

**М.А. Вокина, М.Э. Михальчишина, Н.Г. Филиппенко**

*Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, Российская Федерация*

## **НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ НЕИСПРАВНОСТЕЙ ГИДРОДЕМПФЕРА ЛОКОМОТИВА «ЕРМАК»**

**Аннотация.** В данной статье представлены и проанализированы проблемы работы гидродемпферов марки 677, 678, установленных на локомотивах «Ермак», выпущенных за период 2004 -2021гг. В статье были рассмотрены: конструкция, принцип работы гидродемпфера, его основные неисправности.

Собраны и проанализированы статистические данные о гидравлических гасителях колебаний марки 677, 677-1, 677-3, 678, поступивших на ремонт в сервисное локомотивное депо «Иркутское» за период с 01.01.2021 по 31.12.2021. Были идентифицированы причины неисправностей и частота их проявления.

Проведенный анализ нормативно-технической документации по ремонту гидродемпферов показал, что к основным видам неисправностей относятся: течь смазки по корпусу из-за разрушения или износа резиновых уплотнений на направляющей и отсутствие герметичности в нижней части гидроцилиндра по причине неудовлетворительной конструкции и технологии изготовления сборочной единицы «рабочая камера» и её составляющих- клапан, лепестковая пружина.

Исходя из анализа неисправностей была выбрана цель дальнейших исследований направленные на устранение недостатков конструкции направляющей и днища цилиндра, путем их модернизации.

**Ключевые слова:** гидродемпфер, гидроцилиндр, локомотив «Ермак», направляющая штока, днище цилиндра

**M.A. Vokina, M.E. Mikhailchishina, N.G. Filippenko**

*Irkutsk State Transport University, Irkutsk, the Russian Federation*

**Abstract.** This article presents and analyzes the problems of the operation of the brand 677, 678 hydro dampers installed on the Ermak locomotives produced during the period 2004-2021. The article considered: the structure, the principle of operation of the hydro damper, its main malfunctions.

Statistical data on hydraulic vibration dampers of the 677, 677-1, 677-3, 678 brands received for repair at the Irkutsk locomotive depot for the period from 01.01.2021 to 31.12.2021 were collected and analyzed. The causes of malfunctions and the frequency of their manifestation were identified.

The analysis of the regulatory and technical documentation for the repair of hydraulic dampers showed that the main types of malfunctions include: leakage of lubricant through the body due to the destruction or wear of rubber seals on the guide and the lack of tightness in the lower part of the hydraulic cylinder due to the unsatisfactory design and manufacturing technology of the assembly unit "working chamber" and its components- valve, petal spring.

**Keywords:** hydraulic damper, hydraulic cylinder, locomotive "Ermak", rod guide, cylinder days.

### **Введение**

Использование последние десятилетия локомотива «Ермак» 2 (3, 4) ЭС5К (рис. 1) в качестве магистрального грузовой электровоз переменного тока, позволило осуществить вождение грузовых поездов повышенной массы. Электровозы разработаны всероссийским НИИ электровозостроения (ВЭЛНИИ) в Новочеркасске и производятся с 2004 года на Новочеркасском электровозостроительном заводе, входящим в состав концерна ЗАО «Трансмашхолдинг», являясь самым массовым семейством российских электровозов, выпускаемых в настоящее время. По состоянию на декабрь 2021 года выпущено 1876 электровозов ЭС5К разных модификаций, а с учётом модификации 2ЭЛ5, выпускавшейся Луганским заводом-1894.

Тем не менее, необходимо отметить, что ряд узлов локомотива в процессе эксплуатации не выдерживают декларируемые заводом-изготовителем плановых ресурсов [1 - 3].

Проведённые исследования на базе локомотивного депо «Иркутское» показали, что большое количество неисправностей на локомотивах связаны с поломками гидродемпферов моделей 677, 678.

Поэтому целью данной работы стало выявление причин неисправностей гидrogасителей и определение способов их устранения.

