

УДК 62-77

Б.И. Каяуда¹, Н. Г. Филиппенко¹, А.Б. Доржиева¹, Е.В. Клемешова¹

¹Иркутский государственный университет путей сообщения, Иркутск, Россия

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦЕЛИ И ЗАДАЧ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ УСТАНОВКИ РАЗБОРКИ ПОГЛОЩАЮЩЕГО АППАРАТА КЛАССА Т2 И Т3

Аннотация. С увеличением среднего веса грузового железнодорожного состава возникает проблема защиты вагона и груза от продольных реакций при соударении вагонов во время движения и при маневровых работах. Для смягчения или ликвидации таких реакций применяются поглощающие аппараты. На сегодняшний день наиболее перспективными поглощающими аппаратами являются эластомерные поглощающие аппараты. Особенность их конструкции и свойства рабочего тела – эластомера, позволило при сохранении прежних габаритов значительно увеличить объём поглощённой энергии при соударении вагонов. Эти, а также другие достоинства эластомерных поглощающих аппаратов привело к их распространению на Российских железных дорогах, однако ремонт таких аппаратов невозможно осуществить силами вагонного депо. Поэтому, в случае неисправности, эластомерные аппараты отправляют на завод изготовитель или в сервисные центры, имеющие лицензию на осуществление ремонта и гарантийного обслуживания. Анализируя работу сервисного центра, находящегося в Иркутске и учитывая увеличивающиеся объёмы ремонта определена задача по модернизации стенда для разборки и сборки эластомерных поглощающих аппаратов путём увеличения его автоматизации и облегчения его эксплуатации слесарной бригадой для увеличения производительности.

Ключевые слова: эластомерный аппарат, автоматизация, ремонт, повышение производительности

B.I. Kayuda¹, N. G. Filippenko¹, A.B. Dorjjeva¹, E.V. Klemechova¹,

¹Irkutsk State University of Railway Engineering, Irkutsk, Russia

DETERMINATION OF THE PURPOSE AND TASKS FOR AUTOMATING THE INSTALLATION OF THE DISASSEMBLY OF THE ABSORBER CLASS T2 AND T3

Annotation. With an increase in the average weight of a freight train, the problem arises of protecting the car and the cargo from longitudinal reactions when a car collides during movement and during shunting operations. Absorbing devices are used to mitigate or eliminate such reactions. Today, the most promising absorbing devices are elastomeric absorbing devices. The peculiarity of their design and the properties of the working fluid, an elastomer, allowed, while maintaining the same dimensions, to significantly increase the volume of absorbed energy when a car collides. These, as well as other advantages of elastomer absorbing devices led to their distribution on the Russian railways, but the repair of such devices cannot be carried out by the forces of the carriage depot. Therefore, in the event of a malfunction, the elastomeric devices are sent to the manufacturer's factory or service centers licensed to carry out repairs and warranty service. Analyzing the work of the service center located in Irkutsk and taking into account the increasing volume of repairs, the task of upgrading the stand for disassembling and assembling elastomer absorbing devices by increasing its automation and facilitating its operation by the locksmith team to increase productivity was defined.

Keywords: elastomer apparatus, automation, repair, performance improvement

Актуальность работы

Вагонный парк принадлежит к числу наиболее важных единиц железнодорожного транспорта. На него приходится существенная часть стоимости основных фондов этой отрасли, а также задействован внушительный штат сотрудников на эксплуатацию и техническое содержание вагонов. Учитывая всё это проводятся работы по увеличению эффективности подвижного состава путём усовершенствования вагонного парка, его модернизации и внедрению инноваций в существующую конструкцию для повышения эффективности и безопасности при перевозке грузов и пассажиров. Существуют разные способы по увеличению оперативности перевозок, но в последние годы ставка делается именно на увеличение среднего веса грузового состава. Связанно это с увеличением грузопотока, загруженностью Транссибирской магистрали и сложностями в увеличении средней скорости подвижного состава учитывая сложность профиля пути [1].

