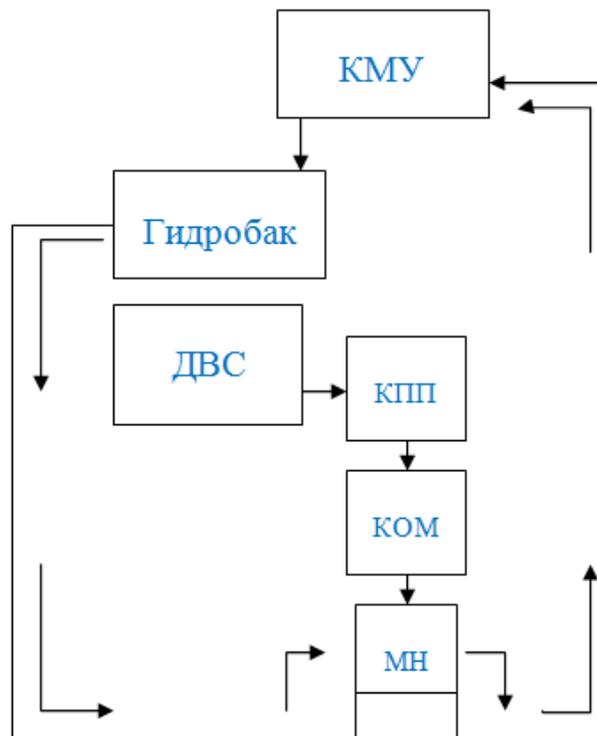


Рисунок 3.3 – Система работы КМУ до внесения изменений

Как видно из рисунка изначально масляный насос получает мощность по следующей схеме: работающий двигатель передает определенную мощ-

Изм	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата

ность и момент на коробку передач автомобиля, которая соединена с коробкой отбора мощности, а далее уже подает определенную мощность на сам насос [4].

Исходя из схемы, можно заключить, что наиболее разумным вариантом внедрения двигателя постоянного тока является его параллельное соединение непосредственно с масляным насосом, так как при таком условии мы лишь дублируем функции двигателя внутреннего сгорания, но не вносим изменений в основную конструкцию установки.

На рисунке 3.4 представлен схематичный вариант такого размещения, как мы видим, для такого подключения особых изменений в конструкцию делать не приходится, что в принципе будет более сложной задачей, в то же время мы решаем основную задачу – частично заменить основной агрегат автомобиля внедряемым приводом.

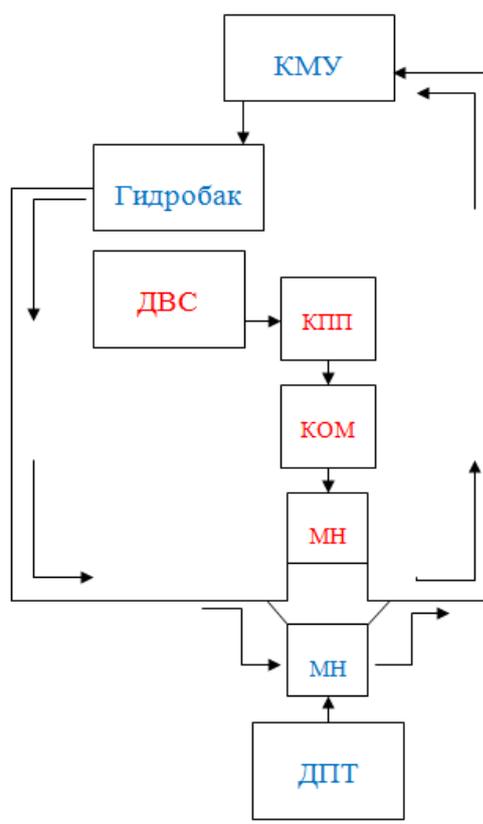


Рисунок 3.4 – Внедренный в систему КМУ электропривод

### 3.2 Оценка актуальности установки

Разумность данного варианта модернизации оборудования заключается в том, что при большой сети строений какой-либо транспортной компании нет необходимости модернизировать каждое здание в отдельности или закупать какое-либо оборудование, достаточно внести изменения в конструкцию нескольких транспортных средств, повысив тем самым их универсальность и производительность.

Разумеется, что первоочередной задачей является совершенствование уже существующего способа взаимодействия предприятий, поэтому характеризуя последствия реализации, сначала лучше всего заострить внимание на положительных и отрицательных итогах этой работы, к которым можно отнести:

- увеличение производительности, как в количественном, так и в качественном смысле
- улучшение функциональной составляющей
- улучшение экологической обстановки на предприятии
- сокращение расходов на топливо и другие ГСМ
- уменьшение автопарка предприятия и, как результат, сокращение обслуживающего его персонала

К минусам можно отнести:

- затраты, необходимые для внесения предлагаемых изменений
- обеспечение дополнительным оборудованием цехов, в которых будет производить работу обновленный объект

Как мы видим, плюсы покрывают минусы, тем более, если взять затраты как основной минус, то можно сказать, что они единовременны и начнут себя окупать с самого начала, и чем больше предприятие, тем быстрее оно покроет эти расходы, поэтому единственной проблемой является только само наличие этих средств предприятия, что для малых и средних фирм может явиться проблемой.

					<i>ЮУрГУ – 23.04.02. 2020. 066. 06 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
						41
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

### 3.3 Подключение привода к масляному насосу КМУ

Перед началом установки и подключения привода необходимо определиться с местом установки. Для этого рассмотрим место расположения масляного насоса непосредственно на автомобиле (Рисунок 3.5)

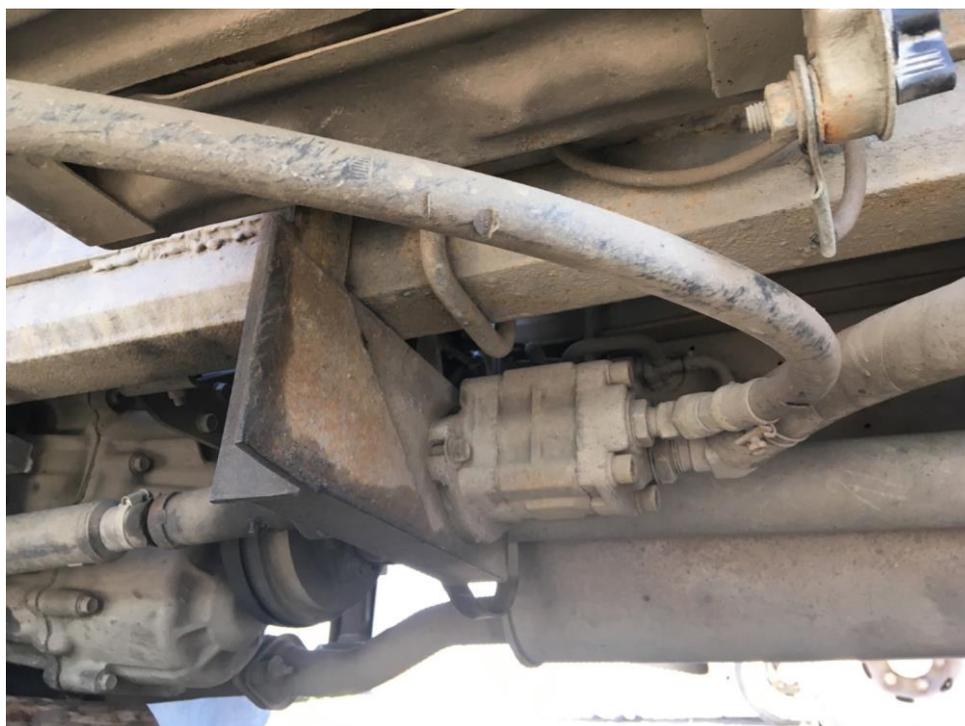


Рисунок 3.5 – Масляный насос на автомобиле

От масляного насоса отходят два шланга (патрубки), разного размера: маленький – высокого давления и большой – низкого.

Соединяются оба патрубка с гидробаком, откуда непосредственно берут масло, которое гоняет по системе насос.

Так как второй (дублирующий) масляный насос будет жестко закреплен на валу двигателя, то нам лишь необходимо с помощью дополнительных патрубков произвести двойное соединение основных и дублирующих шлангов, по которым будет проходить масло (Рисунок 3.6).

Изм	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата

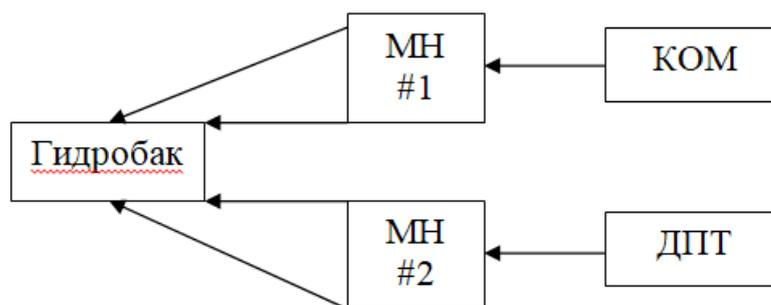


Рисунок 3.6 – Дублирующая схема питания МН

Место для установки выбирается индивидуально, так как возможных мест очень много, мы выберем наиболее приемлемый вариант – крепление на раме под кузовом на стороне, где расположен масляный насос, что позволит сократить расходы на проведение соединений патрубков, а также упростит дальнейшее обслуживание автомобиля с внесенными изменениями.

Обычно, на грузовых автомобилях, как говорилось ранее, места под кузовом уже обустроены для внесения изменений (дополнительные баки, ящики для инструмента и т.д.), но для надежности можно сварить специальную площадку, куда мы установим двигатель. Ориентировочные размеры, в зависимости от модели у данных двигателей – 200x350 мм.

При размещении ДПТ под кузовом, частично решается проблема попадания влаги и пыли в привод, но также площадку можно сделать в виде разборного ящика, который можно при необходимости как разбирать так и собирать (например, при выезде из цеха, когда работа окончена).

Рассмотрим схему автомобиля (Рисунок 3.7), определим место установки непосредственно у начала расположения кузова, если же в случае, когда данное место занято, целесообразнее будет перенести занимающие место элементы в другую часть, а на освобожденном месте установить ДПТ вместе со вспомогательными звеньями.



