

УДК 629.4.02:629.45

**ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА СТАЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ ТРАНСПОРТНОГО НАЗНАЧЕНИЯ****С. С. Тимофеев, И. И. Федченко, В. С. Голинко**Украинская государственная академия железнодорожного транспорта  
пл. Фейербаха, 7, г. Харьков, 61050, Украина. E-mail: mtv@kart.edu.ua

Приведена методика комплексной обработки пружин, изготовленных из стали марки 55С2А, что дает возможность улучшить физико-механические свойства материала, применяемого для изготовления пружин. Проведены лабораторные исследования по применению комплексной поверхностной обработки пружин, показывающие, что сформированное покрытие устраняет обезуглероживание в процессе термической обработки пружин. Это дает возможность использовать комплексную обработку поверхности деталей для повышения физико-механических свойств изделий, работающих в условиях знакопеременных нагрузок.

**Ключевые слова:** буферный комплект, поверхностный слой, обезуглероживание, комплексная обработка.**ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ СТАЛЕВИХ ВИРОБІВ ТРАНСПОРТНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ****С. С. Тимофеев, І. І. Федченко, В. С. Голінко**Українська державна академія залізничного транспорту  
пл. Фейербаха, 7, м. Харків, 61050, Україна. E-mail: mtv@kart.edu.ua

Приведена методика комплексної обробки пружин, виготовлених зі сталі марки 55С2А, що дає можливість покращити фізико-механічні властивості матеріалу, який використовується для виготовлення пружин. Проведено лабораторні дослідження із застосування комплексної поверхневої обробки пружин, які показують, що сформоване покриття усувають знеуглецювання в процесі термічної обробки пружин. Це дає можливість використовувати комплексну обробку поверхонь деталей для підвищення фізико-механічних властивостей виробів, що працюють в умовах знакозмінних навантажень.

**Ключові слова:** буферний комплект, поверхневий шар, знеуглецювання, комплексна обробка.

**АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ.** На сегодняшний день в связи с увеличением скоростей движения поездов одной из важных проблем безопасности движения подвижного состава является повышение качества ремонта пассажирских вагонов, включающее надежность и долговечность деталей и узлов. Одним из важных узлов вагона, отвечающих за безопасность перевозок пассажиров является буферный комплект – необходимое устройство для сохранности вагона при их соударении.

**МАТЕРИАЛ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.** Буферный комплект – пружинящее приспособление на раме вагона, защищающее его от ударов, воспринимающее толчки при маневрах и движении, а также удерживающее вагон от чрезмерных колебаний.

Основными составляющими буферного комплекта являются: тарель буферная, стержень, стакан, чека, клин, внутренняя и внешняя пружины и др. Поскольку, буфер работает в условиях растяжения–сжатия – самым слабым его узлом являются пружины, которые непосредственно воспринимают нагрузку [1].

Они работают в области упругой деформации металла под воздействием циклических нагрузок. Поэтому должны иметь высокое значение предела упругости, текучести, выносливости при необходимости пластичности и высоком сопротивлении хрупкому разрушению.

Практика показывает, что во многих случаях пружины в условиях эксплуатации преждевременно теряют упругие свойства и быстро разрушаются, чаще всего те, которые работают в динамических условиях. Основной неисправностью является потеря упругости или поломка цилиндрических витых пружин, которая характерна для упругих элементов, испытывающих переменные нагрузки.

Поломки пружин вследствие усталости или потеря рабочих характеристик из-за релаксации напряжений приводят к выходу из строя всего буферного комплекта.

Чаще всего пружины теряют свои рабочие свойства из-за снижения усталостной прочности. Как известно существенное влияние на усталостную прочность пружины определяет качество поверхности деталей, которое зависит от технологии их изготовления [2].

Проблема повышения работоспособности пружин комплексная и состоит из оптимальных конструктивных решений и применения новых технологических методов, обеспечивающих высокие эксплуатационные свойства в конкретных условиях работы буферного комплекта.

Пружины буферного комплекта изготавливаются из марок сталей 55С2, 60С2, 55С2А, 60С2А, 60С2ХА (табл. 1).

В настоящее время пружины изготавливают из горячекатаного круглого проката легированной рессорно-пружинной стали 55С2А с механически обработанной поверхностью (обточенной или шлифованной) с параметром шероховатости  $R_z$  не более 20 мкм.