Увеличение среднего веса грузового железнодорожного состава несёт в себе много положительных моментов, но имеются также и отрицательные факторы, один из них — это увеличение продольных реакций при соударении вагонов во время движения или при маневровых работах. Эти реакции негативно сказываются на целостности конструкции вагона, его автотормозного оборудования, ходовой части и груза, который в них перевозится. Для их ликвидации или смягчения негативных воздействий применяются поглощающие аппараты автосцепки. Поглощающий аппарат – компонент автосцепного устройства, служащий для поглощения (демпфирования) основной части энергии удара, а также для снижения продольных растягивающих и сжимающих усилий, передающихся через автосцепку на раму рельсового подвижного состава (вагон, локомотив). Выполняет функцию буферов, однако размещён внутри рамы. Усилия от автосцепки передаются через специальный тяговый хомут, благодаря которому поглощающий аппарат постоянно работает на сжатие [2].

Эффективность их работы осуществлена за счёт образования в механизме аппарата противодействующих сил сопротивления, а также изменения и распределения энергии соударения в другие виды кинетических сил.

Требования эксплуатации обеспечиваются определёнными показателями силовой характеристики аппарата, представляющими собой зависимость силы сопротивления аппарата от хода при сжатии и отдаче. Таким образом, силовая характеристика поглощающего аппарата в значительной степени влияет на уровень продольных сил, действующих на вагон, сохранность конструкции и перевозимых грузов.

По способу поглощения энергии поглощающие аппараты делят на следующие группы [3]:

- фрикционные (поглощение механической энергии происходит за счёт работы сил трения на рабочих поверхностях деталей фрикционного узла);
- гидравлические (за счёт дросселирования жидкости);
- эластомерные (за счёт продавливания высоковязкого эластомерного материала через калиброванный щелевой зазор или отверстие);
- аппараты из упругих элементов (за счёт внутреннего трения в упругих элементах при их деформации);
- комбинированные (поглощение энергии происходит двумя или более из указанных выше способов).

Изначально на вагонах использовались пружинные аппараты, однако у них быстро выявились проблемы. Первая из них это слишком большая отдача пружин, то есть поглощённая кинетическая энергия практически в том же объёме отдавалась обратно, что нивелировало их полезность. Вторая проблема — это их громоздкость, т.к. чтоб они эффективно работали приходилось делать их достаточно большими. Решающим же фактором оказалось то, что другие виды аппаратов можно было сделать не менее эффективными и при этом намного компактнее.

Пружинные аппараты не исчезли вовсе, они трансформировались в пружинно-фрикционные аппараты, где пружинам досталась уже второстепенная роль, а основное действие переносится на фрикционное движение. То есть после совершения удара на выходе имеется не энергия отдачи пружин, а кинетическая сила трения (фрикции) и потенциальная энергия деформации пружин. Такой вид аппаратов начал эксплуатироваться очень давно и используется до сих пор. Это связано с их простотой в изготовлении, дешевизной, лёгкостью и удобством обслуживания и ремонта, меньшими габаритами чем у пружинных устройств, что позволяет не вызывать затруднений в процессе их установки на вагон.

С развитием технологий начали появляться всё новые и новые виды поглощающих аппаратов и среди них можно выявить гидравлические аппараты. Их образ действия очень отличается от пружинно-фрикционного, потому что они берут за основу жидкость, которая и обеспечивает максимальную амортизацию. В аппарате имеются дроссельные отверстия, откалиброванные соответствующим образом. Ходы служат для того, чтобы через них протекала амортизирующая жидкость. Эти отверстия связывают две полости, которые заполняются через данные отверстия в зависимости от нагрузки [4].

Также удачной моделью аппарата является РТ – 120. В нём фрикционный узел в аппарате подпирается комплектом упругих элементов. В качестве упругого звена применён комплект из полимерных элементов. Большой плюс таких аппаратов – длительный ресурс, но имеется и недостаток – это нестабильность силовой характеристики.

Своего рода симбиозом гидравлических аппаратов и аппаратов с упругими элементами является эластомерный поглощающий аппарат. Наиболее вероятно, что это перспективный путь развития противоударных амортизаторов в которых используется такое упругое рабочее тело, которое обладает упругими и диссипативными свойствами и способно дросселироваться по малым каналам, рассеивая энергию удара. Аппараты указанного типа по рабочим качествам мало отличаются от гидравлических и, в тоже время, при изготовлении их и обслуживании возникает меньше осложнений.