Для выявления причин выхода узлов из строя было проведено более глубокое изучение и анализ конструкции гидрогасителей. Необходимо отметить, что в конструкции гидрогасителя применяются не только металлы, но и современные конструкционные материалы в виде эластомеров, полимеров и композитов [4 - 7].



**Рис. 1. Локомотив 3ЭС5К**

Гидродемпфер расположен вертикально между кронштейнами корпуса буксы и рамы тележки. На один буксовый узел приходится 1 гидродемпфер, на одну тележку устанавливается 4 буксовых гидродемпфера. Необходимо отметить, что он работает параллельно с пружинами рессорного подвешивания.



**Рис. 2. Расположение гидродемпфера в локомотиве 3ЭС5К**

Конструкция и принцип работы гидродемпфера были рассмотрены на примере гидродемпфера модели 677.

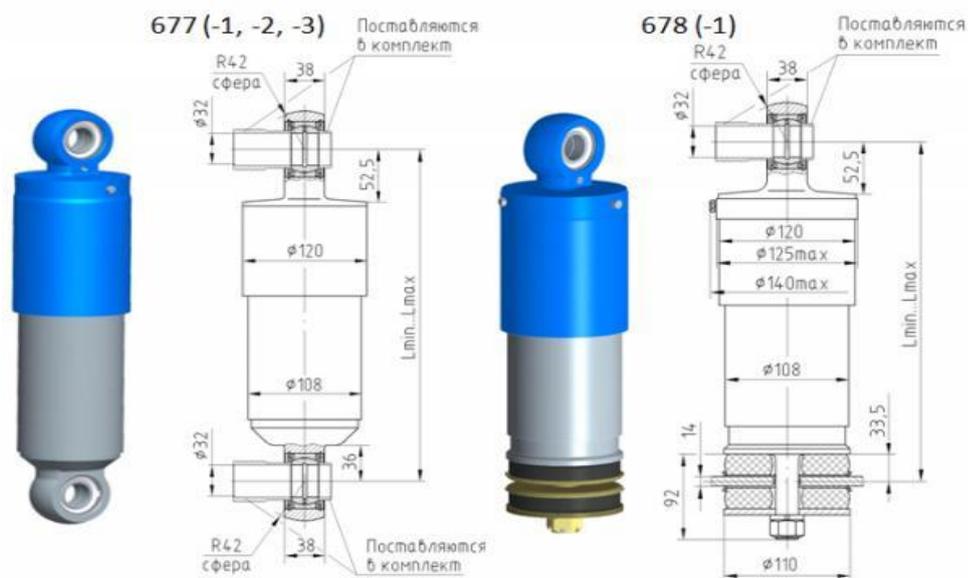


Рис. 3. Гидродемпферы марки 677,677

Гидродемпфер состоит из:

- сборочной единицы «Корпус»,
- сборочной единицы «Рабочая камера»,
- сборочной единицы «Шток»,
- сборочной единицы «Корпус уплотнения»,
- сборочной единицы «Проушина верхняя».

