

Совершенствование фрикционного поглощающего аппарата путем применения современных методов моделирования и изготовления пластины подвижной

А. В. Габец^{1,2}, Д.А Габец², А.М. Марков², Е. О. Чертовских^{1,2}, И.В. Левкин²

¹ ООО «Алтайский сталелитейный завод»

² Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова

Аннотация: Развитие современной техники предъявляет все более жесткие требования к материалам, а повышение надежности и долговечности является актуальной задачей для многих отраслей промышленности. Одним из важнейших элементов автосцепного устройства вагона является поглощающий аппарат. Входящий в его состав детали должны отвечать высоким требованиям стандартов, быть надежными и обеспечивать необходимую твердость и механические свойства материалов на всем жизненном цикле вагона. Одной из таких деталей входящей во фрикционный узел поглощающего аппарата является подвижная пластина. В представленной работе приведен пример модернизации поглощающего аппарата путем применения современных методов моделирования и изготовления пластины неподвижной. Техническим результатом является уменьшение материалоемкости пластины подвижной, а также упрощение процесса производства пластины путем изготовления ее из сортового проката.

Ключевые слова: Поглощающий аппарат, моделирование, пластина подвижная, энергоемкость, фрикционный узел, трение, износостойкость, надежность, долговечность.

Фрикционные поглощающие аппараты предназначены для демпфирования энергии удара, а также для снижения продольных растягивающих и сжимающих усилий, передающихся через автосцепку на раму рельсового подвижного состава (рисунок 1). Поглощающий аппарат выполняет функцию буфера, при этом он размещён внутри рамы. Усилия от автосцепки передаются через тяговый хомут, благодаря которому поглощающий аппарат постоянно работает на сжатие [1-2].

Аппарат работает следующим образом. При маневровых соударениях вагонов и в процессе движения поезда воздействие через упорную плиту приводит к перемещению конуса нажимного 5 и клиньев 4 внутрь аппарата, сжимая через опорную пластину 6 комплект пружин 7 и 8. При этом клинья 4 прижимаются к пластинам неподвижным 2 и перемещаются по ним со

значительным трением. После хода, равного примерно 20 мм, под воздействием упорной плиты перемещаются пластины подвижные 3, преодолевая силы трения на поверхностях контакта с пластинами неподвижными 2 и корпусом 1 [3].

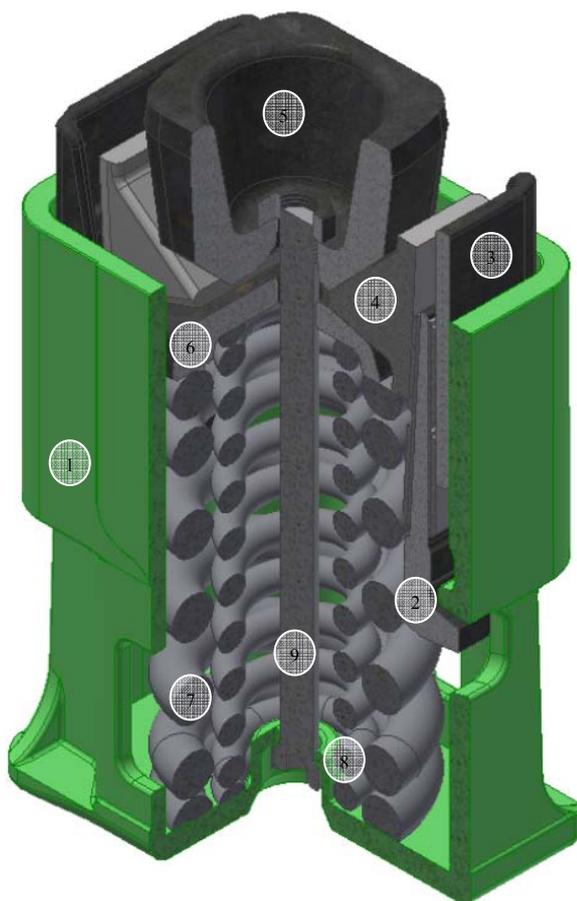


Рис. 1. - Поглощающий аппарат АПФК-110 класса Т1: 1-корпус, 2-пластина неподвижная, 3-пластина подвижная, 4-клин, 5-конус нажимной, 6-пластина опорная, 7,8-пружины, 9-болт стяжной с гайкой

Важнейшим элементом поглощающих аппаратов является фрикционный узел, поглощающий до 50 % вводимой энергии. Фрикционный узел состоит из одного конуса нажимного, двух фрикционных клиньев, двух неподвижных пластин, одной опорной пластины и двух подвижных пластин [4].