Рисунок 3.7 – Типичное расположение элементов автомобиля

### 3.4 Конструкция блока управления

Для установки системы управления приводом и блоком питания необходимо установить монтажный влагозащищенный шкаф. Блок управления (приложение А) включает в себя плату управления преобразователем (приложение В). Перечни элементов к схемам представлены в приложениях Б и Г соответственно [5].

Размеры шкафа определим по размеру платы управления (250\*100 мм), взяв их с небольшим запасом.

Свой выбор остановим на ЩМП 300x210x150 IP54 У2 (Рисунок 3.8), краткие характеристики которого представлены в таблице 1

Таблица 1 – Основные параметры монтажного щита

Параметр	Паспортное значение
Материал	металл
Степень защиты	IP54
Климатическое исполнение	У2
Количество входов	6



Рисунок 3.8 – Приборный щит

Опишем немного климатические характеристики для понимания условий, в которых сможет эксплуатироваться модернизированный транспорт, заметим ранее в характеристиках двигателя Jinle мы указывали его климатическое исполнение – IP54, поэтому описание будет касаться также и его.

В параметре степени защиты есть две цифры, в нашем случае это 5 и 4. Эти цифры являют собой так называемую степень защиты IP, что означает определённые показатели защищённости от некоторых внешних влияний на тот или иной предмет, прибор или устройство. Рассмотрим климатические параметры для наших цифр.

Первая цифра 5 означает 5 уровень – полноценную защищённость от внешних контактов, а также защищённость от пыли.

Вторая цифра 4 означает 4 уровень – защищенность от мелких брызг, распространяющихся с любой стороны.

Касаемо климатического исполнения, с ним все также, есть буква и цифра, в нашем случае У2:

У – умеренный макроклиматический район

2 – эксплуатация под навесом (защита от вертикальных струй воды, допускается обрызгивание, попадание пыли, снега)

### 3.5 Конструкция блока АКБ и установочные размеры

Рассмотрим вариации установки АКБ на грузовой автомобиль, вернее второго дополнительного элемента. В данном случае у нас есть лишь 2 варианта: 1 – параллельное соединение двух батарей в штатном месте установки, либо перенос их в левую часть непосредственно следом за приводом, чтобы вся внедренная система находилась по одну сторону автомобиля, что упростит как использование так и обслуживание.

Размеры аккумуляторных батарей следующие – 306x173x225. Разумеется второй вариант более удобный и не потребует огромных затрат на реализацию.

Также, стоит отметить, что часто напрямую с завода допускается возможность выбора питания бортовой сети, т.е. возможна как установка одного аккумулятора на 24В, так и двух на 12В, соединенных последовательно. Пример такого ящика для питания представлен на рисунке 3.9.

					<b>ЮУрГУ – 23.04.02. 2020. 066. 06 ПЗ ВКР</b>	<i>Лист</i>
						46
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		



Рисунок 3.9 – Ящик питания бортовой сети 24В

Можно заметить, что если установить вместо двух аккумуляторов по 12В один на 24В, то в этот же ящик можно поставить необходимый нам такой же, что также будет удобно, а также защитит оборудование от дождя и пыли.

Сам ящик можно будет соединить со схемой управления и не открывая переключать АКБ из параллельного в последовательный режим и обратно, что также будет удобно при использовании.

Изм	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата

## 4 РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ

### 4.1 Расчет потребляемой мощности насоса и выбор двигателя

Для расчета мощности, которую будет потреблять масляный насос, воспользуемся формулой:

$$P = \frac{K \times \gamma \times Q \times H}{1000 \times \eta_n \times \eta_p} \quad (4.1.1)$$

где  $K$  – коэффициент запаса (1.1–1.4);

$\gamma$  – удельный вес перекачиваемой жидкости, Н/м<sup>3</sup>;

$Q$  – производительность насоса, м<sup>3</sup>/с;

$H$  – напор насоса, м;

$\eta_p$  – КПД передачи (при непосредственном соединении насоса с двигателем  $\eta_p = 1$ );

$\eta_n$  – КПД насоса принимают равным: для поршневых насосов – 0.7–0.98; для центробежных насосов с давлением свыше 39 000 Па – 0.6–0.75; с давлением ниже 39 000 Па – 0.3–0.6 (лучше всего КПД определять по данным каталогов) [12].

Подставив значения в формулу, получим:

$$P = \frac{1,25 \times 700 \times 2,16 \times 1000}{1000 \times 0,5 \times 1} = 3,78 \text{ кВт} \quad (4.1.2)$$

где  $\gamma$  – 700 для масла, используемого в системе

$Q$  – 36 л в минуту перевели в кубометры в секунду, получили 2,16

$H$  – 10 мПа перевели в м, получили 1000 м

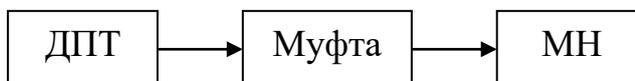
По итогам расчета мы производим выбор двигателя [3]. Свой выбор мы остановили на двигателе постоянного тока Jinle QZD4842 (Рисунок 4.1) мощностью 4 кВт [1]. Мощность взята немного больше, чтобы был определенный запас.

Изм	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата



Рисунок 4.1 – Двигатель Jinle

Ниже показана схема соединения двигателя с масляным насосом.



В таблице 1 представлены краткие характеристики выбранного двигателя

Таблица 1 – Характеристики двигателя Jinle

Параметр	Значение
Сертификация	CE, ISO9001: 2000
Крутящий момент, Н*м	20
Коммутация	щетка
Особенность защиты	IP54
Скорость вращения, об./мин.	1900
Непрерывный ток, А	120
Выходная мощность, Вт	4000
Потребляемое напряжение, В	48

## 4.2 Синтез системы управления скоростью вращения двигателя

Для наглядности перед описанием внедряемой системы, представим небольшую схему работы КМУ (Рисунок 4.2) при подключении масляного насоса к двигателю постоянного тока, который будет питаться от промышленной сети 220В.

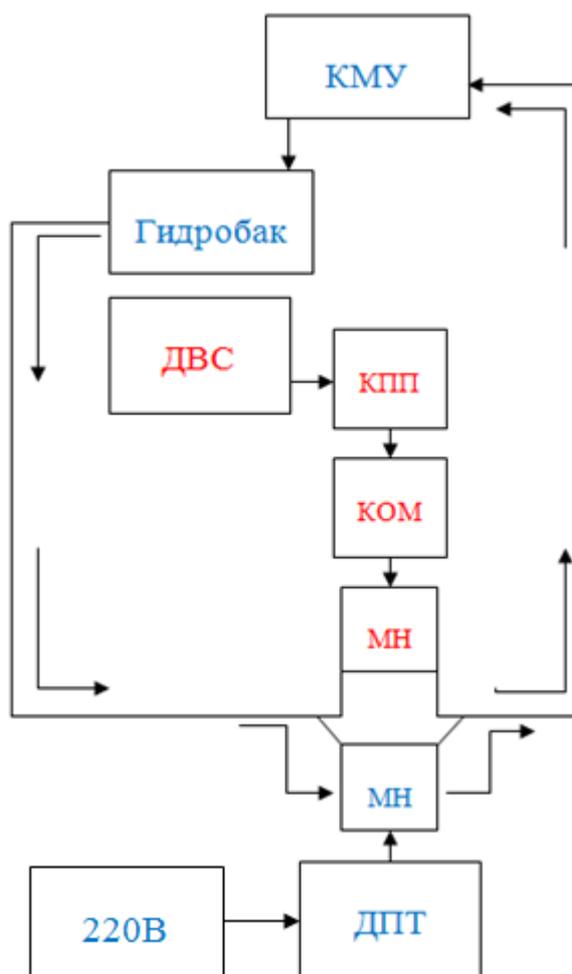


Рисунок 4.2 – Схема, подключенная к промышленной сети

При изучении данных технической документации на автомобили с КМУ, мы узнали, что номинальная скорость вращения масляного насоса Shimadzu – 1700 оборотов в минуту, а двигатель, который мы выбрали по итогам расчета, вращается со скоростью 1900 оборотов.

Задание по скорости – 1700 оборотов в минуту, для этого реализуется

плавное нарастание во избежание больших перерегулирований при переходном процессе. Для измерения значений оборотов, установим на валу двигателя датчик скорости [4].

Создадим модель, для регулирования скорости вращения представленную на рисунке 4.3, где жестко установим задание по скорости в 1700 оборотов [2].

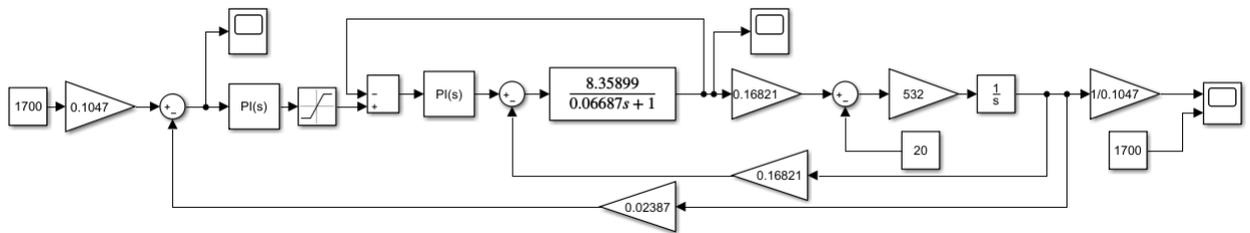


Рисунок 4.3 – Схема регулирования

После внедрения схемы регулирования взглянем на график скорости вращения двигателя, после установки датчика скорости на валу (Рисунок 4.4)