Первые эластомерные поглощающие аппараты появились в России в середине 90-х годов прошлого века, это были аппараты 73ZW польского изготовления (рисунок 1.1). Уже в конце 90-х годов отечественными заводами были разработаны эластомерные поглощающие аппараты, удовлетворяющие техническим требованиям МПС России и превосходящие по своим показателям зарубежные аналоги. ВНИИЖТом совместно со специалистами авиационной промышленности и заводом «Авиаагрегат» (г. Самара) создан аппарат АПЭ-120-И (рисунок 1.2), а также АПЭ-90-А (рисунок 1.3), ГУП «Уралвагонзавод» - аппарат АПЭ – 95 –УВЗ (рисунок 1.4), ОАО «БМЗ - Вагон» - аппарат ЭПА – 120.

В 1997 г. ГУП «ПО Уралвагонзавод» совместно с ВНИИЖТ начал работы по созданию собственной конструкции эластомерного поглощающего аппарата автосцепного устройства грузовых вагонов. В качестве рабочего тела был выбран материал на основе высокомолекулярного и кремнийорганического каучука – эластомер. Этот материал обладает следующими свойствами: низкой зависимостью механических свойств от температуры, долговечностью при воздействии циклических механических нагрузок, экологической безопасностью.

Итогом выполненных работ стала конструкция аппарата АПЭ-95-УВЗ класса Т2. Аппарат успешно выдержал предварительные испытания, включающие в себя также климатические и ресурсные испытания, и приёмочные испытания. Одновременно с испытаниями АПЭ-95-УВЗ на ГУП «ПО Уралвагонзавод» были начаты работы по созданию конструкции эластомерного поглощающего аппарата АПЭ-120-УВЗ класса Т3, имеющего рабочий ход 120 мм и повышенную энергоёмкость [5].