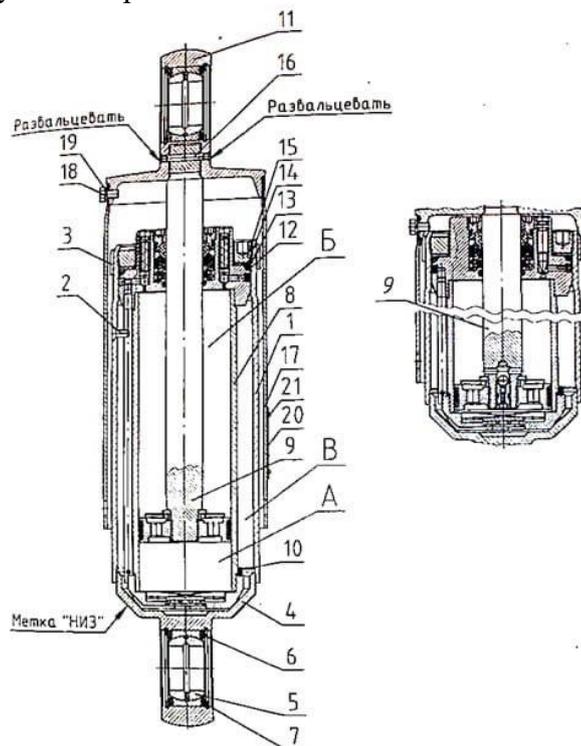
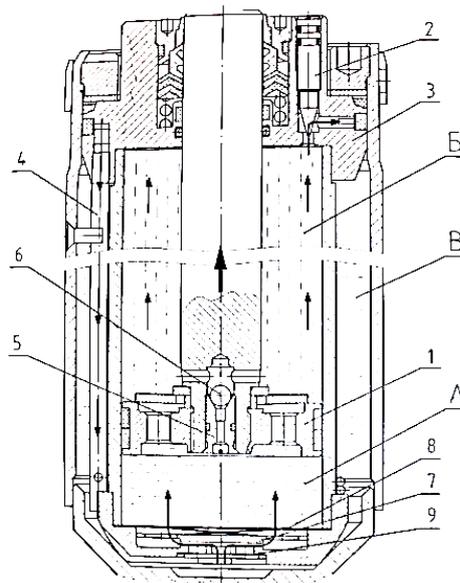


Рис. 4. Конструкция гидродемпфера марки 677,

где: 1- корпус, 2- заклепка приваренная, 3- кольцо, 4- проушина нижняя, 5- подшипник, 6- кольца уплотнительные фторопластовые, 7- кольца стопорные, 8- рабочая камера, 9- шток, 10- металлическая проволока, 11- проушина верхняя, 12- уплотнительное резиновое кольцо, 13- кольцо, 14- шайба, 15- гайка, 16- штифт, 17- защитный кожух, 18- стопорящийся болт, 19- граверная шайба, 20- сливные трубки, 21- металлический ярлык [3, 4, 5-7].

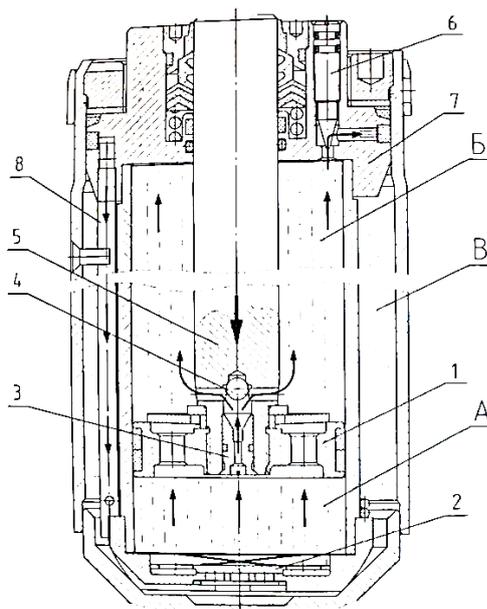
Для определения причин выхода из строя узлов демпферов необходимо более подробно рассмотреть принцип их работы и конструктивные особенности.

Принцип работы гидродемпера в его дроссельном режиме работы, который является основным, представлен на рисунке 5.



**Рис. 5. Ход растяжение. Дроссельный режим**

Поршень 1, движется вверх вытесняет масло из надпоршневой области, через дроссельное отверстие в котором находится игла 2. Дроссельное отверстие регулируется кольцевой проточкой в направляющей 3 соединяется со сливными трубками 4 и через них с рекуперативной полостью (запасной резервуар). Перетекание жидкости из надпоршневой полости в поршневую полость не происходит так как дроссель 5 перекрыт шариком 6. Таким образом, в надпоршневой полости создаётся давление демпферной жидкости, под действием давления жидкость перетекает в рекуперативную полость. А в поршневой полости происходит разрежение, под действием чего открывается впускной клапан 7, подпружиненный пружиной 8 и масло из рекуперативной полости поступает в поршневую полость через фильтрующую сетку 9. Ход сжатия показан на рисунке 6 [7, 8].



