

УДК 629.7.017

## ДЕФЕКТЫ ПРУЖИН ПОДВЕСКИ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА И ПРОЦЕССЫ, ПРИВОДЯЩИЕ К НИМ

**Фененко О.А., ст. викл.**

*(Харьковский национальный университет Воздушных Сил  
имени Ивана Кожедуба)*

*В статье проведен анализ эксплуатационных и климатических факторов приводящих к возникновению дефектов пружины подвески ходовой транспортной средства, которые могут привести к нарушениям условий технической эксплуатации всего транспортного средства.*

**Введение.** Ходовая часть транспортного средства (ТС) и её элементы являются основой несущей конструкции. Прочность и жёсткость этой конструкции обеспечивает устойчивость её к воздействиям различных эксплуатационных и климатических факторов в процессе эксплуатации [1]. Изменения механических свойств элементов конструкции приводит как к поломке отдельных элементов, так и к более существенным разрушениям.

**Анализ публикаций.** Проводя анализ работ по диагностике и ремонту ТС [2-4], можно сделать вывод, что практически во всех этих работах рассматривается диагностика технического состояния ходовой ТС только визуальным методом неразрушающего контроля, и в редких случаях с использованием измерительного инструмента (линейка, штангенциркуль).

Выявление причин и факторов, приводящих к изменению физико-механических свойств элементов конструкции – одна из важнейших задач при проектировании ТС.

Однако, не все факторы, особенно эксплуатационные можно учесть на этапе разработки. Многие из них выявляются в процессе эксплуатации, иногда в результате расследования аварий и катастроф. Кроме того, дефекты могут быть обнаружены при выполнении различного вида работ по обслуживанию ТС эксплуатирующей организации [2].

**Цель исследований.** Задачей настоящей работы является анализ технического состояния элемента конструкции подвески ходовой части ТС (далее – пружина) под влиянием эксплуатационных и климатических факторов, приводящих к снижению надёжности всего ТС.

**Изложение основного материала.** Многообразие и стохастический характер воздействия различных факторов на ТС приводят к тому, что при одной и той же наработке, или продолжительности эксплуатации ТС имеет различные технические состояния.

Особое внимание уделяется анализу влияния эксплуатационных факторов (нагрузок) в критических условиях эксплуатации ТС. Для грузовых

ТС характерна эксплуатация в области больших нагрузок при движении по дорогам разного класса. ТС агропромышленного комплекса эксплуатируются с разными нагрузками во время движения по грунтовым дорогам, пересеченной местности с частым маневрированием и разной скоростью. Наибольшему воздействию при эксплуатации ТС подвергается пружина подвески ходовой [5] (рис. 1), которая является одним из главных элементов подвески ТС обеспечивающая нужную высоту кузовной части для обегания ТС от неровностей дорожного покрытия.



Рисунок 1 – Размещение пружин в конструкции подвески ходовой ТС

Основными функциями пружины является удержание веса ТС, уменьшения ударов и вибраций, передаваемых от поверхности дороги до кузовной части, сохранения необходимого клиренса, обеспечения надежного сцепления покрышек с дорогой и прочее [5]. Поэтому режимы эксплуатации, скорость, нагрузка, вибрация двигателя ТС, вибрация от неровности на дороге влияют на надежность пружин во время их работы (рис. 2).

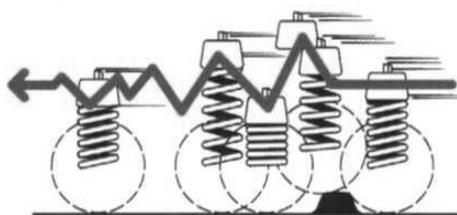


Рисунок 2 – Работа пружины во время эксплуатации

Указанные эксплуатационные параметры непосредственно влияют на подвеску ТС с разной частотой и тем самым влияют на прочность и жесткость пружин подвески [5]. Длительная эксплуатация (в среднем 100 000 км пробега ТС) приводит к проседанию пружин подвески. Просевшие пружины влияют на показатели содержания дороги, техническое состояние узлов, амортизаторов, наконечников подвески, а также на тормозной путь ТС [5]. Поэтому для обеспечения нужной прочности и жесткости пружины подвески ходовой ТС изготавливаются из торсионных сталей (65Г, 70, У8А, 70Г, 60С2А, 9ХС, 50ХФА, 60С2, 55С2) (ГОСТ 13764-86),

главная особенность которых – возврат в первоначальное положение после деформации.