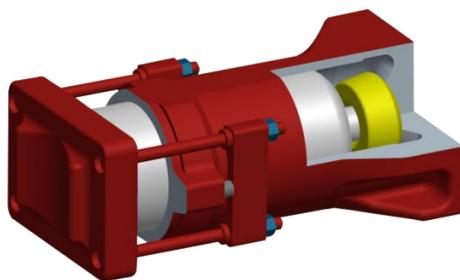


Рисунок 1.1 Эластомерный поглощающий аппарат 73ZW

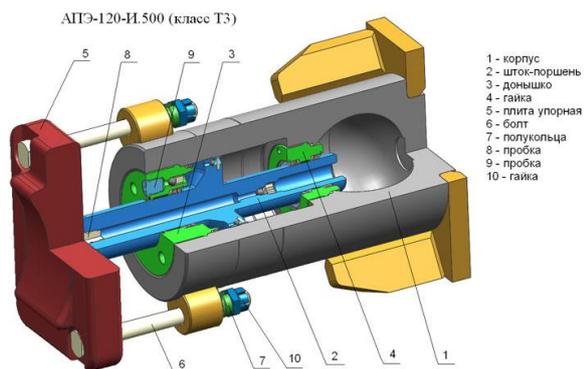


Рисунок 1.2 Эластомерный поглощающий аппарат АПЭ-120-И

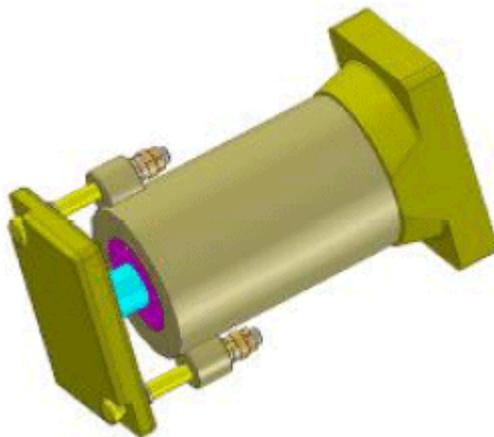


Рисунок 1.3 Эластомерный поглощающий аппарат АПЭ-90-А

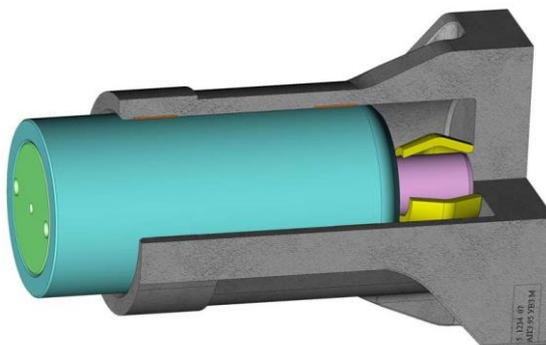


Рисунок 1.4 Эластомерный поглощающий аппарат АПЭ-95-УВЗ

Следует обратить внимание на то, что поскольку разные вагоны и разные грузы могут по экономическим соображениям иметь разную степень защиты от продольных воздействий разного уровня, был разработан типоразмерный ряд аппаратов, который приведён в нижеследующей таблице [6].

Таблица 1.1 – Типоразмерный ряд поглощающих аппаратов

Наименование показателей	Типы аппаратов			
	T-1	T-2	T-3	T-4
Номинальная энергоёмкость, кДж (не менее)	60-80	100-120	140-160	200-400
Максимальная энергоёмкость, кДж (не менее)	80-110	130-160	190-220	400-800
Ход аппарата, мм	70-120	90-120	120	250-500
Рекомендуемые типы вагонов	Полувагоны, платформы, крытые для грузов общего назначения, маршрутные поезда	Цистерны, крытые для ценных и экологически опасных грузов	Газовые и химические цистерны для особо опасных грузов	Специализированные вагоны

Следует привести и другую информацию, относящуюся к эксплуатируемым и опытным поглощающим аппаратам. Она приведена в таблице 1.2 [6]

Таблица 1.2 – Характеристики поглощающих аппаратов

Тип аппарата	Конструктивный ход	Энергоёмкость при столкновении вагонов массой 100т, кДж	Скорость соударения вагонов массой 100т, км/ч	Статистическая сила сжатия, МН
Ш-1 ТМ	70	20	6	не нормируется
Ш-2-В	90	46	7,9	не нормируется
Ш-6-ТО-4	120	60	9	не нормируется
ПМК-110	110	60	9,7	не нормируется
73 ZW	90	110	10	0,85
73 ZW 12 М	120	135	12	1,85
АПЭ-120-М	120	160	14	1,7
АПЭ-120	120	140	13	1,8
АПЭ-95-УВЗ	95	130	10	1,15

Эластомерные поглощающие аппараты за счёт конструктивных особенностей на данный момент обеспечивают наиболее лучшую защиту вагона и перевозимого груза от повреждающего воздействия продольных сил в поездном и маневровом режимах эксплуатации в отличие от пружинно-фрикционных. Помимо этого, эластомерные аппараты обладают следующими существенными преимуществами[5]:

- отсутствие периода приработки у эластомерных поглощающих аппаратов позволяет обеспечить надёжную защиту конструкции вагона непосредственно с момента их установки, в то время как фрикционному аппарату требуется не менее года работы для достижения проектной энергоёмкости;
- отсутствие явлений заклинивания у эластомерных аппаратов существенно снижает вероятность возникновения аварийной ситуации;
- гладкая силовая характеристика эластомерного аппарата снижает воздействие на конструкцию вагона высокочастотных нагрузок, характерных для работы фрикционного аппарата вследствие схватывания и срыва поверхностей трения;

К недостаткам этих моделей можно отнести сложность конструкции и как следствие дороговизну ремонта, высокие затраты сил и времени на обслуживание эластомерных поглощающих аппаратов в сравнении с пружинно-фрикционными аппаратами. Также сложность конструкции обуславливает невозможность ремонта таких поглощающих

аппаратов силами вагоноремонтных предприятий. В годы, когда эластомерные аппараты только набирали популярность их ремонтом и гарантийным обслуживанием занимались только заводы изготовители, что вызывало дополнительные затраты на логистику и увеличивало время ожидания ремонта. Однако сами заводы изготовители не особо заинтересованы в организации полноценного гарантийного обслуживания ЭПА, так как на это требуется значительные финансовые средства (пересылка исправных ЭПА, их ремонт, хранение и т.д.). Поэтому начали организовываться сервисные ремонтные центры, которые специализируются на ремонте эластомерных поглощающих аппаратов и располагаются гораздо ближе к предприятиям. Такие сервисные центры упрощают логистику, время ожидания ремонта, а также значительно удешевляют ремонт. Кроме того, после ремонта в сервисном центре, также предоставляется гарантийное обслуживание, как и на заводе, но сроком в два раза меньше, однако это нивелируется более низкой стоимостью ремонта, поэтому в целом такой вид обслуживания более выгоден собственникам вагонного парка.

