

Об испытаниях опытной модели элемента противоударной экипировки водителей автотранспорта (часть 1)

И.В. Топилин¹, И.А. Пономарева²

¹*Ростовский государственный строительный университет*

²*Южный федеральный университет*

Аннотация: Проведен анализ отечественных инновационных решений, описывающих противоударные приспособления. Актуальным направлением исследований является уменьшение габаритных размеров таких устройств при сохранении их энергопоглощательной способности, а также применение новых материалов, например, сплавов с памятью формы. Предложена методика испытаний таких устройств с элементами, выполненными из этих материалов.

Ключевые слова: противоударные приспособления, габаритные размеры, энергопоглощательная способность, сплавы, память формы, методика испытаний.

В настоящий момент реализуется национальный стандарт ГОСТ Р 54934 – 2012 «Системы менеджмента безопасности труда и охраны здоровья», однако, несмотря на это, статистические данные показывают рост профзаболеваемости. Выявлено, что основной причиной профпатологии являются неудовлетворительные условия труда, наличие рабочих мест с вредными и опасными условиями труда [1,2]. Особое место в профпатологии занимают травмы и заболевания крупных суставов. Например, среди стационарных больных ортопедо-травматологического профиля пациенты с патологией коленного сустава составляют около 15 % с преобладанием лиц трудоспособного возраста [3]. Вероятность получения травмы крупного сустава, например, коленного, на рабочем месте для профессий, связанных с повышенным риском травматизма, весьма высока. Скручивание в коленном суставе или падение во время неправильного приземления может привести к микро - и макротравмам коленного сустава и дальнейшему развитию патологии со снижением трудоспособности и качества жизни [4].

Среди защитных средств, успешно применяющихся профилактике травм и заболеваний крупных суставов, необходимо отметить наколенники

[5]. Однако в настоящий момент использование таких защитных средств не распространено для широкого применения (за исключением спортсменов), практически отсутствуют устройства для защиты крупных суставов для обязательного использования в профессиях, связанных с повышенным риском, таких как водители автотранспорта, недостаточно используются инновационные материалы повышенной эффективности и степени защиты [6]. Анализ отечественных инновационных решений, описывающих противоударные приспособления [7-13] показал, что известно большое количество таких приспособлений, основанных на упругих эластичных элементах, в качестве которых часто применяют пластинчатые материалы, упругие эластичные биндажи, мягкие фасонные детали, выполненные в виде эластичного деформируемого элемента из геля и/или мягкого полиуретана. Однако все существующие модели являются перспективными с точки зрения доработки в направлении повышения эффективности процесса амортизации ударов или толчков, повышения энергоёмкости, которая может быть обусловлена работой демпфирующего элемента не только в упругой, но и в пластической областях деформации применяемого материала, а также включения в состав моделей рациональных конструктивных энергопоглощающих элементов при уменьшении габаритных размеров.

Актуальным направлением работы в разработке противоударных приспособлений для профессий, связанных с повышенным риском травматизма, является уменьшение габаритных размеров таких устройств при сохранении их энергопоглощательной способности. Технический результат может быть достигнут применением инновационных технических решений. При этом политика 21 века диктует необходимость применения в таких областях материалов, способных деформироваться в упругой и пластической областях, а затем восстанавливать исходную форму. Такими материалами являются сплавы с эффектом памяти формы (ЭПФ).