Определение усадки (высота пружины –  $L_0$ ) пружин подвески ТС выполняется визуально или с помощью штангенциркуля ШЦ-11-160-0,1 (ГОСТ 166-80) [3] (рис. 3, а).



Рисунок 3 – Зона визуального контроля пружин подвески ТС:  
а) – измеряемый параметр; б) – усадка пружины

Рассматривая более углубленно вопрос об изменении заданных параметров (рис. 3, б), а именно изменение параметров  $L_0$ , мы видим что, значение  $L_0$  уменьшилось на 20%, произошла усадка пружины [3-5].

Просевшие пружины подвески могут привести к появлению: частых пробоев во время движения; сильной вибрации и тряске ТС при движении; уменьшения плавности хода; перекоса ТС в одну из сторон, что приводит к снижению его клиренса; задирания «носа» ТС и, наоборот, его снижение; следов взаимодействия витков пружины. Все эти последствия могут привести к катастрофичным последствиям вовремя эксплуатации ТС.

Взаимодействие пружин подвески во время движения ТС на большой скорости с потоками атмосферы, может также привести к появлению больших колебаний [6]. Это явление ведет к быстрому накоплению усталостных повреждений. В результате действия такого рода колебаний конструкции, возникают проблемы, связанные с усталостной прочностью элементов конструкции подвески ТС (рис. 4, а), которые могут привести к разрушению пружин (рис. 4, б).

Одновременно с эксплуатационными факторами на характеристики прочности пружин подвески влияют факторы окружающей среды, в связи с их размещением в незащищенном месте, вблизи колёс (рис. 1).

На земле, во время движения, на пружины подвески ТС влияют параметры атмосферы  $T_0$ ,  $P$ ,  $d(\varphi)$ . При этом влажность воздуха  $\varphi \neq 0$ , то есть воздух всегда влажный. Также на нее влияют атмосферные факторы, такие как потоки газа, жидкости, твердых частиц, которые приводят к эрозии (разрушению) поверхностного защитного слоя элементов конструкции ТС

[7]. При осуществлении движения ТС может попасть в зону атмосферных осадков в зависимости от метеорологических условий [7]. Капли влаги находятся на всей поверхности ТС (подвеска, рама, кузов).



Рисунок 4 – Дефекты, выявленные при визуальном осмотре пружин подвески:

а) – коррозия, вмятины; б) – хрупкое разрушение

Анализ химических элементов конденсата на поверхностях конструкции ТС приведены в работах [8-11]. В результате нарушения защитного слоя элементов конструкции подвески ТС, дальнейший процесс взаимодействия капель влаги и поверхности определяется химической и электрохимической активностью конструкционных материалов [12] из которых изготовлены элементы конструкции подвески. Это может повлиять на механическое сопротивление материалов в узлах крепления [8, 13, 14]. Влияние атмосферных факторов на физико-химические и физико-механические свойства элементов конструкции ТС описаны в работах [15-17]. В работе [18] рассмотрено влияние остаточных нагрузок на сопротивление стали коррозионному разрушению.

Анализ причин появления коррозии, ее виды, зоны расположения очагов коррозии, скорость развития коррозии по глубине материала рассмотрены в работе [19], а в работе [20] выполнен анализ предрасположения различных деформированных сплавов к межкристаллитной коррозии. На рис. 4, а представлена пружина, на которой видна коррозия по всей её площади. Поражение площади поверхности проволоки пружины коррозией от 10% и более приводит к уменьшению диаметра проволоки. В связи с этим уменьшается жесткость и прочность пружины, что приводит к усадке при нормальной нагрузке, которая определена технической документацией по эксплуатации ТС.