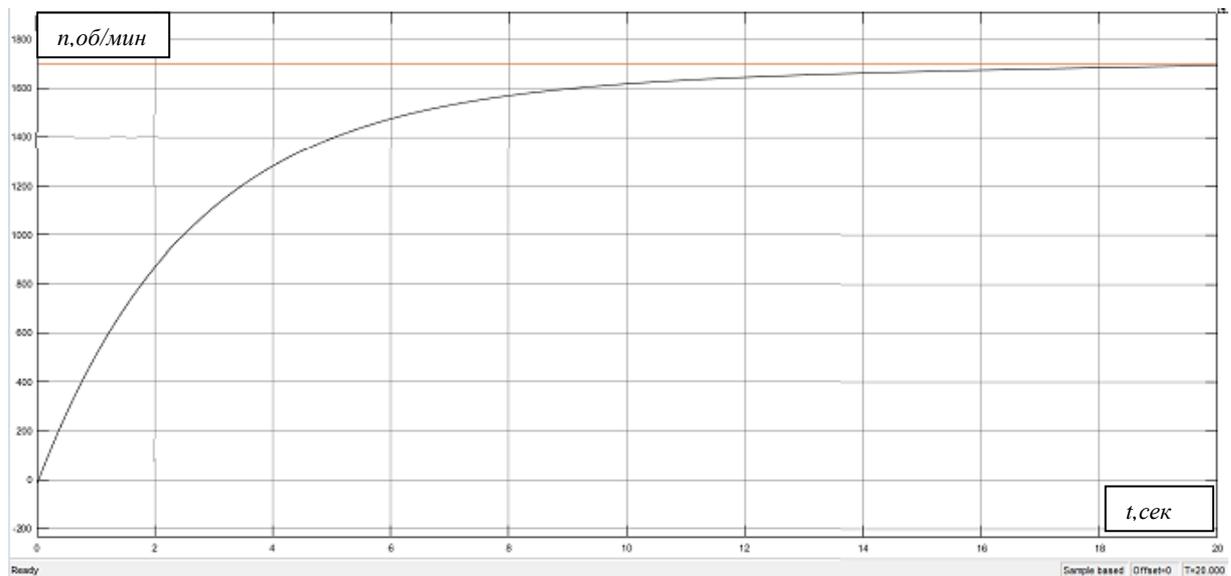


Рисунок 4.4 – График скорости вращения двигателя

### 4.3 Система управления элементами привода

Для стабильной работы внедряемой системы, а также для того, чтобы

сделать ее более современной, была разработана схема управления двигателем.

Рассмотрим основные элементы данной схемы с кратким описанием функций, которые они выполняют:

- AtMega 8–16AC – является КМОП 8–битным микроконтроллером малой мощности на базе архитектуры AVR RISC. Выполняя мощные инструкции одного цикла, ATMEGA8–16AC достигает пропускной способности 1MIPS на МГц, позволяя системным разработчикам оптимизировать энергопотребление, по отношению к скорости обработки
- Реле включения/выключения – выполняет роль переключателя режимов соединения АКБ, а также позволяет выбирать типы подключения ДПТ к источнику питания
- Датчик тока (OutDT) – показывает выходные значения тока
- Блоки (UconstH и UconstL) – блоки датчиков напряжения, показывающие высокие и низкие значения напряжений
- Button (B1) – кнопка для включения/выключения питания привода

Так как на предприятии мы берем напряжение от промышленной сети ( $U = 220\text{В}$ ), то считаем его переменным, поэтому для работы двигателя постоянного тока, его необходимо выпрямить [6]. Для этой цели мы используем диодный мост, а также LC–фильтр, который будет сглаживать пульсации напряжения. Расчет необходимого фильтра представлен ниже:

$$\omega = 2 \times \pi \times f = 314.159 \quad (4.3.1)$$

где  $m\pi = 2$ – коэффициент, показывающий во сколько раз частота основной гармоники выпрямляемого напряжения больше частоты сети

$$P = 48 * 120 = 5,76 * 10^3 \quad (4.3.2)$$

$$P_d = \sqrt{2} * 220 = 311.12698 \quad (4.3.3)$$

$$rd = \frac{U_d^2}{P} = 16.80556 \quad (4.3.4)$$

$$L = \frac{2rd}{(mn^2-1) \times mn \times \omega} = 1.78312483 * 10^{-2} \quad (4.3.5)$$

$$mn \times \omega = 628.31853 \quad (4.3.6)$$

$$\omega f = 0.4 * mn * \omega = 251.32741 \quad (4.3.7)$$

$$C = \frac{1}{\omega f^2 L} = 8.87848 * 10^{-4} \quad (4.3.8)$$

$$\frac{1}{\sqrt{LC}} = 251.32741 \quad (4.3.9)$$

$$X_c = \frac{1}{mn * \omega * C} = 1.79259 \quad (4.3.10)$$

$$X_l = mn * \omega * L = 11.2037 \quad (4.3.11)$$

Диодный мост возьмем QL100A (Рисунок 4.5), краткие характеристики представлены в таблице 2 [6]

Таблица 2 – Значения параметров диодного моста QL100A

Параметр	Паспортное значение
Макс. импульсное обратное напряжение, В	1000
Макс. выпрямленный за полупериод ток, А	100
Макс. допустимый прямой импульсный	4500
Способ монтажа	клеммы



Рисунок 4.5 – Диодный мост QL100А

По итогам расчета LC – фильтра необходимо выбрать компоненты для фильтра, с учетом номенклатурных рядов выбираем силовой дроссель с необходимой индуктивностью, а в качестве емкости используем два параллельно соединённых электролитических алюминиевых конденсаторов ЕСАР (К50–35) на 1000 мкФ, такое большое увеличение емкости происходит из-за того, что погрешность выбранных конденсаторов составляет 20% [13].

#### Силовой дроссель

Силовой дроссель, изображенный на рисунке 4.6, представляющий из себя катушку с Ш – образным сердечником, предназначен для подавления пульсаций в цепи. Основные параметры дросселя – индуктивность и сопротивление.



Рисунок 4.6 – Силовой дроссель

Изм	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата

Краткие характеристики компонента представлены в таблице 3

Таблица 3 – Значения параметров силового дросселя

Параметр	Паспортное значение
Номинальный ток, А	150
Номинальное напряжение, В	до 600
Индуктивность обмотки, мкГн	50
Активное сопротивление, мкОм	55
Конструктивное исполнение	кольцевой

#### Конденсатор алюминиевый ЕСАР (К50–35)

Алюминиевые электролитические конденсаторы ЕСАР (К50–35) (Рисунок 4.7), благодаря электрохимическому принципу работы, обладают следующими преимуществами:

- высокая удельная емкость, позволяющая изготавливать конденсаторы емкостью свыше 1Ф;
- высокий максимально допустимый ток пульсации;
- высокая надежность.



Рисунок 4.7 – Конденсатор ЕСАР (К50–35)

Краткие характеристики компонента представлены в таблице 4

Таблица 4 – Значения параметров конденсатора ЕСАР (К50–35)

Параметр	Паспортное значение
Рабочее напряжение, В	450
Номинальная емкость, мкФ	1000
Рабочая температура, С	–40..85
Допуск номинальной емкости, %	20
Выводы/корпус	под винт

#### 4.4 Компоновка элементов системы управления

Разработанная система будет выполнять функции исполнения некоторых задач, основными из которых можно назвать:

1. Запуск ДПТ
2. Передача значений тахогенератора от вала двигателя
3. Информирование о значениях датчиков тока и величинах напряжений

Произведем подбор основных элементов системы

##### 4.4.1 Выбор стоек

В качестве стоек для схемы мы выбрали транзисторы VS-GA200SA60UP 600В 100А 500Вт (рисунок 4.8) характеристики которого представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Основные параметры транзистора

Параметр	Паспортное значение
Макс. напряжение, В	600
Макс. ток к/э при 25 С, А	100

Управляющее напряжение, В	15
Макс. мощность, Вт	500
Температурный диапазон, С	-55..150



Рисунок 4.8 – Транзистор IGBT 600В 100А 500Вт

#### 4.4.2 Выбор реле

В качестве реле для схемы необходимо взять датчики 750 Н, краткие характеристики которых представлены в таблице 6.

Один из вариантов изображен на рисунке 4.9

Таблица 6 – Основные параметры транзистора

Параметр	Паспортное значение
Рабочее напряжение, В	6...12
Продолжительное значение тока, А	250
Время включенного состояния, мс	30
Сопротивление, Ом	10
Температурный диапазон, С	-40..110

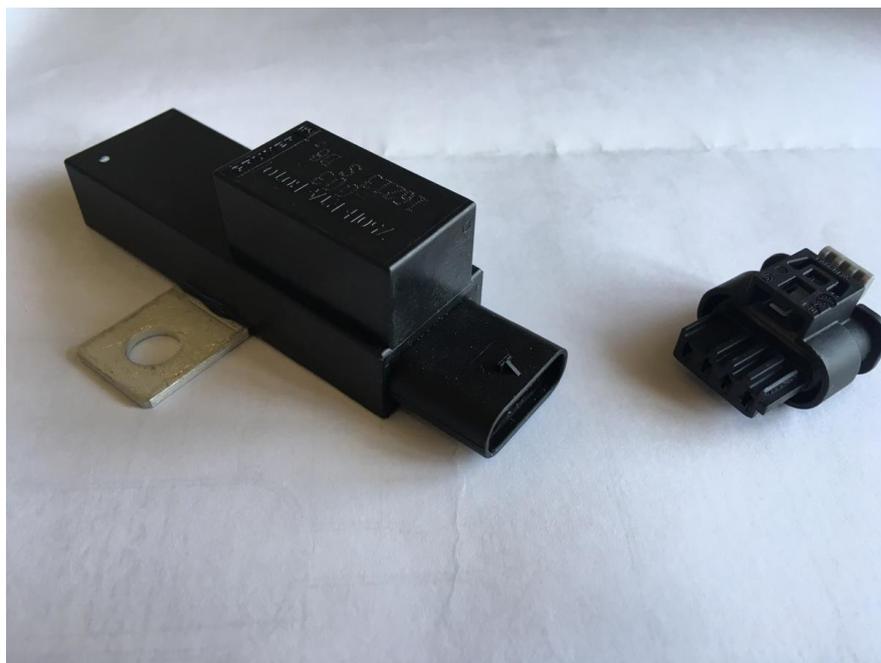


Рисунок 4.9 – Реле тока для схемы

#### 4.4.3 Выбор тахогенератора

В качестве тахогенератора для схемы мы выбрали тахогенератор ТС45 (рисунок 4.10) характеристики которого представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Основные параметры тахогенератора

Параметр	Паспортное значение
Крутизна, мВ*мин	0,85..2,5
Макс. частота вращения, об./мин.	6000



Рисунок 4.10 – Тахогенератор TC45

TC45 тахогенератор синхронный, встраиваемый, силовой предназначен для преобразования частоты вращения в пропорциональный электрический сигнал переменного тока трапецеидальной формы.