В сервисном центре по обслуживанию и ремонту эластомерного поглощающего аппарата расположенном в городе Иркутске и принадлежащем ООО «ИТВ Транс» работает две смены слесарей и один мастер. На данный момент сервисный центр занимается гарантийным и постгарантийным обслуживанием всех видов эластомерных поглощающих аппаратов, а также занимается ремонтом аппаратов всех видов кроме модели 73ZW и его модификаций.

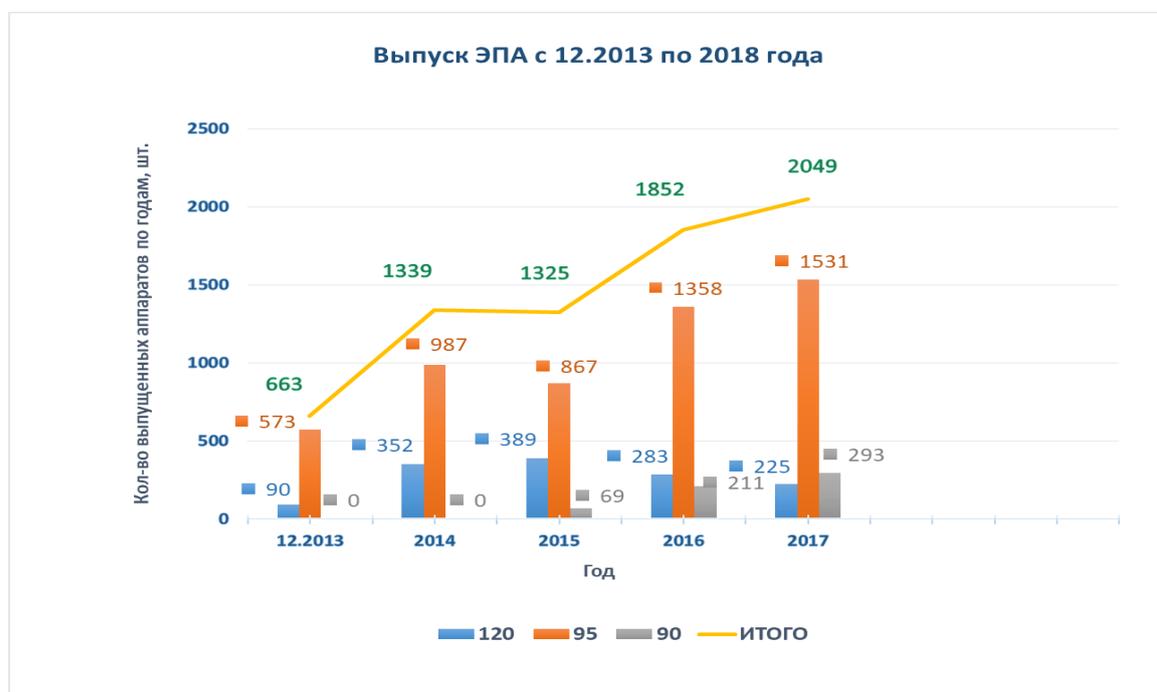


Рисунок 2 График выпуска эластомерных поглощающих аппаратов с ремонта

Из графика по выпуску ЭПА из ремонта (рисунок 2) [7] видно, что объём ремонта с каждым годом увеличивается. Это связано с тем, что количество выпускаемых аппаратов растёт, а также растёт и спрос на них.