Однако среди материалов с памятью безусловным лидером являются сплавы на основе никелида титана. Принципиальное отличие никелида титана, например, от сплавов на основе меди, заключается в том, что TiNi – это стабильное соединение. Предмартенситная неустойчивость структуры к сдвигу вообще является характерной особенностью сплавов с термоупругим мартенситным превращением. Закономерным следствием развития неустойчивости для TiNi (50:50) является реализация ниже 60°C мартенситного перехода. Температура последнего снижается с увеличением концентрации никеля. Поэтому изменением состава двойного соединения можно менять температуру перехода и соответственно интервал проявления эффекта памяти формы в широких пределах. При этом, однако, меняется как сам характер мартенситного превращения, так и свойства памяти. Говоря о сплавах на основе TiNi, необходимо иметь в виду, что этот класс материалов объединяют не только и даже не столько общие закономерности структурных превращений и свойств, сколько возможность их изменения в широких масштабах. Это позволяет применять сплавы на основе TiNi для решения самых разных технических задач, а также использовать их для разработки композиций с новыми свойствами.

В связи с этим логичным является использование в инновационном противоударном приспособлении в качестве упруго-пластического материала эквиатомного титано-никелевого сплава, который обладает приемлемой температурой фазовых переходов, необходимых для восстановления формы. В качестве опытной модели первого приближения было принято противоударное приспособление, имеющее в своём составе бандаж в виде спиралей из упруго-пластического материала с эффектом памяти формы и с электрическими контактами на концах. Данное решение позволяет при ударах пластически деформироваться с поглощением энергии удара, а затем восстанавливать исходную форму, в том числе за счет нагрева электрическим

током. Особенности нагрева электрическим током: противоударное приспособление в опыте было снабжено электроконтактным нагревателем, соединённым с электрическими контактами спирали, и подключённым к источнику питания постоянного тока. Спираль опытной модели противоударного приспособления по всей длине интегрирована в эластичный деформируемый стержневой элемент из мягкого полиуретана, что позволяет осуществить относительную фиксацию спирали в устройстве, обеспечить требуемое расстояние между витками спирали, а также участвовать в поглощении энергии удара.

Пробное испытание опытной модели элемента противоударной экипировки проводилось в лаборатории на ударном копре (ГОСТ 10708-82), доработанном для исследований при разных температурных режимах, характерных для работ в различных климатических и производственных условиях. В ходе исследований измерялись крутящий момент, величина деформации сдвига при заданной температуре. Температура спирали модели изменялась с помощью электроконтактного нагревателя и измерялась при помощи цифрового термометра (ГОСТ Р 8.625–2006). Сигнал на прибор поступал с термопары, спай которого наклеивался клеем БФ-2 (ГОСТ 12172-74) к центру спирали по общепринятой методике [9].

Литература

1. Усикова О.В. Сравнительный анализ организации систем охраны здоровья и безопасности труда (обзор зарубежного опыта) // Сиббезопасность-Спасиб. 2013. №1. С. 249–253.
2. Губаев Ф.А., Никитина Н.В. Анализ состояния безопасности труда при проведении дорожных работ и предложения по совершенствованию требований охраны труда // Охрана и экономика труда. 2011. №3(4). С. 20–21.



3. Декайло В.П., Болобошко К.Б. Структура травм и заболеваний коленного сустава // Новости хирургии. 2007. Т.15. №1. С. 26–31.
 4. Денисов О.В., Пономарева И.А., Зименко В.А. Защитная повязка для крупных суставов при занятиях спортом // Новые стандарты модернизации педагогического образования в формировании здорового образа жизни и безопасности жизнедеятельности: Материалы III региональной научно-практической конференции Южного федерального округа. Краснодар: ИПЦ КубГУ, 2015. С. 90–92.
 5. Орлова Е.В., Каратеев Д.Е., Кочетков А.В. Комплексная реабилитация больных ранним ревматоидным артритом // Научно-практическая ревматология. 2013. №4(51). С. 398–406.
 6. Давиденко В.Н., Пономарева И.А., Инжинов А.Ю. К вопросу о безопасности тренировок и профилактике травматизма при занятиях волейболом // Сборник материалов Третьей всероссийской с международным участием научно-практической конференции «Физическая культура, спорт, здоровье и долголетие: основы приобщения подрастающего поколения к идеалам и ценностям олимпизма». Ростов-на-Дону: ЮФУ, 2014. С. 36–42.
 7. Патент РФ на изобретение № 2425658, МПК А61F5/01, 2010.
 8. Патент РФ на изобретение № 2308373, МПК В29С44/12, А41D13/06, 2002.
 9. Рогельберг И.А., Бейлим В.М. Сплавы для термопар: Справочник. М., 1983. 360 с.
 10. Vladimir I. Andreev, Anton S. Chepurnenko, Batyr M. Yazyev. Energy Method in the Calculation Stability of Compressed Polymer Rods Considering Creep//Advanced Materials Research Vols. 1004-1005 (2014) pp. 257–260. Trans Tech Publications, Switzerland.
-