**Рис. 6. Ход сжатие. Дроссельный режим**

Поршень 1, движется вниз, создаёт давление жидкости в поршневой полости. Выпускной клапан 2 закрыт, и демпферная жидкость перетекает из поршневой полости в надпоршневую через дроссель 3, открывает шариком 4 дроссельное отверстие. Превышение демпферной жидкости, вытесняемой штоком 5 из надпоршневой полости перетекает в рекуперативную полость через дроссельное отверстие, сечение которого регулируется иглой 6, по кольцевой проточке в направляющей 7 и сливными трубками 8 [9].

Нельзя не отметить, что данный узел эксплуатируется в более интенсивном режиме, чем другие части гасителя, но его система герметизации выполнена по стандартной схеме и не имеет дополнительных уплотнений.

Собранный в рамках настоящего исследования статистические данные и их соавнительный анализ с нормативно-технической документацией показал, что 70% аварийных неисправностей гидроцилиндра приходится на течь смазки по корпусу из-за разрушения или износа резиновых уплотнений на направляющей штока и отсутствия герметичности в нижней части цилиндра, что вновь указывает на конструктивные недостатки гидродемфера, что также подтверждается и следующими материалами, описанными в [10 - 12]. Так, в сервисное локомотивное депо «Иркутское» на ремонт в отделение по ремонту гидравлических гасителей колебаний за период с 01.01.2021г по 31.12.2021г поступил 1792 гидрогасителя из которых 1502 марки 678, 125 марки 677, 92 марки 677-3 и 73 марки 677-1. Причины неисправностей представлены в справке (рис. 7.).

**ЛокоТех** //

Филиал «Восточно-Сибирский»  
Сервисное локомотивное депо «Иркутское»  
664013, г. Иркутск, ул. Восстания, д. 8  
Тел: +7(924)811-1102, доб. 404  
Тел: +7(3952)63-09-04  
info@locotech.ru  
info\_ss@imb-service.ru

PH 1107746515887  
IIIII 770475815

« 30 » марта 2022г.

*Справка*

В сервисном локомотивном депо Иркутское на ремонт в отделение по ремонту гидравлических гасителей колебаний за период с 01.01.2021г по 31.12.2021г поступил 1792 гидрогасителя из которых 1502 марки 678, 125 марки 677, 92 марки 677-3 и 73 марки 677-1. Причины неисправностей представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Причины неисправностей гидрогасителей.

Причина неисправности	Количество неисправностей в шт. (процент неисправностей)				
	Марка 677	Марка 677-1	Марка 677-3	Марка 678	Итого
Течь смазки по корпусу из-за разрушения или износа резиновых уплотнений	88	50	62	1054	1254 (70%)
Обрыв резьбового крепления кожуха гидрогасителя	16	10	13	192	232 (13%)
Обрыв нижнего резьбового крепления буксового гидрогасителя	11	6	8	136	162 (9%)
Люфт в проушине крепления гидрогасителя из-за разрушения уплотнения	10	7	9	120	144 (8%)
Итого	125 (9%)	73 (6%)	92 (7%)	1502 (78%)	1792 (100%)

Также к письму прикладываю копию журнала учета ремонта гидрогасителей.

Главный технолог сервисного  
локомотивного депо Иркутское



М.А. Лидуев

Исп.: СЛДТн Воробьев И.П.  
Тел./факс: 24-423  
E-mail: VorobevIP@locotech.ru

**Рис. 7. Выявленные неисправности гидрогасителей**

Неисправности направляющей гидродемпфера.

Подтверждение статистических данных и конкретизация неисправностей была проанализирована и представлена ниже. Повреждение в виде скола произошло в результате удара, по причине сниженного уровня гидравлической жидкости из-за ее утечки. Вмятины на корпусе направляющей можно отнести к несоблюдению технологической дисциплины при сборочно-разборочных работах (рис. 8, 9).