За годы работы эластомеров стали выявляться определённые особенности каждой модели, связанные как с их конструкцией, так и с климатическими условиями, в которых они эксплуатируются. Так наибольшее распространение получили аппараты АПЭ-95-УВЗ и 73ZW. Эти аппараты одни из самых первых появились на рынке эластомерных поглощающих аппаратов. АПЭ-95-УВЗ имеет более низкую стоимость чем другие ЭПА и обладает хорошей надёжностью. Его распространению поспособствовало и то, что зачастую он поставлялся сразу с вагонами, построенными на Уралвагонзаводе. Основная проблема этих аппаратов — это полиамидные кольца, неисправность которых приводит к протеканию эластомера в узле шток-верхнее доньшко. Такая же проблема при эксплуатации возникает у АПЭ-90-А, но также эта модель страдает от трещин в корпусе и разрушению элементов сборного штока во время эксплуатации. Однако этих проблем лишён другой аппарат компании «Авиаагрегат» АПЭ-120-И. Являясь поглощающим аппаратом класса ТЗ он является наименее распространённым, но более надёжным технически и конструктивно.

В зимний период времени основная браковка АПЭ происходит по причине недостаточного выхода штока из корпуса аппарата, это связано с тем, что эластомерная масса теряет свои упруго-вязкие свойства при экстремально низких температурах Восточной Сибири.

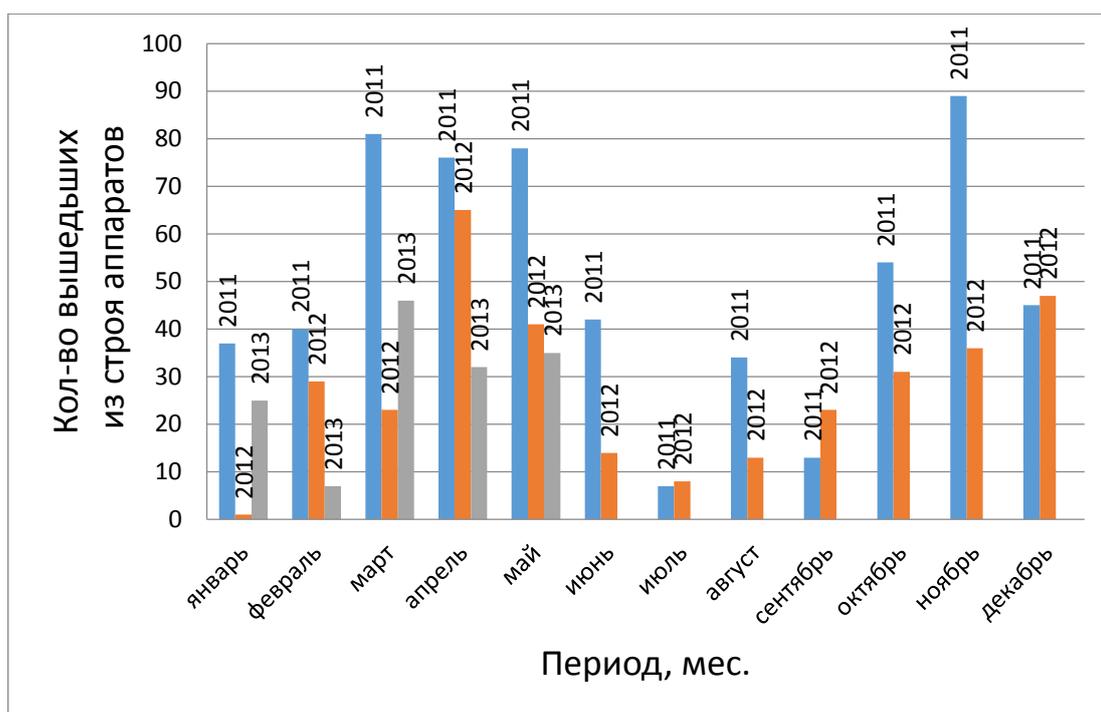


Рисунок 3 Статистика выхода из строя АПЭ-90-А.800

Исходя из представленного графика (рисунок 3) по выходу из строя эластомерного поглощающего аппарата АПЭ-90-А видно, что наибольшее количество поломок приходится на период осень-весна. Это обусловлено тем, что в эти месяцы наблюдаются большие скачки температур, приводящие к потере эластомерной массы своих свойств. Все эти факторы приводят к тому, что нужно проводить ремонт аппарата, а учитывая возрастающие объёмы необходимо увеличивать производительность путём повышения автоматизации.