Технологический процесс изготовления пружин достаточно сложен и заключается в нарезке заготовки, нагреве в печи до температуры 910–930 °С с последующим навиванием на оправку, обрезании технологических припусков, зачистке неровностей. Закалка пружин осуществляется при температуре 860–880 °С с последующим отпуском при температуре 420–440 °С (средний отпуск) для обеспечения заданной твердости 42–48 HRC.

Таблиця 1 – Химический состав марок сталей, из которых изготавливаются пружины буферного комплекта

Марка стали	Химический состав				
	C	Si	Mn	Cr	V
55C2	0,52-0,60	1,5-2,0	0,60-0,90	не более 0,30	–
60C2	0,57-0,65	1,5-2,0	0,60-0,90	не более 0,30	–
55C2A	0,58-0,63	1,5-2,0	0,60-0,90	не более 0,30	–
60C2A	0,58-0,63	1,6-2,0	0,60-0,90	не более 0,30	–
60C2XA	0,56-0,64	1,4-1,8	0,40-0,70	0,70-1,0	–

Как показывают эксплуатационные испытания, указанный технологический процесс не всегда обеспечивает заданную работоспособность.

Во многих случаях пружины, работающие в динамических условиях, изготовленные по принятой технологии и из качественного металла, выдержавшего установленные испытания, в условиях эксплуатации преждевременно теряют упругие свойства или быстро разрушаются. Это свидетельствует о наличии недостатков в технологиях производства пружин и о необходимости разработки способов повышения их несущей способности и постоянства упругих свойств во времени.

Одним из методов повышения работоспособности деталей является нанесение на их поверхность покрытия, которое изменяет физико-механические свойства их поверхностного слоя. Данная технологическая операция распространена в процессе окончательной обработки при изготовлении пружин[3].

Для подтверждения влияния покрытия на эксплуатационные свойства пружин, изготовленных из стали 55C2A, были проведены лабораторные исследования по применению комплексной поверхностной обработки.

Комплексная обработка включает термическую обработку (закалку и средний отпуск) и технологию формирования поверхностного слоя в одном технологическом цикле.

Пружины по данной технологии изготавливали следующим образом: нагревали в печи до температуры 910–930 °С с последующим навиванием на оправку, обрезании технологических припусков, зачистке неровностей. Закалка пружин осуществляется при температуре 860–880 °С, после чего пружины окунали в 50 % раствор силикатов с выдержкой 30 минут с последующим отпуском при температуре 420–440 °С для обеспечения заданной твердости 42–48 HRC.

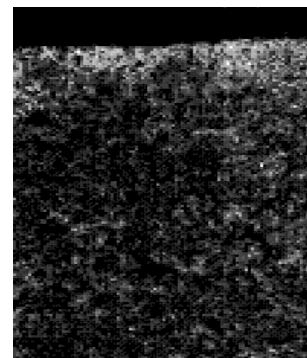
Особенностью этой обработки является использование силикатов при формировании поверхностного слоя. При заданных (оптимальных) параметрах,

перед средним отпуском, детали обрабатывают в растворе силикатов с последующим охлаждением.

Данное технологическое сочетание дает возможность улучшить заданную твердость, усталостную прочность, защитить поверхность деталей от обезуглероживания.

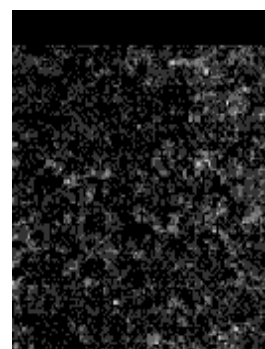
По ГОСТ 16118–70 пружины подвергают контролю глубины обезуглероженного слоя, общая глубина которого для пружин из закаливаемых марок стали не должна превышать указанной в соответствующих стандартах на материалы более чем на 25 %. Поэтому, для определения обезуглероженного слоя, были проведены испытания.

Сравнительные испытания на обезуглероживание определяли металлографическим методом. Сущность его заключается в определении глубины обезуглероженного слоя по структуре под микроскопом [4]. Для этого готовили специальные шлифы с травлением в 2–4 %-ном растворе азотной кислоты в этиловом спирте для выявления структурных составляющих, после чего, произвели просушивание мокрого шлифа теплым воздухом. Структура стали 55C2A с обезуглероженным слоем полученная по известной технологии (рис. 1,а) и структура стали 55C2A - без обезуглероженного слоя (рис. 1,б).