#### 4.5 Система привода АКБ

Помимо основного узла (двигателя постоянного тока), также предлагается вариант, при котором масляный насос будет питаться не от промышленной сети 220В, а от АКБ автомобиля, например в аварийном случае, когда двигатель внутреннего сгорания автомобиля выходит из строя из-за какой-либо технической неисправности, а получить питание от промышленной сети не представляется возможным.

Для начала, следует заметить, что грузовой автомобиль питается от аккумуляторной батареи 24В, а двигатель постоянного тока, который установлен нами на автомобиль, рассчитан на напряжение 48В, поэтому для обеспечения работы привода, необходимо установить дополнительно еще один такой же аккумулятор.

Изм	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата

Представим схему включения аккумуляторов на рисунке 4.11:

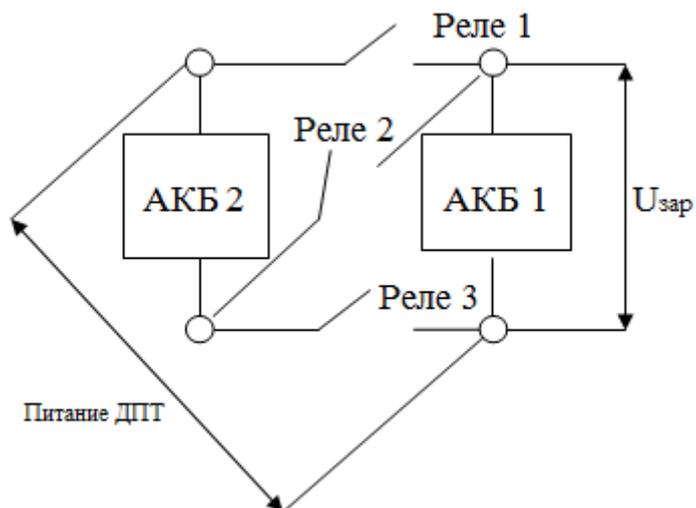


Рисунок 4.11 – Схема соединения аккумуляторов

На схеме представлены два реле, которые отвечают за переключение режимов соединения аккумуляторов и одно за передачу питания двигателю.

После данной модернизации появляется третий способ отдачи мощности масляному насосу, представленный на рисунке 4.12:

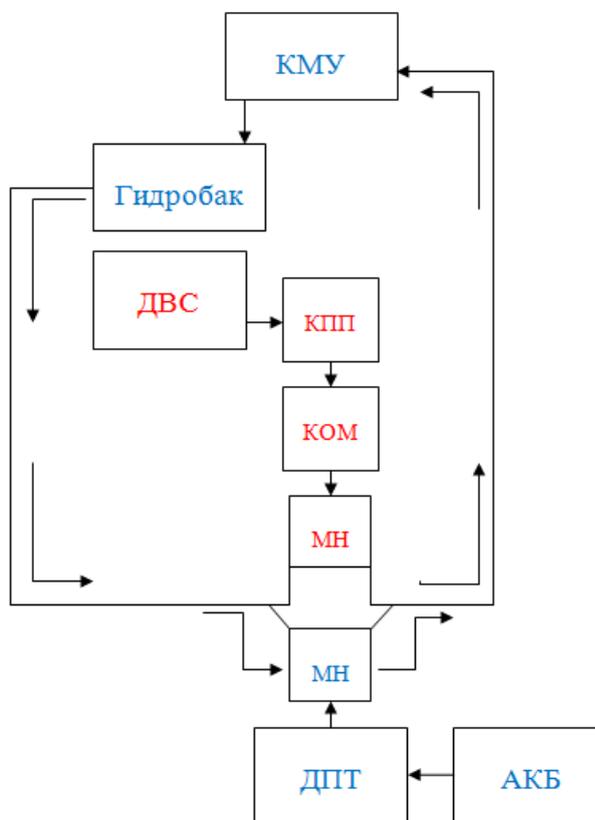


Рисунок 4.12 – Дублирование питания введенного привода от АКБ

Конечно, самый главный вопрос, который интересует потребителя – сколько сможет проработать автомобиль при таком питании под нагрузкой.

Для этого воспользуемся формулой для расчета времени работы двух последовательно соединенных аккумуляторных батарей, при дублировании функций двигателя постоянного тока.

$$t = \frac{U_{акб} \times C_{акб} \times K \times K_{гр} \times K_{де}}{P_{нагр}} \quad (4.5.1)$$

где  $\gamma=700$  для масла, используемого в системе

$U_{акб}$  – напряжение используемых аккумуляторных батарей

$C_{акб}$  – общая емкость используемых батарей

$K$  – КПД инвертора (в пределах 0,75–0,85), берем среднюю величину

$K_{гр}$  – коэффициент глубины разряда аккумулятора (0,85)

$K_{де}$  – коэффициент доступной емкости (при нормальной температуре)

$P_{нагр}$  – мощность подключаемой нагрузки

Подставим значение в формулу, получим:

$$t = \frac{48 \times 180 \times 0,85 \times 0,85 \times 1}{4000} = 1,56 \text{ ч} \approx 90 \text{ минут} \quad (4.5.2)$$

Как мы видим, при максимальной нагрузке аккумуляторы смогут обеспечить работоспособность установке в течение 90 минут, но нужды в таком большом времени нет, так как обычно в аварийной ситуации питание от аккумуляторов необходимо лишь для опускания перемещаемого груза и сворачивания стрелы.

В отдельных случаях, для проведения ремонта, также может понадобиться питание для разгрузки автомобиля, но это займет не более 30 минут, поэтому можно сказать, что установка дополнительной батареи оправдана и позволяет значительно расширить возможности автомобиля.

Произведем выбор подходящих аккумуляторов для установки на автомобиль. Выбирать будем самые распространенные батареи, которые чаще всего устанавливаются на грузовые автомобили.

Свой выбор остановим на аккумуляторах фирмы Joker, краткие характеристики которого приведены в таблице 8

Таблица 8 – Основные параметры АКБ Joker

Параметр	Паспортное значение
Ёмкость, А*ч	90
Ток пуска, А	750
Выходное напряжение, В	24
Размеры, мм	306*173*225
Страна–производитель	Ю. Корея

Обратимся к краткой справке о данном устройстве

Аккумулятор Joker (Рисунок 4.13) для современных бензиновых и дизельных легковых автомобилей и легких грузовиков Корейских и Японских марок. Создан по современной необслуживаемой технологии, исключая испарение жидкости. Минимальный саморазряд обеспечивает возможность длительного хранения.



Рисунок 4.13 – Аккумуляторная батарея Joker 24В

Преимущества:

- устойчивость к вибрациям
- минимальный саморазряд при длительном хранении
- продолжительный срок службы

Изм	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата

ЮУрГУ – 23.04.02. 2020. 066. 06 ПЗ ВКР

Лист

63

## 5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

### 5.1 Характеристика, классификация, конструктивные особенности и технологические возможности автопогрузчиков

Автомобили–самопогрузчики без погрузочно–разгрузочных средств используются для доставки грузов в пункты разгрузки при наличии ненормированного объема работ. В список их комплектации входит специальное оборудование привода автомобиля, как правило управляемое от двигателя. В стандартный самопогрузчик входит крановая установка, управляемая гидравлическим приводом. На сегодняшний день современный рынок предлагает обширное количество автомобилей грузового типа, крановых установок и самопогрузчиков, как отечественного, так и зарубежного производства.

Стоит отметить, что последние могут производить погрузочные работы с грузом больших размеров на собственную платформу, взаимодействовать с иными погрузочными машинами, а также производить разгрузку.

Ниже приведён список АТС, классифицированный по конструктивному исполнению и эксплуатационным свойствам.

#### **По типу доставляемых грузов АТС разделяются на:**

- тарно–упаковочных и штучных грузов;
- грузов перевозимых в контейнерах и пакета;
- длиномерных пакетированных и непaketированных грузов;
- порошкообразных, навалочных, жидких грузов, перевозимых в съемных кузовах;
- тяжеловесных и крупногабаритных грузов;
- различного технологического оборудования;

					ЮУрГУ – 23.04.02. 2020. 066. 06 ПЗ ВКР	Лист
						64
Изм	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

**По типу базового АТС различают на:**

- общего назначения;
- специализированные;

**По составу базового АТС могут быть:**

- одиночного автомобиля;
- прицепного или седельного тягача;

**По грузоподъемности базовых АТС могут быть:**

- 2,5 тонн;
- от 2,5 тонн до 6,0 тонн;
- от 6,0 тонн до предельных показателей по массе согласно ПДД;
- свыше норм ПДД.

**По проходимости базовых АТС подразделяются на:**

- дорожные;
- повышенной и высокой проходимости;
- внедорожные.

Также к важным эксплуатационным свойствам автомобилей–самопогрузчиков относят следующие:

- сложность монтажа грузоподъемного устройства на базовое АТС;
- удобство выполнения погрузочно–разгрузочных операций;
- готовность к выполнению погрузочно–разгрузочных операций;
- степень снижения грузоподъемности автомобиля–самопогрузчика;
- маневренность при выполнении погрузочно–разгрузочных работ;
- трудоемкость выполнения погрузочно–разгрузочных операций;
- топливная экономичность;
- удобство эксплуатации.

Грузовые автомобили можно характеризовать по грузоподъемности (3 – 20 тонн), длине (4 – 9 метров) и ширине (2 – 2,5 метра) кузова, а также высоте кузова от земли (0,8 – 1,5 метра). Крановую установку – манипулятор можно характеризовать по грузоподъемности (2 – 10 тонн) и длине стрелы (8–18 метров). Таким образом, сочетание грузовой машины и гидравлического манипулятора дает значительное разнообразие моделей самогрузов.

По типу применяемого при погрузке и разгрузке оборудования АТС делят на:

- АТС с стреловыми кранами;
- АТС с качающимися порталами;
- АТС с грузоподъемными бортами;
- АТС с наклоняющейся рамой;
- АТС с съемными кузовами.