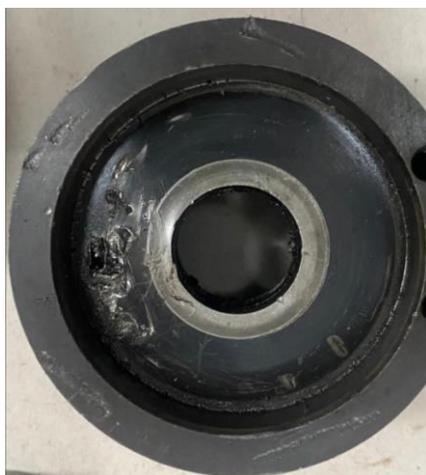


Рис. 8. Направляющая с забоинами



Рис. 9. Направляющая со сколом

Проведенный в рамках настоящего исследования, анализ неисправности клапана днища цилиндра гидродемпфера показал, что причиной является малый по площади, статичный участок сопряжения лепестков пружины клапаном узла днища цилиндра. Образующийся изношенный участок на поверхности клапана (рис. 10) снижает прочность изделия, что приводит к полному отрыву части изделия контактирующей с седлом (рис. 11). Таким образом, кинетикой повреждения клапана можно считать недостаток в конструктиве изделия.



Рис. 10. Клапан со следами износом



Рис. 11. Поломка клапана в результате износа

Впервые данное исследование позволило определить, что дефект возникает в результате износа (потертости) пружины клапана приведшего к увеличению скорости истечения жидкости, изменению давления в емкости А (рис. 6), ее протечки и как следствие - поломке клапана и выхода из строя гидrogасителя в целом.

## **Заключение**

Проведённые исследования в рамках настоящей работы показали, что основные причины отказов гидродемпферов связаны с неисправностями направляющей штока и сборочной единицей «рабочая камера».

Анализ выявленных причин неисправностей позволяет уже на данном этапе работы сделать вывод, что они связаны с нарушением герметичности (течью смазки) корпуса из-за разрушения или износа резиновых уплотнений направляющей.

Отсутствие герметичности в нижней части гидроцилиндра связаны с неудовлетворительной конструкцией и технологией изготовления клапана днища цилиндра сборочной единицы «рабочая камера» и несоблюдением технологии разборки.

В связи с этим были определены задачи дальнейших исследований направленные на модернизацию конструкции и технологии изготовления направляющей и клапана днища цилиндра гидродемфера локомотива «Ермак».

Результаты проведённых исследований будут представлены после завершения работы.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Руководство по эксплуатации 677.000 РЭ. Демпферы гидравлические подвижного состава железных дорог. М.: Изд. Стандартов, 2004 – 8 с
2. Ларченко А.Г., Лившиц А.В., Филиппенко Н.Г., Попов С.И. Устройство диагностики деталей из полиамидных материалов // Патент на полезную модель RU 132209 U1, 10.09.2013. Заявка № 2013115531/28 от 05.04.2013.
3. ГОСТ 52279-2004. Демпферы гидравлические подвижного состава железных дорог Введ. 2004-01-01. Взамен ГОСТ 8018-56. -М.: Изд. Стандартов, 2004 – 8 с.
4. Буторин Д.В., Лившиц А.В., Филиппенко Н.Г. Автоматизация процесса контроля фазовых и релаксационных превращений в полимерных материалах // Информационные системы и технологии. 2017. № 1 (99). С. 44-53.
5. ИДМБ.661142.009РЭ. Электровоз магистральный 2ЭС5К (3ЭС5К) руководство по эксплуатации.
6. Shastin V.I., Livshits A.V., Filippenko N.G. Kargapol'tsev S.K. Laser alloying of wear surfaces with metal components // International Journal of Applied Engineering Research. 2017. Т. 12. № 17. С. 6499-6503
7. Полетика М.Ф. Instruments for measuring forces of cutting. М., Mashgiz
7. ТУ 3183-508-05744521-98. Гидравлические демпферы подвижного состава ж/д -М.: Изд. Стандартов, 1998 – 18 с..
8. ГОСТ Р 55184-2012. Демпферы гидравлические железнодорожного подвижного состава Введ. 2012-01-01. Взамен ГОСТ 8018-99. -М.: Изд. Стандартов, 2012 – 8 с.
9. ПКБ ЦТ.25.0113. Руководство по техническому обслуживанию и ремонту гидравлических и фрикционных гасителей колебаний локомотивов.
10. Грузовой электровоз переменного тока [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.nevz.com/3es5k.php>.
11. Думчев И.С., Ларченко А.Г., Филиппенко Н.Г., Лившиц А.В. Восстановление полиамидных сепараторов подшипников буксового узла подвижного состава ОАО РЖД Молодой ученый. 2012. № 12. С. 48-51.
12. Руководство по техническому обслуживанию и ремонту гидравлических и фрикционных гасителей колебаний локомотивов № ЦТтр10 [Электронный ресурс] /Режим доступа: <https://vunivere.ru/work67603/page5>