Одним из ответственных элементов фрикционного узла является подвижная пластина (рисунок 2), работающая в условиях сухого трения скольжения и от работы которой зависит работа всего устройства в целом.

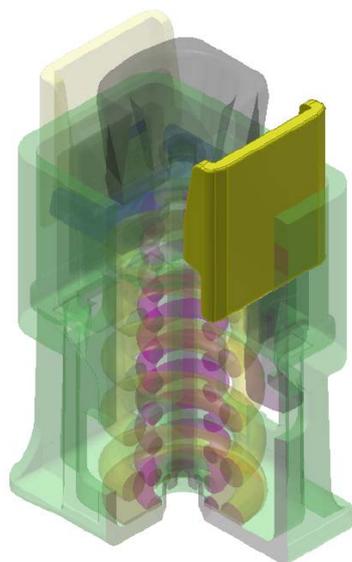


Рис. 2. – Подвижная пластина поглощающего аппарат АПФК-110

Принципиальная схема работы фрикционно-клиновой системы поглощающего аппарата с учетом подвижной, неподвижной пластин и корпуса представлена на рисунок 3 [5-7].



Рис. 3. - Принципиальная схема клиновой системы на этапе нагружения

На сегодняшний день пластина подвижная фрикционного поглощающего аппарата, изготавливаемая методом горячей штамповки из

стали 38ХС по ГОСТ 4543-71. Представляющую собой профиль П-образного сечения, полученный методом штамповки, а, следовательно, имеющий штамповочные уклоны, радиусы. Также в процессе изготовления требуется дополнительная операция по удалению заусенцев, образующихся по линии разъема штампов. Это усложняет процесс изготовления и снижает технологичность пластины. Пластина подвижная работает следующим образом, при действии на автосцепку сжимающего усилия ее хвостовик через упорную плиту давит на конус нажимной и поглощающий аппарат начинает сжиматься. Когда упорная плита доходит до подвижных пластин, они начинают перемещаться вместе с конусом, создавая пары трения по двум плоскостям, первая пара трения возникает между внутренней стенкой корпуса и наружной поверхностью подвижной пластины, вторая пара трения появляется между металлокерамическим брикетом, установленным на неподвижной пластине и внутренней поверхностью подвижной пластины.

Недостатком данной пластины является высокая трудоемкость изготовления, большая материалоемкость и как следствие высокая конечная стоимость изделия.

Задача, на решение которой направлено совершенствование фрикционного узла поглощающего аппарата АПФК-110 заключается в создании пластины подвижной, из сортового проката, которая способна выдерживать длительные нагрузки при работе в парах трения «корпус поглощающего аппарата – пластина подвижная» и «пластина подвижная – пластина неподвижная», что тем самым обеспечит необходимый эксплуатационный ресурс поглощающего аппарата в целом. Техническим результатом является уменьшение материалоемкости пластины подвижной, а так же упрощение процесса производства пластины путем изготовления ее из сортового проката.

Подвижная пластина поглощающего аппарата автосцепного устройства изготавливается следующим образом: из сортового проката 30ХГСА по ГОСТ 11269-76 толщиной 14 мм, раскраивается развернутая заготовка пластины, далее с помощью листогибочного оборудования производится загиб боковых полок перпендикулярно по отношению к самой стенке. Для повышения твердости подвижной пластины до 255 – 341 НВ, производится закалка детали. В местах сгиба с внутренней стороны образуется радиус 14 мм, с наружной стороны 28 мм. Расстояние между боковыми полками составляет 160 ± 1 мм (рисунок 4) [8-9]. За счет того, что профиль пластины подвижной имеет постоянную толщину, её материалоемкость меньше, чем у стандартного прототипа, где толщина профиля непостоянная из-за необходимости выполнения штамповочных уклонов и радиусов. Так, разработанная подвижная пластина имеет массу 4,9 кг, а прототип – 5,3 кг. Также процесс изготовления пластины подвижной из листа методом гибки не требует последующих трудоемких механических операций, что повышает технологичность [10].