Отличительной особенностью АТС со стреловыми кранами является возможность перевозки автомобильных контейнеров различных форм и размеров. Так же способны взаимодействовать с собственными грузовыми платформами и платформами иных автомобилей.

Такие машины при необходимости само транспортировки переводят гидравлические краны в сложенное положение. Стоит отметить, что конструктивные показатели гидроприводов и кранов весьма схожи. Их отличительные особенности заключаются только в массогабаритных параметрах.

На данный момент, техника которая обладает поворотными кранами, обладает грузоподъемностью не более полутора тонн. Задача погрузки таких грузов выполняется в среднем за полторы минуты и менее. За частую, краны консольного типа располагают напрямую на раме АТС возле кузова.

Перейдем к АТС с качающимися порталами. Такой погрузчик обладает большими грузоподъемными возможностями, в частности, грузы различных размеров, не превышающие две с половиной тонны.

Как и предыдущий тип АТС, рассматриваемые АТС обладают гидрав-

					<i>ЮУрГУ – 23.04.02. 2020. 066. 06 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
						66
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

лическим приводом с шарнирным соединением, к которому крепится портал.

Такие машины отлично подходят не только для погрузки и выгрузки контейнеров, но и для их фиксации в любом возможном положении. При этом выгрузку производят с пола кузова АТС направляя груз к кабине.

Основными преимуществами качающихся порталов является относительная простота конструкции и меньшие массогабаритные параметры, что позволяет производить погрузочные работы с временем не более трёх минут.

Основным недостатком является факт того, что такие АТС способны выполнять погрузочные работы лишь с задних бортов.

Главное направление применения АТС со съёмными кузовами является перевозка:

- промышленным грузов;
- строительных грузов;
- сельскохозяйственных грузов;
- загруженных кузовов.

Съёмные кузова легко и быстро отделяются от шасси автомобилей и устанавливаются на опоры или поверхность дороги для выполнения погрузочно–разгрузочных работ и временного хранения грузов.

Съёмные кузова разделяют на:

- бортовые платформы;
- самосвальные кузова;
- фургоны и цистерны.

Такие АТС имеют возможность установки качающейся рамой–порталом с гидроприводом. Для перевозки съёмных кузовов–контейнеров используются автомобили–самопогрузчики с наклоняющейся рамой, которая имеет гидравлические подъемные механизмы.

Применение автомобилей–самопогрузчиков со съёмными кузовами существенно сокращает время их простоя под погрузкой и разгрузкой, значи-

					<i>ЮУрГУ – 23.04.02. 2020. 066. 06 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
						67
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

тельно снижает себестоимость перевозок и сокращает потребное количество автомобилей для перевозки грузов. Кроме того, автомобили со съёмными кузовами обеспечивают транспортировку грузов практически без порожних пробегов.

Автомобили–самопогрузчики с грузовыми бортами обеспечивают погрузку и разгрузку штучных или затаренных грузов массой одного места от 100 до 1000 кг.

Грузоподъемными бортами обычно оборудуются бортовые автомобили и автомобили–фургоны, грузоподъемность которых более 2,5 т. Грузоподъемным является задний борт кузова. Привод этого борта обеспечивает его горизонтальное положение при подъеме от уровня земли до уровня пола кузова и наоборот – при опускании.

В транспортном положении грузовой борт закрыт. В тех случаях, когда кузов автомобиля не имеет бортов, грузоподъемный борт выполняется в виде съёмной горизонтальной площадки, размеры которой несколько меньше борта кузова автомобиля. Привод грузоподъемного борта может быть механическим, гидравлическим и комбинированным.

Перемещение грузоподъемного борта происходит по вертикальным направляющим стойкам или при помощи шарнирного параллелограмма. Грузоподъемность борта составляет 0,5–1 т, погрузочная высота – 1,2–1,4 м, время подъема и опускания груза – 15–20 с.

Применение автомобилей–самопогрузчиков с грузоподъемными бортами значительно повышает их производительность и снижает себестоимость перевозок за счет резкого сокращения потерь времени на простои при погрузке и выгрузке. При этом создаются условия для лучшей сохранности перевозимых грузов.

Бортовой кран–манипулятор (Рисунок 5.1) состоит из поворотной колонки, шарнирно сочлененного стрелового оборудования, двух выносных гидравлических опор – 6 для обеспечения необходимой устойчивости мани-

					<b>ЮУрГУ – 23.04.02. 2020. 066. 06 ПЗ ВКР</b>	<i>Лист</i>
						68
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

пульта, механизма поворота стрелы в плане, двух пультов управления – 4 и комплекта сменного рабочего оборудования.

Стреловое оборудование смонтировано на поворотной колонке – 10, установленной на опорной раме – 5 шасси, и состоит из рукоятки – 11, рычага – 13, телескопической стрелы – 14 с основной – 17 и выдвижной – 18 секциями, гидроцилиндров – 12, 15 и 16 управления, крюковой подвески – 19 или ротатора – 20.

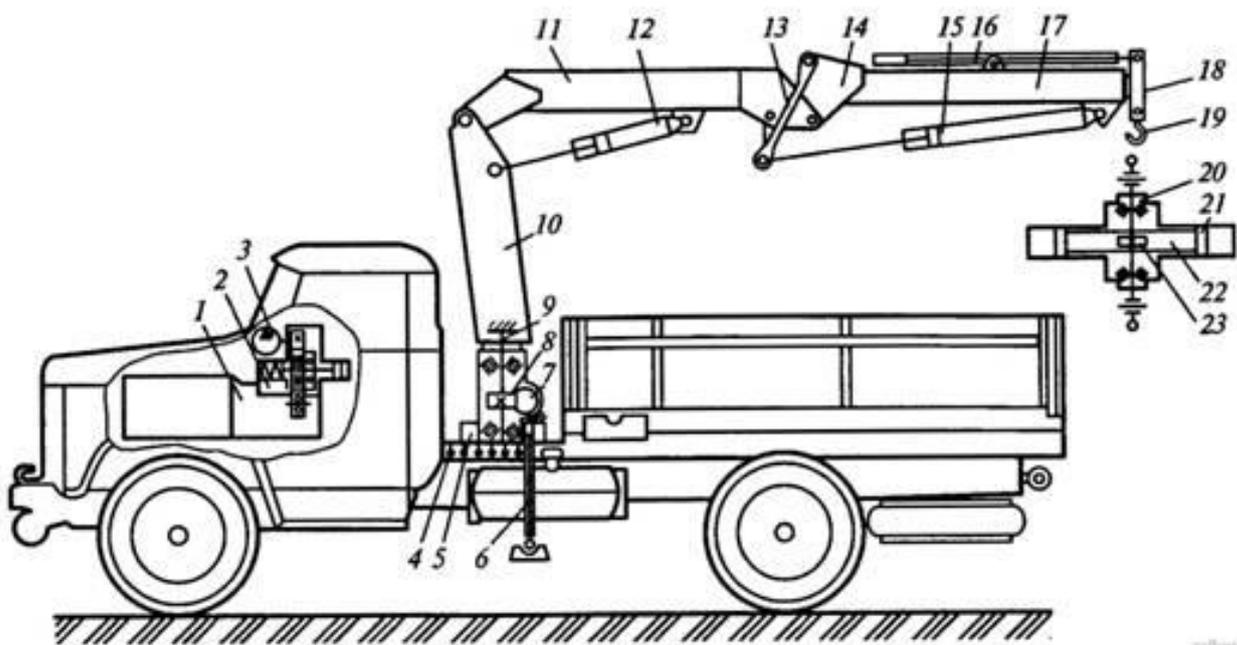


Рисунок 5.1 – Автомобиль–самопогрузчик с бортовым краном–манипулятором

Ротатор обеспечивает манипулирование грузом в горизонтальной плоскости через реечную передачу и гидроцилиндр – 21 двустороннего действия, штоком которого является рейка – 22 ротора, входящая в зацепление с

Изм	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата

шестерней – 23.

В список рабочего оборудования вносят дополнительный модуль стрелы, который в зависимости от предстоящей работы может быть установлен вручную, подхват вилочного типа, подхват клещевого типа, контейнерный захват.

Поворотный механизм реечного типа позволяет обрабатывать поворот до четырёхсот двадцати градусов. Исходя из картинки 5.1 можно понять, что подобный механизм включает в себя 2 переменного исполняющих гидравлических цилиндра, шестерню – 8, которая жёстко закреплена на валу – 9 и рейку – 7.

Двигатель – 1 осуществляет поворот всей гидросистемы аксиально-поршневого насоса – 3. Данные манипуляции становятся возможными благодаря коробке отбора мощности – 2. Пульты управления – 4, которые располагаются с двух бортов АТС производят дублирующее управление манипулятором.

Отечественный рынок подобных АТС может предложить манипуляторы, исполненные по одинаковой принципиальной схеме с различными технологическими параметрами.

Можно выделить следующие ключевые параметры:

- грузовой момент;
- грузоподъемность;
- число подвижных секций стрелы;
- высота подъема–опускания крюка;
- массогабаритные размеры АТС.

## 5.2 Транспортная характеристика грузов

Согласно транспортной классификации грузов, они подразделяются на генеральные, навалочные, наливные, режимные, живность.

					ЮУрГУ – 23.04.02. 2020. 066. 06 ПЗ ВКР	Лист
						70
Изм	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

Для транспортировки и хранения наливных и навалочных грузов требуется использование специализированного подвижного состава и складов.

Генеральные грузы, в свою очередь, подразделяются на:

- металлоконструкции (прокатный, листовой металл, металл в чушках, пакетах, проволока, слитки, заготовки, трубы, ленточный металл в рулонах, металлолом и т. д.), подвижные технические средства (на гусеничном ходу и на колесах);
- железобетонные изделия и конструкции (балки, шпалы, колонны, плиты, панели, трубы, кольца и т. д.);
- контейнеры (крупно-, средне- и малотоннажные, специальные и т. д.); в транспортных пакетах (на поддонах, без поддонов, в обвязке, в пленке и т. д.);
- штучные в упаковке (в ящиках из различных материалов и размеров);
- катно-бочковые (бочки, барабаны различных конструкций с разными грузами, корзины), крупногабаритные и тяжеловесные.