11. Vladimir I. Andreev, Batyr M. Yazyev, Anton S. Chepurnenko. On the Bending of a Thin Plate at Nonlinear Creep // *Advanced Materials Research* Vol. 900 (2014) pp. 707–710. Trans Tech Publications, Switzerland.

12. Маяцкая И.А., Краснобаев И.А. Математическое моделирование растительных материалов при их соударении с поверхностью // «Инженерный вестник Дона». 2012. №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2012/1302.

13. Литвинов С. В., Козельский Ю. Ф., Языев Б. М. Расчёт цилиндрических тел при воздействии теплового и радиационного нагружений // «Инженерный вестник Дона». 2012. №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2012/954.

References

1. Usikova O.V. *Sibbezopasnost'-Spasib*. 2013. №1. Pp. 249–253.
2. Gubaev F.A., Nikitina N.V. *Okhrana i ekonomika truda*. 2011. №3 (4). Pp. 20–21.
3. Dekaylo V.P., Boloboshko K.B. *Novosti khirurgii*. 2007. T.15. №1. Pp. 26–31.
4. Denisov O.V., Ponomareva I.A., Zimenko V.A. *Novye standarty modernizatsii pedagogicheskogo obrazovaniya v formirovanii zdorovogo obraza zhizni i bezopasnosti zhiznedeyatel'nosti: Materialy III regional'noy nauchno-prakticheskoy konferentsii Yuzhnogo federal'nogo okruga*. Krasnodar: IPTs KubGU, 2015. pp. 90–92.
5. Orlova E.V., Karateev D.E., Kochetkov A.V. *Nauchno-prakticheskaya revmatologiya*. 2013. №4 (51). Pp. 398–406.
6. Davidenko V.N., Ponomareva I.A., Inzhinov A.Yu. *Sbornik materialov Tret'ey vserossiyskoy s mezhdunarodnym uchastiem nauchno-prakticheskoy konferentsii «Fizicheskaya kul'tura, sport, zdorov'e i dolgoletie: osnovy*



priobshcheniya podrastayushchego pokoleniya k idealam i tsennostyam olimpizma». Rostov-na-Donu: YuFU, 2014. pp. 36–42.

7. Patent RF na izobretenie № 2425658, MPK A61F5/01, 2010.

8. Patent RF na izobretenie № 2308373, MPK B29C44/12, A41D13/06, 2002.

9. Rogel'berg I.A., Beylim V.M. Splavy dlya termopar [Alloys for thermocouples]: Spravochnik. M., 1983. 360 p.

10. Vladimir I. Andreev, Anton S. Chepurnenko, Batyr M. Yazyev. Advanced Materials Research Vols. 1004-1005 (2014) pp. 257–260. Trans Tech Publications, Switzerland.

11. Vladimir I. Andreev, Batyr M. Yazyev, Anton S. Chepurnenko. Advanced Materials Research Vol. 900 (2014) pp. 707–710. Trans Tech Publications, Switzerland.

12. Mayatskaya I.A., Krasnobaev I.A. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2012. №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2012/1302.

13. Litvinov S. V., Kozel'skiy Yu. F., Yazyev B. M. Inženernyj vestnik Dona (Rus). 2012. №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2012/954.