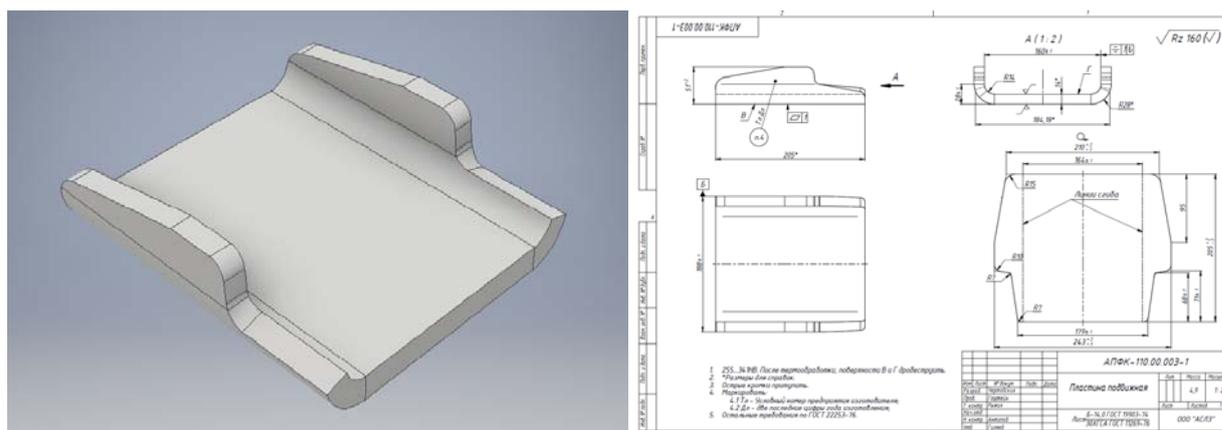


Рис.4. – Подвижная пластина поглощающего аппарата АПК-110 из сортового проката 30ХГСА

Для проведения натурных испытаний поглощающего аппарата АПФК-110, были специально изготовлены подвижные пластины из сортового проката 30ХГСА (рисунок 5).



Рис. 5 – Подвижная пластина поглощающего аппарата АПФК-110 из сортового проката 30ХГСА

Исследования подвижной пластины из 30ХГСА проводились в условиях, приближенных к эксплуатационным, на поглощающем аппарате АПФК-110 на копровой установке с массой свободно падающего груза 13,22 т [11-12]. Было нанесено более 1500 ударов с высоты сброса груза от 0,2 до 0,72 м, что соответствует 50 МДж введенной в поглощающий аппарат энергии (рисунок 6). Средний износ подвижной пластины из сортового проката по 4 точкам замера составил менее 0,3 мм, что свидетельствует о высокой износостойкости материала (рисунок 7). Результаты испытания представлены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты испытаний поглощающего аппарат АПФК-110

№ опыта	Высота сброса груза, м	Максимальный ход поглощающего аппарата, мм	Введенная сила, кН	Энергоемкость поглощающего аппарата, кДж
1	0,66	102	2605	100
2	0,68	107	2801	102
3	0,70	109	2844	105
4	0,72	113	2954	107



Рисунок 6 – Сборка и испытание поглощающего аппарата АПФК-110



Рисунок 7 – Пластина подвижная после испытаний

Выводы

1. В ходе проведения испытаний поглощающих аппаратов АПФК-110 оборудованного пластиной неподвижной из сортового проката 30ХГСА, установлено, что разработанная пластина имеет высокую износостойкость, а износ составил менее 0,3 мм.

2. Следует отменить высокие эксплуатационные свойства поглощающего аппарата, в конструкции которого используется разработанная подвижная пластина, энергоемкость которого составляет более 100 кДж, а входе ввода в аппарат более 50 МДж энергии он не утратил свою работоспособность.

Литература

1. Габец А.В., Марков А. М., Габец Д. А., Иванов А. В. Проектирование эффективной конструкции поглощающего аппарата // Инженерный вестник Дона, 2017, №2 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2017/4113.
2. Кеглин Б.Г., Болдырев А.П., Ионов В.В. Совершенствование металлокерамического сплава для амортизаторов удара железнодорожного подвижного состава. Вестник Брянского государственного технического университета. 2012. №2 (34).- с. 26- 32.
3. Gabets A.V., Markov A.M., Gabets D.A, Komarov P, Chertovskikh E.O. Investigation of chemical composition and material structure influence on mechanical properties of special cast iron. METAL 2017 - 26th International Conference on Metallurgy and Materials, Conference Proceedings. Scopus: 2-s2.0-85043315222.
4. Вагоны: Учебник для вузов ж.д. трансп / Шадур Л.А., Челногов И.И., Никольский Л.Н., Никольский Е.Н., Котуранов В.Н., Проскурнев П.Г., Казанский Г.А., Спиваковский А.Л., Девятков В.Ф. , Под ред. Шадура Л.А. Транспорт, 1980 с. 75- 82.
5. Алиева Н.П., Журбенко П.А., Сенченкова Л.С. Построение моделей и создание чертежей деталей в системе Autodesk Inventor // М. ДМК Пресс. 2011. С. 112.
6. Jankowski G., Doyle R. SolidWorks For Dummies. 2 edition John Wiley & Sons, 2011. pp. 12-50.
7. Alex Ruiz, Gabi Jack, Josh Mings. SolidWorks 2010: No Experience Required. 2 edition John Wiley & Sons, 2010. pp. 33-65.
8. Chertovskih, E. O.; Gabets, A., V; Gabets, D. A.; Markov, A. M.; Okolovich, G. A.; Komarov, P. N. The formation of the bainite structure during