Режимные грузы (опасные, скоропортящиеся, живность) требуют соблюдения определенных условий транспортировки – наличие рефрижераторов, регуляторов отопления, вентиляторов, оборудования для поддержания определенных температурных режимов.

Транспортные характеристики грузов должны быть учтены при выборе оптимальных способов доставки и разработки технологических процессов переработки грузов. В процессе перевозки и хранения во многих грузах под действием различных внешних факторов – механических, климатических, биологических – происходят количественные и качественные изменения, которые необходимо учитывать.

Виды грузов:

- стандартные грузы

- негабаритные грузы
- сборные грузы
- контейнерные грузы
- опасные грузы

Стандартными грузами считают бытовые приборы, оборудование для промышленности, медицинское оборудование, в том числе медикаменты, компьютерная и схожая электронная и орг. техника, одежда разного типа, мебельные и фурнитурные изделия, стройматериалы, измерительные и методологические приборы, продукты питания в тетропаке и в иной индивидуальной упаковке.

Негабаритные грузы – это грузы, не входящие в установленный законодательством лимит. Для осуществления подобных грузов, обычно необходимо специальное разрешение в органах МВД. К нестандартным грузам можно причислить: хрупкие материалы (изделия) и вещи, акцизные товары, вещи личного и домашнего характера.

Сборные грузы отличаются тем, что ввозимая посылка является собственностью нескольких заказчиков. Как правило, такие грузы перевозят не большими партиями. На сегодняшний день, подобная услуга весьма популярна и продолжает набирать обороты. Для успешной заявки на транспортировку у управляющей компании обычно не уходит много времени.

Контейнерные грузы – это, прежде всего, емкость с заданными параметрами ГОСТ. Контейнеры подразумевают перевозку масштабных грузов, легковых автомобилей, их запчастей и иных изделий. К достоинствам контейнеров, можно отнести факт улучшения сохранности груза, при этом существенно снижаются транспортные расходы и время погрузочных и разгрузочных работ.

Опасные грузы. В соответствии с классификацией существует 9 классов опасных грузов:

- к первому классу относятся взрывчатые материалы, которые по своим свойствам могут вызывать пожар со взрывчатым действием, а также устройства, содержащие взрывчатые вещества и средства взрывания.
- ко второму классу относятся сжатые газы, сжиженные охлаждением и растворенные под давлением.
- к третьему классу относят легковоспламеняющиеся жидкости, смеси жидкостей, а также жидкости, содержащие твердые вещества в растворе или суспензии, которые выделяют легковоспламеняющиеся пары, имеющие температуру вспышки в закрытом тигле 61С и ниже.
- к четвертому классу принадлежат легковоспламеняющиеся вещества и материалы, способные во время перевозки легко загораться от внешних источников воспламенения, в результате трения, поглощения влаги, самопроизвольных химических превращений, а также при нагревании.
- к пятому классу относятся окисляющие вещества и органические пероксиды, которые способны легко выделять кислород, поддерживать горение, а также могут, в соответствующих условиях или в смеси с другими веществами, вызвать самовоспламенение и взрыв.
- к шестому классу относят ядовитые и инфекционные вещества, способные вызывать смерть, отравление или заболевание при попадании внутрь организма или при соприкосновении с кожей и слизистой оболочкой.
- к седьмому классу относят радиоактивные вещества с удельной активностью более 70 кДж/кг.
- к восьмому классу принадлежат едкие и коррозионные вещества, которые вызывают повреждение кожи, поражение слизистых оболочек глаз и дыхательных путей, коррозию металлов и повреждения транспортных средств, сооружений или грузов, а также могут вызывать пожар

при взаимодействии с органическими материалами или некоторыми химическими веществами.

- к девятому классу относятся вещества с относительно низкой опасностью при транспортировании, не отнесенные ни к одному из предыдущих классов, но требующих применения к ним определенных правил перевозки и хранения.

### 5.3 Технология выполнения погрузочно–разгрузочных работ

Автопогрузчики применяют:

- закрытые помещения;
- открытые помещения;
- полузакрытые помещения;
- складские помещения;
- таможенные терминалы;
- порты и базы;
- железнодорожные склады.

Автопогрузчики могут работать как в связке подобных, так и в одиночку, в зависимости от условий работы и поставленных задач. Поэтому автопогрузчики свойственно разделять на два вида:

- по назначению;
- по организации работ.

Несмотря на схожую технологию производства, деятельность автопогрузчиков аналогична.

При установке подобных АТС в промышленном помещении, их работа происходит согласно технологической схеме в складских погрузочных и разгрузочных операций, т.е. работа происходит в режиме межцехового транспорта.

					ЮУрГУ – 23.04.02. 2020. 066. 06 ПЗ ВКР	Лист
						74
Изм	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

В случае, нахождения в порту или иной подобной базе, автопогрузчик курсирует от портального крана (или иного АТС) до трюма судна, тем самым производя транспортировку груза.

На железнодорожных складах допустимо применение автопогрузчика. В подобном случае, как и с судами автопогрузчик курсирует от вагонов с перевозимым грузом до складских помещений или площадок, производя транспортировку груза.

В строительных работах, может применяться в качестве траспортировщика строительных материалов, вставая под подачу песка, щебня, цемента и иных материалов. После чего транспортирует груз до склада или территории строительства.[13]

При поступлении на складскую территорию грузов в контейнерах схема комплексной механизации погрузочных работ с применением автопогрузчика (Рисунок 5.2) практически остается неизменной.

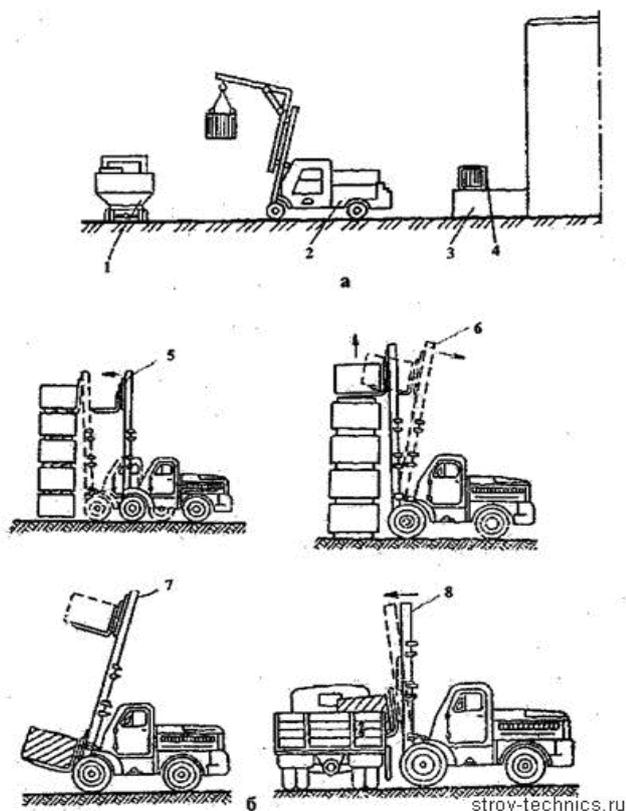


Рисунок 5.2 – Схема комплексной механизации перегрузки контейнеров (а) и пакетов (б) автопогрузчиком: 1 – автотранспортное средство с кон-

Изм	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата
-----	------	----------	---------	------

тейнерами; 2 – автопогрузчик; 3 – рамка склада; 4 – контейнер; 5 – ориентирование грузоподъемника относительно пакета; 6 – захват груза; 7 – транспортное положение грузоподъемника с пакетом; 8 – погрузка пакета в транспортное средство.

#### 5.4 Подходы к выбору АТ и ПРС

Выбор грузового подвижного состава (см. рисунок 5.3) один из основных вопросов, который решается при обосновании транспортно – технологических схем перемещения грузов. Он взаимосвязан с технологией подготовки к перемещению, потреблению и упаковыванию груза, применяемым транспортным оборудованием, способами и средствами выполнения погрузо – разгрузочных и складских работ. Правильно выбранный подвижной состав должен обеспечивать минимум суммарных издержек на перемещение и хранение грузов по всей груз проводящей цепи.

Выбор подвижного состава зависит от объема и расстояния перевозок, условий и метод их организации, размеров отправок (порционность), рода грузов и их цены, средств и способов производства погрузо – разгрузочных работ, дорожных и климатических условий.

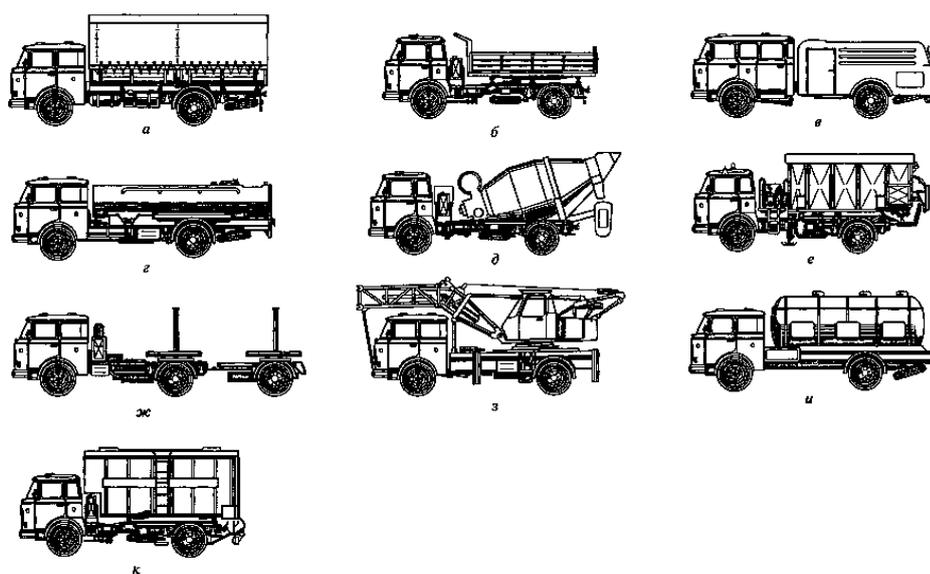


Рисунок 5.3 – Виды подвижных транспортных составов

Изм	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата
-----	------	----------	---------	------

На рисунке 5.3 изображены:

- а – фургон универсальный;
- б – самосвал;
- в – автомобиль специальный;
- г – цистерна;
- д – фургон бетоно-смешивающий;
- е – фургон для перевозки отходов;
- ж – фургон для перевозки крупногабаритных грузов с использованием прицепа-ропуска;
- з – автокран;
- и – автоцистерна для транспортировки пыльных грузов;
- к – автоцистерна для транспортировки сыпучих грузов.