Ч100

а) структура стали 55C2A с обезуглероженным слоем



Ч 100

б) структура стали без обезуглероженного слоя  
Рисунок 1 – Сталь марки 55C2A

Как видно из рис. 1,а – зона полного обезуглероживания характеризуется структурой чистого феррита. Зона частичного обезуглероживания характеризуется структурой, отличной от структуры основного металла.

Общая глубина обезуглероживания включает зону полного обезуглероживания и зону частичного обезуглероживания и измеряется от края шлифа до основной структуры металла.

На рис. 1,б видно что, после применения комплексной обработки поверхности пружин обезуглероженный слой отсутствует.

Кроме того, были проведены физико-механические испытания пружин, обработанных по известной технологии, и после комплексной обработки установлено, что химический состав не изменился и соответствует составу марки стали 55С2, твердость в обоих случаях была 46 HRC. Также проверялись: прогиб пружины при статических нагрузках, величина статической нагрузки, зазор между концами опорных витков и рабочими витками, конструкция и геометрические размеры пружины. Все эти параметры для пружин, обработанных по известной технологии и по предлагаемой технологии, соответствовали заданным показателям. Кроме того, была проверена циклическая долговечность и установлено, что у пружин, прошедших комплексную обработку она выше в 1,5 раза.

Таким образом, как показали проведенные исследования, комплексная обработка обеспечивает заданные физико-механические свойства, но особенностью является то, что после такой обработки обезуглероженный слой отсутствует.

**ВЫВОДЫ.** Применение комплексной обработки дает возможность улучшить физико-механические

свойства стали 55С2А, применяемые для изготовления пружин.

Проведенные лабораторные испытания показали, что сформированное покрытие устраняет обезуглероживание в процессе термической обработки пружин, что дает возможность использовать комплексную обработку поверхности деталей для повышения физико-механических свойств деталей работающих в условиях знакопеременных нагрузок.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Технические указания по деповскому и капитальному ремонту буферных комплектов и концевых балок пассажирских вагонов в вагонных депо дорог и на вагоноремонтных заводах и техническому содержанию буферных комплектов в эксплуатации № 586–90 ПКБ ЦВ, 1990 г.

2. ДСТУ ГОСТ 1452:2007 Пружини циліндричні гвинтові візків та ударно-тягових приладів рухомого складу залізниць.

3. Лахтін Ю.М., Леонтьєва В.П. Матеріалознавство. – М.: Машинобудування, 1990. – 528 с.

4. Пат. № 45841А Україна. Спосіб хіміко-термічної обробки деталей із металів та сплавів / Л.А. Тимофеева, Л.В. Проскуріна, С.С. Тимофеев, І.І. Федченко, власник Українська державна академія залізничного транспорту. – зареєстр. 15.04.2002 р.

#### TRANSPORT STEELWORKS QUALITY ENHANCEMENT

**S. Timofeyev, I. Fedchenko, V. Golinko**

Ukrainian State Academy of Railway Transport

pl. Feuerbach, 7, Kharkov, 61050, Ukraine. E-mail: mtv@kart.edu.ua

A complex processing method for steel springs made from 55S2A steel is presented, which allows for improving of physical and mechanical features of spring material. The laboratory studies performed for springs complex surface processing prove that the formed coating eliminates decarburization during the heat treatment of springs. It allows using of springs complex surface processing for enhancement of physical and mechanical features of products, which are intended to be working under alternative loadings.

**Key words:** buffer kit, surface layer, decarburizing, complex processing.

#### REFERENCES

1. Technical guidance for depot and overhaul kits and buffer beams end passenger cars in the depots and roads for car-repair factory and technical content of the buffer while usage № 586-90 PKB CV, 1990. [in Russian]

2. DSTU GOST 1452:2007 *Cylindrical spiral spring carts and shock traction devices of railway rolling stock*. [in Russian]

3. Lakhtin Y.M, Leontiev, V.P *Materials science*.- Moscow: Mashinostroenie, 1990 .- 528 p. [in Ukrainian]

4. Patent № 45841A Ukraine / *Method of chemical-heat treatment metals and alloys parts* / L. Timofeeva, L. Proskurina, S. Timofeev, I. Fedchenko, owner is Ukrainian State Academy of Railway Transport – registered 15.04.2002. [in Ukrainian]

Стаття надійшла 24.01.2012.

Рекомендовано до друку  
д.т.н., проф. Драгобецьким В.В.