На сегодняшний день площадь поражения коррозией пружин подвески ТС определяется визуально. Влияние атмосферы на процесс коррозии зависит от климатической зоны, уровня развития промышленности в регионе и загрязнения атмосферы [7, 11]. Наиболее существенными факторами,

определяющими коррозионные свойства атмосферы, является содержание пыли, газов, влажность и температура. Влиянием этих факторов объясняется разная скорость процесса коррозии. Так, чем ближе к почве, тем больше в воздухе солей, которые ускоряют коррозию, особенно NaCl. В промышленных регионах в воздухе повышенное содержание соединений SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> [20, 21]. Зарождения очагов коррозии в элементах конструкции ТС ведет к снижению усталостной прочности конструкционного материала при воздействии на него эксплуатационных факторов, приводит к необратимым последствиям, разрушению конструкции. Так в работе [15] авторами описывается влияние факторов окружающей среды на прочностные характеристики конструкционного материала, а также рассмотрен процесс возникновения межфазового скачка потенциала.

По известным причинам, абсолютное значение межфазовой разности потенциалов измерить нельзя, эту величину можно измерить относительно другой величиной, и тогда за точку отсчета принимается стандартный водородный потенциал. Эта величина для сталей составляет приблизительно 0,7 В относительно стандартного водородного электрода. Более полную картину можно представить, используя метод построения диаграмм рН – электродный потенциал.

Однако, диаграммы электрохимического равновесия дают неполную информацию для практической оценки коррозионного поведения сталей. С этой точки зрения при изучении кинетики коррозионных процессов практический интерес представляет построение поляризационных диаграмм, определяющих взаимосвязь скорости коррозии со значениями электродного потенциала.

Наличие на межфазовой границе "металл-раствор" электролита двойного электрического слоя оказывает существенное влияние на процесс, и в частности, на скорость коррозии металлов. При изменении концентрации (плотности) положительных или отрицательных частиц в растворе или металле может измениться скорость процесса растворения металла. Именно из этих соображений электродный потенциал является одной из важнейших характеристик, определяющих скорость коррозии металла.

**Выводы.** В результате проведенного анализа процессов, вызывающих дефекты пружины подвески ходовой транспортного средства, возникает ряд задач:

при проектировании новых образцов ТС необходимо учитывать выявленные дефекты или разработать новую конструктивную схему, которая позволила бы снизить влияние на пружины подвески ТС воздействие эксплуатационных и атмосферных факторов;

разработка методики контроля технического состояния элементов конструкции ТС, с учетом влияния эксплуатационных факторов и факторов окружающей среды на свойства конструкционных материалов;

разработка неразрушающего метода контроля изменения физико-механических характеристик конструкционного материала, из которого изготавливаются пружины подвесок ТС.