Ремонт эластомерного аппарата заключается в его визуальном осмотре, разборке, замене комплектующих, сборке, заправки эластомерной массой и испытании на специальном стенде. По сравнению с ремонтом и обслуживанием пружинно-фрикционных аппаратов, ремонт эластомеров занимает значительно больше времени и усилий. Чтоб сократить эти показатели применяются специальные стенды, приспособления и инструменты. Например, для одной из самых сложных операций, а именно разборка/сборка эластомерного поглощающего аппарата, применяется специальный стенд (рисунок 1), позволяющий ускорить и облегчить этот процесс.

Достоинства этого стенда следующие:

- большой запас прочности конструкции;
- лёгкость в обслуживании;
- интуитивно понятный процесс работы;
- возможность разборки/сборки всех существующих эластомерных поглощающих аппаратов;
- дешевизна конструкции;
- стойкость к перегрузкам;

К недостаткам можно отнести следующие пункты:

- недостаточная автоматизация;
- несовершенство конструкции тележки для удержания эластомерного поглощающего аппарата;
- несовершенство конструкции переходника для разборки/сборки эластомерного поглощающего аппарата.

Решение именно этих проблем позволит нам ускорить производственный процесс, улучшить условия работы слесарей и облегчить им труд. К тому же как показывает практика, сэкономленные секунды, а при некоторых условиях и минуты при решении недостатков

конструкции за год выльются в часы рабочего времени, а значит будет достигнут положительный экономический эффект.