Марка и модель АТ определяется с учётом ряда условий эксплуатации.

К таким условиям относят:

- тип или вид кузова АТ;
- грузоподъемные характеристики;
- комплектация АТ;
- нагрузки, приходящиеся на ось подвижного состава;
- мощность двигателя и его тип.

Основным показателем АТ и ПРС является производительность, при этом, в большинстве случаев, выбирается наиболее грузоподъемная машина.

При выборе важно учитывать экономические показатели и затраты на обслуживания выбранного АТ, так же стоит учесть величину издержек на перевозку, себестоимость, прибыль.

Цикл работы грузоподъемных механизмов штучных и сыпучих грузов состоит из чередования рабочего и холостого хода с многократным повторением, иначе подобные режимы принято называть S3, в случае периодического действия – S2.

					ЮУрГУ – 23.04.02. 2020. 066. 06 ПЗ ВКР	Лист
						77
Изм	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

Напольный транспорт отличается мобильностью, универсальностью и быстродействием, обладает обширным выбором заменяемых механизмов грузозахвата.

Отмечена высокая окупаемость подобных АТ на производстве, это связано с относительно небольшими капиталовложениями, универсальностью и не прихотливости к грунту и дорожному (напольному) покрытию.

5.5 Требование техники безопасности, охраны труда и охраны окружающей среды, предъявляемые к АТ и ПРС, а также к выполнению погрузочно-разгрузочных операций и перевозок

Техника безопасности – это система организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих воздействие на работающих опасных производственных факторов.

Подвижной состав должен иметь высокую конструктивную безопасность: активную, пассивную и экологическую.

Активная безопасность – свойство автомобилей предотвращать дорожно-транспортные происшествия.

Активную безопасность автомобиля обеспечивают его высокие тягово-скоростные и тормозные свойства, хорошие устойчивость и управляемость, высокая плавность хода, хорошие обзорность и комфортабельность, резко снижающие утомляемость водителя и создающие условия длительной безаварийной работы.

Пассивная безопасность (внутренняя и внешняя) – свойство автомобилей уменьшать тяжесть последствий дорожно-транспортных происшествий. Пассивную безопасность автомобилей обеспечивают высокая прочность пассажирского салона, практически исключая его деформации при авариях, ремни безопасности, быстронадувные подушки безопасности, травмобезопасное рулевое управление, подголовники, безопасные стекла, безопасное

внутреннее оборудование кузова, уменьшающее травмирование водителя и пассажиров, безопасная внешняя форма кузова, уменьшающая травмирование пешеходов.

Экологическая безопасность – свойство автомобилей уменьшать вред, наносимый в процессе эксплуатации пассажирам, водителю и окружающей среде. Экологическая безопасность автомобиля обеспечивается конструкцией отдельных механизмов, систем и элементов, снижающих создаваемый автомобилями шум и уменьшающих токсичность отработавших газов.

В стране не созданы система и механизмы контроля безопасности, надежности и качества автотранспортных средств на всем их жизненном цикле. То, что существует ныне, недостаточно эффективно и ориентировано, в основном, на контроль единичных, специально подготовленных образцов. Нет государственной системы информации и единого банка данных об обеспеченности автотранспортной техникой, ее состоянии и уровне гарантируемой безопасности при ее производстве

Для безопасной работы автопогрузчика требуется специальная подготовка территории, включая устройство дорог с продольным уклоном до 9° и площадке с твердым покрытием и уклоном не более Г. Ширина дорог и проездов должны быть выбраны с учетом маневренных качеств автопогрузчиков и габаритов перевозимых ими грузов.

Высота штабелей, грузы которых перерабатываются автопогрузчиками, не должна превышать: 2,3 м – для строительных изделий, деталей, конструкций; 1,4 м – для поддонов с кирпичом; 2,5 м – для плит; 1,2 м – для труб; 1,5 м – для листовой продукции. Укладка грузов в штабель на высоту более 0,4 м от твердого покрытия допускается только на горизонтальных площадках.

При перевозке грузов должны соблюдаться требования Правил дорожного движения.

При погрузочно – разгрузочных работах и эксплуатации грузоподъемных механизмов следует руководствоваться требованиями ГОСТ 123.002–75,

					<b>ЮУрГУ – 23.04.02. 2020. 066. 06 ПЗ ВКР</b>	<i>Лист</i>
						79
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

ГОСТ 12.3.009–76, Правилами устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов. Правилами по охране труда на автомобильном транспорте [13]

Специализированный подвижной состав автомобильного транспорта имеет преимущества по сравнению с универсальным подвижным составом:

- большая сохранность количества и качества грузов в процессе перевозки (изотермические фургоны, цистерны); более высокая механизация процессов погрузки и разгрузки (самосвалы, самопогрузчики, цистерны с пневматической разгрузкой);
- возможность перевозки специфических грузов (жидких, длинномерных, тяжеловесных и др.);
- снижение затрат на тару (фургоны); исключение дополнительных операций при перевозке грузов (готовое платье и др.);
- повышение безопасности и улучшение санитарно-гигиенических условий перевозки некоторых грузов (цистерны) для перевозки химических продуктов, пылевидных грузов (цементовозы).

					<i>ЮУрГУ – 23.04.02. 2020. 066. 06 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
						80
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

## 6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 6.1 Сравнительный анализ затрат

Для определения экономической эффективности и необходимости модернизации необходимо четко понимать экономическую выгоду, которую мы получим после внесения изменений в наше грузовое транспортное средство.

Если рассматривать актуальность с экономической точки зрения, то первое, на чем стоит заострить внимание, это топливная экономичность, а точнее сравнение затрат на поддержание работоспособного состояния оборудования грузового автомобиля, в частности КМУ, в процессе работы от двигателя и от внедряемого нами электропривода и по итогам проводить анализ необходимости данного решения.

Рассчитаем расходы топлива в единицу времени, в данном случае час, чтобы в дальнейшем можно было проанализировать затраты в перспективе:

Специальные и специализированные автомобили с установленным на них оборудованием подразделяются на две группы:

- автомобили, выполняющие специальные работы в период стоянки (автокраны, компрессорные, бурильные установки и т.п.);
- автомобили, выполняющие специальные работы в процессе передвижения (снегоочистители, поливомоечные и т.п.).

Нормативный расход топлива для специальных автомобилей, относящихся к первой группе, определяется следующим образом:

$$Q_{н1} = H_T \times T \times P \quad (6.1.1)$$

$$Q_{н1} = 6,65 \times 1 \times 51,5 = 342,475 \text{ рублей/час}$$

где  $H_T$  – средняя норма расхода топлива на работу специального оборудования, л/час

$T$  – время работы оборудования, час;

$P$  – стоимость топлива за единицу, литр.

Если рассчитаться для сравнения, при прочих равных условиях стоимость работы в аналогичную единицу времени КМУ от электропривода, получим:

$$Q_{H2} = H_T \times T \times P \quad (6.1.2)$$

$$Q_{H2} = 4 \times 1 \times 6,17 \times 1,05 = 25,914 \text{ рублей/час}$$

где  $H_T$  – средняя норма потребления электроэнергии на работу специального оборудования, кв/час

$T$  – время работы оборудования, час;

$P$  – стоимость электроэнергии, рублей/кв/час.

На рисунке 6.1 представлен сравнительный график затрат на топливо

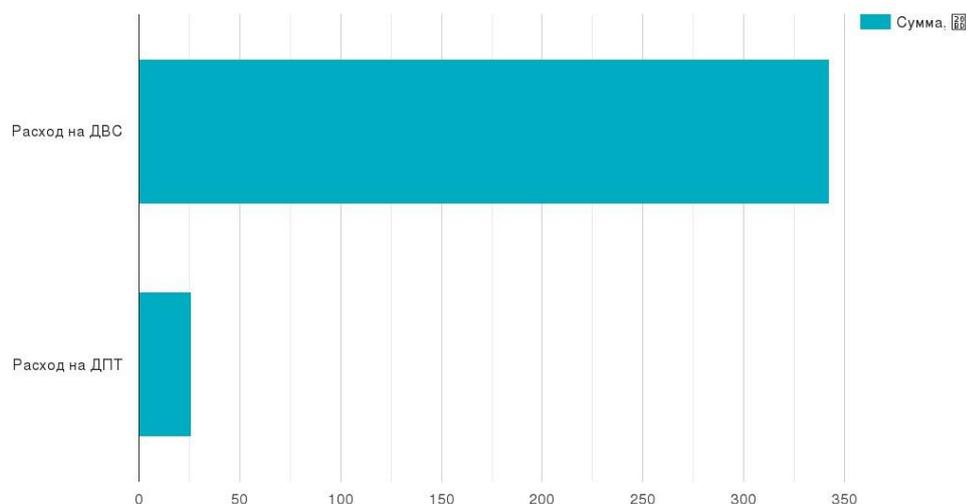


Рисунок 6.1 – Сравнительный график затрат на топливо

За стоимость электроэнергии примем актуальную стоимость электроэнергии для средних предприятий, которая в данный момент равна 6,17 рублей за 1 кв/час.

Если сравнить показатели, то можно понять, что выгода очень большая, если рассматривать траты на минимальную единицу времени:

$$Q_{H1}/Q_{H2} = 342,475/25,914 = 13,2 \quad (6.1.3)$$

Далее, рассчитаем экономию топлива за рабочий месяц при стандартной нагрузке грузового транспорта:

$$S = Q_{H1} \times t_1 \times t_2 \quad (6.1.4)$$

$$S_1 = 342,475 \times 3 \times 20 = 20548,5 \text{ рублей}$$

$$S_2 = 25,914 \times 3 \times 20 = 1554,84 \text{ рублей}$$

$$W = S_1 - S_2 \quad (6.1.5)$$

$$W = 20548,5 - 1554,84 = 18\,993,66$$

где  $S$  – энергетические затраты на поддержание работоспособности грузового автомобиля

$t_1$  – время работы оборудования, час/день;

$t_2$  – время работы оборудования, дней/месяц;

$W$  – экономия, рублей.