heat treatment of the rail steel (analogue J13052). *Obrabotka metallov-metal working and material science*. ISSN 1994-6309. DOI: 10.17212/1994-6309-2016-2-70-79.

9. Беляев В.И., Ступин Д.А. Сцепные и автосцепные устройства железнодорожного подвижного состава. М.: Трансинфо, 2012. - 415 с.

10. Габец, Д. А., Марков А.М., Габец А.В. Специальный модифицированный чугун марки ЧМН-35М для тяжело нагруженных деталей тележки грузового вагона // Тяжелое машиностроение. – 2016. – № 1-2. – С. 23-26.

11. Шпади Д. В. Новым грузовым вагонам - инновационные узлы и детали // Журнал «Техника железнодорожных дорог», 2012 №1. – С.46.

12. Габец А.В., Гавриков Д. В. Совершенствование конструкции подклиновой пружины узла гашения колебаний тележки грузового вагона средствами 3D – моделирования// Инженерный вестник Дона, 2015, №4 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2015/3450.

References

1. Gabets A.V., Markov A.M., Gabets D.A., Ivanov A.V. *Inženernyj vestnik Dona* (Rus), 2017, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2017/4113.

2. Kuglin B. G., Boldyrev A. P., Ionov, V. V. *Vestnik Bryanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*.2012. №2 (34). pp. 26 - 32.

3. Gabets A.V., Markov A.M., Gabets D.A, Komarov P, Chertovskikh E.O. Investigation of chemical composition and material structure influence on mechanical properties of special cast iron. *METAL 2017 - 26th International Conference on Metallurgy and Materials, Conference Proceedings*. Scopus: 2-s2.0-85043315222.

4. *Vagony: Uchebnik dlja vuzov zh.d. transp* [Cars: The textbook for higher education institutions railway transport]. Shadur L.A., Chelnorov I.I.,

Nicol'skij L.N., Nicol'skij E.N., Koturanov V.N., Proskurnev P.G., Kazanskij G.A., Spivakovskij A.L., Devjatkov V.F., Pod red. Shadura L.A. Transport, 1980. pp.75-82.

5. Alieeva N.P., Zhurbenko P.A., Senchenkova L.S. Postroenie modelej i sozdanie chertezhej detalej v sisteme Autodesk Inventor [Creation of models and creation of drawings of details in Autodesk Inventor system]. M. DMK Press. 2011. p. 112.

6. Jankowski G., Doyle R. SolidWorks For Dummies. 2 edition John Wiley & Sons, 2011. pp. 12-50.

7. Alex Ruiz, Gabi Jack, Josh Mings. SolidWorks 2010: No Experience Required. 2 edition John Wiley & Sons, 2010. pp. 33-65.

8. Chertovskih, E. O.; Gabets, A., V; Gabets, D. A.; Markov, A. M.; Okolovich, G. A.; Komarov, P. N. The formation of the bainite structure during heat treatment of the rail steel (analogue J13052). Obrabotka metallov-metal working and material science. ISSN 1994-6309. DOI: 10.17212/1994-6309-2016-2-70-79.

9. Belyaev V. I., Stupin D. A. Scepnye i avtoscepnye ustrojstva zheleznodorozhnogo podvizhnogo sostava. [Coupling and auto-coupling devices of railway rolling stock]. M.: Transinfo. 2012. 415 p.

10. Gabets, D.A., Markov A.M., Gabets A.V. Tyazheloe mashinostroenie, 2016, № 1-2, pp. 23-26.

11. Shpadi D. V. Zhurnal «Tehnika zheleznodorozhnyh dorog». 2012, №1. pp.46.

12. Gabets A.V., Gavrikov D. V. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2015, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2015/3450.