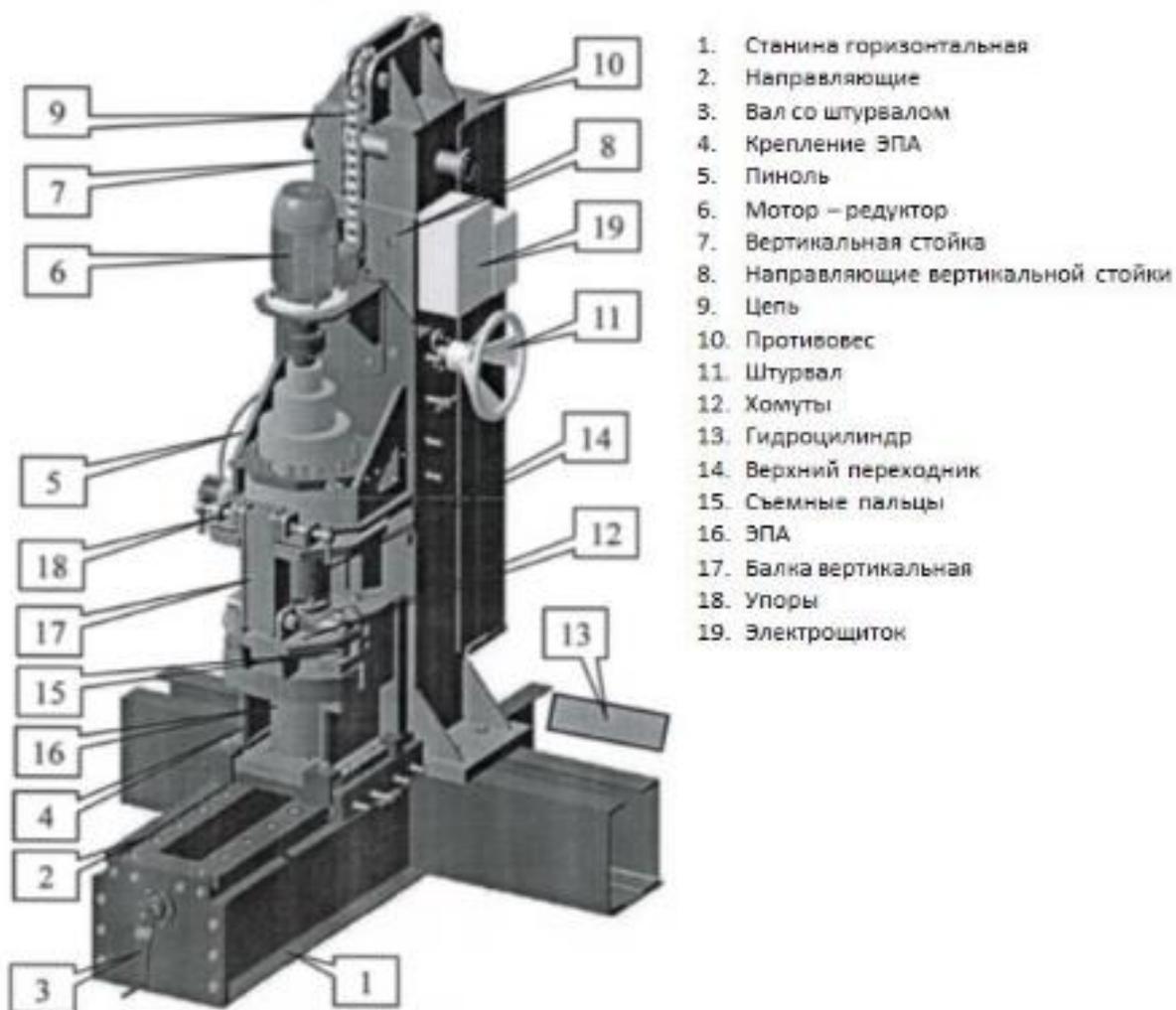


Рисунок 4 Установка для разборки и сборки эластомерного поглощающего аппарата в аксонометрии

Выводы

Исходя из вышеизложенного целью дальнейших исследований будет работа по повышению производительности стенда путём увеличения его автоматизации, модернизации продольного перемещения рамы для закрепления эластомерного поглощающего аппарата, а также совершенствование конструкции переходника для разборки/сборки ЭПА.

Также были определены следующие задачи для достижения поставленной цели:

1. Изучение существующих конструкций эластомерных поглощающих аппаратов
2. Изучение технологии разборки/сборки эластомерных аппаратов
3. Разработка модернизации стенда, а также повышение его автоматизации
4. Разработка инструкций по безопасному и экологичному ведению работ
5. Расчёт экономических показателей проекта.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лукин, В. В. Вагоны. Общий курс [Текст]: учебник для вузов ж.-д. транс. / В. В. Лукин, П. С. Анисимов, Ю. П. Федосеев; под. ред. В. В. Лукина. – Москва, Маршрут, 2004. – 424 с.
2. https://ru.wikipedia.org/wiki/Поглощающий_аппарат
3. http://www.pomogala.ru/konsrukt/konstrukt_46.html
4. <http://fb.ru/article/260288/pogloschayuschiy-apparat-naznachenie-i-tipyi>
5. <https://studopedia.info/2-41819.html>
6. http://www.miit.ru/content/Диссертация.pdf?id_wm=723507
7. ООО «ИТВ Транс» «Руководство по эксплуатации установки для сборки и разборки эластомерного поглощающего аппарата»

REFERENCES

1. Lukin, V.V. Cars. General course [Text]: a textbook for universities. trance. / V.V. Lukin, P.S. Anisimov, Yu.P. Fedoseev; under. ed. V. V. Lukin. - Moscow, Itinerary, 2004. - 424 p.
2. https://ru.wikipedia.org/wiki/Absorbing_apparatus
3. http://www.pomogala.ru/konsrukt/konstrukt_46.html
4. <http://fb.ru/article/260288/pogloschayuschiy-apparat-naznachenie-i-tipyi>
5. <https://studopedia.info/2-41819.html>
6. http://www.miit.ru/content/Disposition.pdf?id_wm=723507
7. LLC ITV Trans "Installation Manual for the Assembly and Disassembly of the Elastomeric Absorbing Apparatus"

Информация об авторах

Каюда Богдан Игоревич - студент группы ПСЖ 4-14-1, Иркутский государственный университет путей сообщения, тел. 89149190215, e-mail: bogdankauyda@mail.ru

Филиппенко Николай Григорьевич - к. т. н., доцент, доцент кафедры АПП, Иркутский государственный университет путей сообщения, тел. 638395(0270), e-mail: ifpi@mail.ru.

Доржиева Арюна Баяровна - студент группы ПСЖ 4-14-1, Иркутский государственный университет путей сообщения, тел. 89503896530, e-mail: dorzhievaaryuna985@gmail.com

Клемешова Екатерина Викторовна – студент группы ПСЖ 4-14-1, Иркутский государственный университет путей сообщения, тел. 89500983092, e-mail: katerina.klemeshova@mail.ru