## 6.2 Расчет расходов на модернизацию

Что включает в себя расчет расходов на модернизацию:

- расходы на подготовку грузового автомобиля к модернизации (проверка мест установки, укрепление, снятие установочных размеров);
- расходы на разработку и изготовление схем управления внедряемым оборудованием;
- расходы на приобретение внедряемого оборудования (доставка, упаковка и т.д.)
- расходы на установку оборудования на автомобиль.

Разумеется, помимо рассмотренных расходов, есть дополнительные, но ими можно пренебречь, так как их учет не имеет особого смысла по причине

того, что они составляют лишь небольшую часть в сравнении с приведенными выше.

Часть расходов, которые нельзя выразить в числовом значении, мы будем исчислять средним количеством нормочасов, так как привести точные их значения не представляется возможным в силу особенной каждого отдельного автомобиля.

Для расчетной величины нормочаса на обслуживание и ремонт грузового автотранспорта возьмем стоимость 1500 рублей, она средняя по сервисам.

Усредненная временная разбивка по расходам и часам будет выглядеть следующим образом:

1. 0,5 – 0,75 нормочасов, возьмем верхний порог для расчета, получим:

$$0,75 \times 1500 = 1125 \text{ рублей}$$

2. Стоимость услуги разработки принципиальной электрической схемы состоит из непосредственно разработки, изготовления разработанной схемы и приобретения элементов для данной схемы. Для расчета примем суммы 5000 и 2500 рублей соответственно, так как это усредненные значения за услугу, составные элементы зачастую изготовитель использует свои, основные из них были взяты для расчета из прайс-листа магазина Chip&Dip, как одного из крупных продавцов на рынке. К разработке схемы была добавлена сумма 1250 рублей, что на 20% больше, чем реальная стоимость элементов схемы:

$$5000 + 2500 + 1250 = 8750 \text{ рублей}$$

3. Основные элементы нашей системы, а именно – электродвигатель, дополнительная аккумуляторная батарея и ящик питания бортовой сети, влагозащищенный щиток для размещения электрической схемы, соединительный элемент и термоустойчивые масляные шланги, мы будем рассчитывать исходя из рыночной стоимости и доставки данного оборудования, при необходимости.

					<b>ЮУрГУ – 23.04.02. 2020. 066. 06 ПЗ ВКР</b>	<i>Лист</i>
						84
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

### **Двигатель – Jinle QZD4842**

Стоимость данного двигателя в Китае, в лице производителя и поставщика, составляет 120\$, при неустойчивом курсе возьмем стоимость за 1\$ = 75 рублей, получим:

$$75 \times 120 = 9000 \text{ рублей}$$

Касаемо доставки, вопрос обстоит так, производитель предлагает доставку до транспортной компании по цене 2500 рублей, но при заказе от 2 одинаковых приводов – доставка бесплатная, тут могут быть рассмотрены два варианта: 1 – если автомобилей на предприятии несколько, разумно модернизировать не менее двух транспортных средств, это даст дополнительную экономию, 2 – если предприятие не крупное или же в принципе не нуждается в нескольких единицах модернизированных транспортных средств, то доставка включается в стоимость при расчете. Допустим наш вариант – 2, получим:

$$9000 + 2500 = 11500 \text{ рублей}$$

### **Аккумуляторная батарея Joker 24В**

Минимальная стоимость данной батареи для нашего региона – 4790 рублей, примем ее в расчет.

### **ЩМП 300x210x150 IP54 У2**

Минимальная стоимость данного приборного щита в нашем регионе – 1845 рублей, примем ее в расчет.

### **Ящик питания бортовой сети 24В**

					<i>ЮУрГУ – 23.04.02. 2020. 066. 06 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
						85
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Минимальная стоимость данного приборного щита в нашем регионе – 3755 рублей, примем ее в расчет.

### **Соединительный элемент и термоустойчивые масляные шланги**

Данное оборудование можно приобрести по цене 590 рублей за соединительный элемент и за 350 рублей/м, возьмем 2,5 этого вполне хватит, так как сам элемент будет подведен к приводу и понадобится не более 1,5–2м данного оборудования, получим:

$$590 + 350 \times 2,5 = 1925 \text{ рублей}$$

4. Расчет стоимости установки будет производиться также по нормочасам исходя из усредненной величины.

0,2 нормочаса – установка влагозащищенного щитка

0,2 нормочаса – установка схемы, разведение элементов подключения

0,3 нормочаса – изготовление площадки для установки привода

2 нормочаса – установка привода, разведение, подключение

0,2 нормочаса – подготовка площадки для установки ящика АКБ

0,2 нормочаса – установка ящика АКБ

0,5 нормочаса – установка соединительного элемента и проведение масляных шлангов к масляному насосу КМУ

2 нормочаса – электросборка схемы на автомобиле

$$(0,2 + 0,2 + 0,3 + 2 + 0,2 + 0,2 + 0,5 + 2) \times 1500 = 8700 \text{ рублей}$$

Итоговая стоимость работ F:

$$F = 1125 + 8750 + 11500 + 4790 + 1845 + 3755 + 1925 + 8700 = 42390 \text{ рублей} \quad (6.1.6)$$

Для удобства оценки затрат на рисунке 6.2 представлена круговая процентная диаграмма.

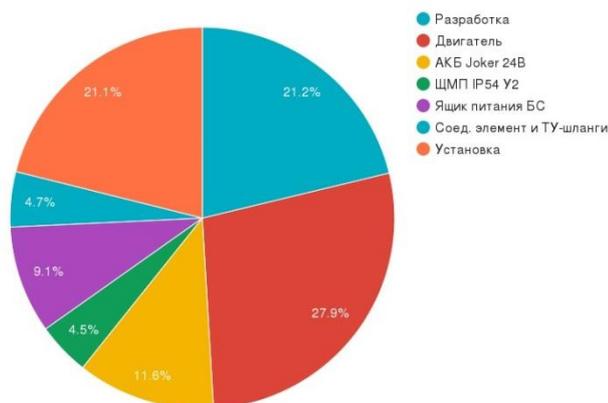


Рисунок 6.2 – Круговая диаграмма затрат

### 6.3 Расчет окупаемости

Рассчитаем основной показатель, который в первую очередь будет волновать предприятие, рассматривающее вопрос модернизации – срок окупаемости, именно он будет влиять на окончательное решение.

Рассчитаем его по следующей формуле:

$$L = \frac{F}{\Delta Q_n} = \frac{42390}{316,561} \approx 134 \text{ дня} \quad (6.1.7)$$

В случае модернизации двух автомобилей срок окупаемости будет вдвое меньше, но даже модернизация одного с такой окупаемостью может привлечь внимание производителя, так как составляет меньше полугода, что очень выгодно.

Также не стоит забывать, что впоследствии, после того как оборудование окупит себя, оно станет экономить деньги производству, как на топливной экономичности, так и на обслуживании, что будет однозначно положительно сказываться в финансовом отношении, особенно если предприятие мелкое или среднее.

Изм	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата
-----	------	----------	---------	------

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе решалась задача не только повышения функциональности и унификации рабочих объектов, но и минимизации вредных факторов, которые могут возникнуть в процессе внедрения предлагаемого оборудования.

Итогом разработки проектного решения стала установка дополнительного оборудования на грузовой автомобиль с краном – манипуляторной установкой, а именно – электрического двигателя постоянного тока, который будет дублировать функции основного (двигателя внутреннего сгорания), дополнительной аккумуляторной батареи.

Помимо основного узла, для совершенствования работы были приняты меры по установке системы управления, для повышения функциональности внедренного оборудования.

Принятые разработанные решения обеспечивают достижение главной цели работы – унификации используемого на промышленном предприятии оборудования, что тем самым позволяет извлечь максимальную разностороннюю выгоду в производственной сфере.

					<i>ЮУрГУ – 23.04.02. 2020. 066. 06 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
						88
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. [https://knowledge.allbest.ru/transport/2c0a65635a3ad68a5d43b89521206d27\\_0.html](https://knowledge.allbest.ru/transport/2c0a65635a3ad68a5d43b89521206d27_0.html) – Классификация и назначение автомобильного подвижного состава.
2. <https://mylektsii.ru/14-1650.html> – Ежедневное техническое обслуживание крана- манипулятора.
3. Вольдек А. И. Электрические машины/ А. И. Вольдек – Москва: Изд-во Энергия, 1978. – 353 с.
4. Черных И.В. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB, SimPowerSystems и Simulink. 1-е издание, 2007 год, 288 стр., формат 17x24 см, мягкая обложка, ISBN 978-5-388-00020-0.
5. Баранов В.Н. Применение микроконтроллеров AVR: схемы, алгоритмы, программы./ Баранов В.Н. – М.: Изд-во Додэка-XXI, 2006. – 147 с
6. Н.В. Клиначев. Мастер приведения параметров электрических машин. – [http://model.exponenta.ru/k2/Jigrein/dcs\\_20131127.htm](http://model.exponenta.ru/k2/Jigrein/dcs_20131127.htm)
7. Официальный сайт компании Furukawa Unic – <http://furukawaunic.ru>
8. Спецтехника из Японии. Крановые установки – <http://j-truck.ru>
9. Руководства по эксплуатации UNIC URV – <http://kmuclub.ru/topic/49-rukovodstva-i-katalogi-unic>
- 10.Руководство по ремонту КМУ UNIC – <http://multi-rent.ru/articles/unic/unic-rukovodstva-po-remontu>
- 11.UNIC. Запчасти для японских манипуляторов – <https://soling-nsk.ru/unic.htm>
- 12.Расчет мощности жидкостных насосов – <http://electrichelp.ru/raschet-moshhnosti-dvigatelya-nasosa>
- 13.Вахламов В.К. Теория и конструкция автомобиля и двигателя: учеб. пособие/ Шатров М.Г. – М.: Изд-во АСАДЕМА, 2003. – 816 с