## **REFERENCES**

1. Operating manual 677.000 RE. Hydraulic dampers of railway rolling stock.
2. Larchenko A.G., Livshits A.V., Filippenko N.G., Popov S.I. Device for diagnosing parts made of polyamide materials // Utility model patent RU 132209 U1, 09/10/2013. Application No. 2013115531/28 dated 04/05/2013.
3. GOST 52279-2004. Hydraulic dampers of railway rolling stock.

4. Butorin D.V., Livshits A.V., Filippenko N.G. Automation of the control process of phase and relaxation transformations in polymeric materials // Information systems and technologies. 2017. No. 1 (99). pp. 44-53.

5. IDMB.661142.009RE. Mainline electric locomotive 2ES5K (3ES5K) operating manual.

6. Shastin V.I., Livshits A.V., Filippenko N.G. Kargapoltsev S.K. Laser alloying of wear surfaces with metal components // International Journal of Applied Engineering Research. 2017. Vol. 12. No. 17. P. 6499-6503 Poletika M.F. Instruments for measuring forces of cutting. Moscow, Mashgiz, 1962

7. TU 3183-508-05744521-98. Hydraulic dampers of railway rolling stock

8. GOST R 55184-2012. Hydraulic dampers of railway rolling stock.

9. PCB CT.25.0113. Manual for maintenance and repair of hydraulic and friction dampers of locomotive

10. Cargo electric locomotive of alternating current [Electronic resource] / Access mode: <https://www.nevz.com/3es5k.php> .

11. Dumchev I.S., Larchenko A.G., Filippenko N.G., Livshits A.V. Restoration of polyamide separators of bearings of the axle box unit of the rolling stock of Russian Railways Young scientist. 2012. No. 12. S. 48-51.

12. Manual for maintenance and repair of hydraulic and friction vibration dampers of locomotives No. CTtr10 [Electronic resource] /Access mode: <https://vunivere.ru/work67603/page5>

#### **Информация об авторах**

*Вокина Мария Александровна* – студент, кафедры «Автоматизация производственных процессов» Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: [vokina.mariya@mail.ru](mailto:vokina.mariya@mail.ru)

*Михальчишина Маргарита Эдуардовна* – студент, кафедры «Автоматизация производственных процессов» Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: [mihalconsinamargarita@gmail.com](mailto:mihalconsinamargarita@gmail.com)

*Филиппенко Николай Григорьевич* – кандидат технических наук, доцент кафедры «Автоматизация производственных процессов», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: [ifpi@mail.ru](mailto:ifpi@mail.ru)

#### **Information about the authors**

*Vokina Maria Alexandrovna* – student, Department of Automation of Production Processes, Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: [vokina.mariya@mail.ru](mailto:vokina.mariya@mail.ru)

*Mihalchishina Margarita Eduardovna* – student, Department of Automation of Production Processes, Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: [mihalconsinamargarita@gmail.com](mailto:mihalconsinamargarita@gmail.com)

*Filippenko Nikolay Griorievich* – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department "Automation of Production Processes", Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: [ifpi@mail.ru](mailto:ifpi@mail.ru)