### Список литературы

1. Карпенко Г.В. Влияние среды на прочность и долговечность металлов. – К.: Изд-во «Наукова думка», 1976. – 127 с.
2. Кисликов В.Ф. Будова й експлуатація автомобілів / В.Ф. Кисликов, В.В. Луцик: Підручник. – 6-те вид. – К.: Либідь, 2006. – 400 с.
3. Носов В.В. Диагностика машин и оборудования: учеб. пособие. – СПб.: Лань, 2012. – 384 с.
4. Болотин В.В. Ресурс машин и конструкций – М.: Машиностроение, 1990 – 448 с.
5. Ананьин А.Д. Диагностика и техническое обслуживание машин / А.Д. Ананьин, В.М. Михлин, И.И. Габитов и др. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 432 с.
6. Аэродинамика автомобиля / Под ред. В.-Г. Гухо; Пер. с нем. Н.А. Юниковой; Под ред. С.Л. Загородникова. – М.: Машиностроение, 1987. – 424 с.
7. Хромов С.П. Метеорология и климатология / С.П. Хромов, М.А. Петросян. 7-е изд. – М.: Наука, 2006. – 582 с.
8. Шевеля В.В. Изменение микропластичности и длительной прочности стали под действием фреттинг-коррозии / В.В. Шевеля, В.П. Олександренко, Г.С. Калджа // Проблемы трибологии. – Хмельницкий.: ХНУ, 2007. – № 3 – С 34–40.
9. Безуглая Э.Ю. Климатические характеристики условий распространения примесей в атмосфере. Справочное пособие – Л.: Гидрометеоиздат, 1983. – 328 с.
10. Скалкин Ф.В. Энергетика и окружающая среда / Ф.В. Скалкин, А.А. Канаев, И.З. Копп. – Л.: Энергоиздат, 1981. – 280 с.
11. Безуглая Э.Ю. Чем дышит промышленный город / Э.Ю. Безуглая, Г.П. Расторгуева, И.В. Смирнов. – Л.: Гидрометеоиздат, 1991. – 256 с.
12. Батраков В.В. Коррозия конструктивных материалов. Газы и неорганические кислоты. / В.В. Батраков, В.П. Батраков, Л.Н. Пивоваров, В.В. Соболев // В двух книгах. Кн. 1. Газы и фреоны. – М.: Metallurgy, 1990. – 344 с.
13. Кирпичёв В.А. Остаточные напряжения и сопротивление усталости цилиндрических винтовых пружин / В.А. Кирпичев, В.С. Вакулук, Ю.Н. Сургутанова, О.В. Каранаева // Механика деформируемого твёрдого тела. Вестн. Сам. гос. техн. ун-та. сер. физ.-мат. науки. – 2008. – № 2 (17). –

С. 254–257.

14. Пирогов Е.Н. Сопротивление материалов / Е.Н. Пирогов, В.Ю. Гольцев. – М: МИФИ, 2008. – 200 с.

15. Анипко О.Б. Дефекты стыковочной ленты узла крепления кия к подкилевой надстройке и физико-химические процессы, приводящие к ним / О.Б. Анипко, О.А. Фененко // Интегрированные технологии и энергосбережение. – Х.: ХПИ, 2014. – С. 96–102.

16. Иваночкин П.Г. Изнашивание неподвижных соединений (фреттинг-коррозия): Учебное пособие / П.Г. Иваночкин, И.В. Колесников, А.В. Челохьян // Рост. гос. ун-т путей сообщения. – Ростов н/Д, 2001. – 28 с.

17. Ажогин Ф.Ф. Коррозионное растрескивание и защита высокопрочных сталей. – М.: Металлургия, 1974. – 256 с.

18. Бережницкая М.Ф. Влияние остаточных напряжений на сопротивляемость стали коррозионно-механическому разрушению. ФХММ. – М., 1987. вып. 23. № 1. – С. 22–26.

19. Василенко И.И. Коррозионное растрескивание сталей / И.И. Василенко, Р.К. Мелехов. – Киев: Наукова думка, 1977. – 264 с.

20. Гонтовой С.В. Коррозия, методы защиты и повышения долговечности металлов / С.В. Гонтовой, О.И. Долгова, В.Г. Третьяк. – М.: МО СССР, 1977. – 108 с.

21. Скалкин Ф.В. Энергетика и окружающая среда / Ф.В. Скалкин, А.А. Канаев, И.З. Копп. – Л: Энергоиздат, 1981. – 280 с.

## **Анотація**

### **ДЕФЕКТИ ПРУЖИНИ ПІДВІСКИ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ ТА ПРОЦЕСИ, ЯКІ ПРИВОДЯТЬ ДО НИХ** Фененко О.О.

*В статті проведено аналіз експлуатаційних і факторів навколишнього середовища, що призводять до виникнення дефектів пружини підвіски ходової транспортного засобу та можуть привести до порушення умов технічної експлуатації всього транспортного засобу.*

## **Abstract**

### **DEFECTS OF SPRINGS OF SUSPENSION OF VEHICLE AND PROCESSES RELATING TO THEM** Fenenko O.

*The article analyzes the operational and climatic factors that lead to defects in the spring suspension of the running vehicle, which can lead to violations of the technical operation conditions of the entire vehicle.*