

Міністерство освіти і науки України
Одеська державна академія будівництва та архітектури
Інститут проблем міцності імені Г. С. Писаренка Національної
академії наук України
University of West Attica (Greece)
University «Sjever» (Croatia)

VIII Міжнародна конференція
АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ІНЖЕНЕРНОЇ
МЕХАНІКИ

VIII International Conference
ACTUAL PROBLEMS OF ENGINEERING
MECHANICS



ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ
ABSTRACTS OF REPORTS

Одеса, 11-14 травня 2021 року



А 43 **Актуальні проблеми інженерної механіки** : тези доп. VIII Міжнар. наук.-практ. конф. / під заг. ред. М. Г. Сур'янінова. — Одеса : ОДАБА, 2021. — 453 с.
ISBN 978-617-7900-40-4

ОРГКОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

Антонюк Н.Р. – технічний редактор журналу «Вісник ОДАБА», к.т.н., доцент, vestnik@ogasa.org.ua

Балдук П.Г. – відповідальний секретар конференції, к.т.н., професор кафедри будівельної механіки Одеської державної академії будівництва та архітектури, pavel9baldook@gmail.com

Зіньковський А.П. – заст. директора з наукової роботи Інституту проблем міцності імені Г.С. Писаренка, д. т. н., професор, zinkovskii@ipp.kiev.ua

Клименко С.В. – зав. кафедри залізобетонних конструкцій та транспортних споруд Одеської державної академії будівництва та архітектури, д.т.н., професор, concrete_ogasa@mail.ru

Ковров А.В. – голова оргкомітету конференції, ректор Одеської державної академії будівництва та архітектури, к.т.н., професор, rector@ogasa.org.ua

Кругій Ю.С. – проректор Одеської державної академії будівництва та архітектури, д.т.н., професор, yurii.krutii@gmail.com

Сур'янінов М.Г. – заступник голови оргкомітету конференції, зав. кафедри будівельної механіки Одеської державної академії будівництва та архітектури, д.т.н., професор, sng@ogasa.org.ua

Харченко В.В. – директор Інституту проблем міцності імені Г.С. Писаренко Національної академії наук України, академік НАН України, д.т.н., професор, khar@ipp.kiev.ua

Шваб'юк В.І. – Луцький національний технічний університет, д.т.н., професор, Shvabyuk@lutsk-ntu.com.ua

Хендрік Досс – професор університета прикладних наук м. Майнц (Німеччина), hendrik.doss@dosscom.de

Kyriazopoulos A. – Professor, University of West Attica, akyriazo@teiath.gr

Demakos K. – Professor, University of West Attica, cdemakos@gmail.com

Pnevmatikos N. – Associate Professor, University of West Attica, pnevma@teiath.gr

Milkovich Marin – rector of the University «Sjever», professor, rektor@unin.hr

Затверджено до друку Організаційним комітетом конференції.

Investigation of the Stability Conditions of an Automated Control System for a Centrifugal CVT of Automotive Special Equipment	442
Петухова Е.А., Горносталя С.А., Щербак С.Н. Исследование возможности применения нитинола в спринклерном оросителе	444
Рашкевич Н.В. Розробка інструментарію для проведення досліджень впливу фізичних властивостей звалищних ґрунтів на стійкість схилів	447
Стреляев Ю.М., Тігова О.О. Вдавлювання циліндричного плоского штампа з заокругленим краєм в пружний півпростір при немонотонному навантажуванні	451

The CVT proposed by the authors has proved to be stable and adaptive. The results of experimental studies confirm the operational stability of the control system for the centrifugal variator based on a CVT. Within this system, the working link performs the function of a control system. The operating parameters of the system are at the same time its control parameters. The investigation has determined the conditions for the resistance of the ACS according to Vishnegradskiy's criteria. According to the operating principle, the proposed system is stable due to the affinity of mechanical operation and control. Therefore, the system is able to perform its functions (dynamic transformation of the engine power to the driving wheels), even under a significant perturbation influence. Hence, it has the ability to adapt to external factors, namely, a change in the frequency of the engine shaft revolution and the load on the driving wheels.

УДК.614.8.084

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НИТИНОЛА В СПРИНКЛЕРНОМ ОРОСИТЕЛЕ

**Петухова Е.А., к.т.н., доц., Горносталь С.А., к.т.н., доц.,
Щербак С.Н., к.т.н.**

Национальный университет гражданской защиты Украины, г. Харьков

Эффект памяти формы (ЭПФ) в металлах успешно используют в системах противопожарной защиты. Практическое значение и возможность применения открытия обусловлена возможностью создавать устройства и элементы, обладающие абсолютно новыми функциями [1, 2]. Наибольший интерес среди материалов с ЭПФ вызывает нитинол, который представляет собой сплав никеля (55%) и титана (45%). Среди положительных свойств материала выделяют коррозионную и деформационную устойчивость; прочность; способность поглощать энергию вибрации; эластичность. Кроме того, сплав способен запоминать форму и восстанавливать ее после прекращения воздействия. Следует отметить также возможность регулирования температуры, при которой происходит изменение формы. Отрицательными характеристиками, ограничивающими широкое внедрение материала, называют высокую стоимость, сложность производства.

Приоритетными направлениями исследований по уменьшению времени срабатывания спринклерных оросителей (СО) [3, 4] можно назвать два: выбор материала и формы составляющих; выбор места установки и количества оросителей. Наибольший эффект обеспечит реализация первого подхода, также возможно их объединение. При выборе материала и формы составляющих оросителя учитывают возможность минимизации

массогабаритных характеристик и использования электрического или химического воздействия для вскрытия выпускного отверстия оросителя.

Основным направлением применения новых сплавов в элементах системы пожаротушения является создание гибридного фиксирующего устройства. Учитывая присущие материалу с ЭПФ свойства, такое устройство объединит функции запорного, чувствительного и исполнительного элементов. Среди ожидаемых преимуществ следует выделить повышение быстродействия и многократность применения. Эти качества помогут минимизировать время срабатывания СО и подачи огнетушащего вещества в очаг пожара.

Целью работы является анализ целесообразности использования нитинола в качестве чувствительного элемента СО. По результатам анализа необходимо определить параметры, которые определяют размеры такого чувствительного элемента, получить модель времени срабатывания СО, содержащего элементы из материала с ЭПФ.

Назначение спринклера - обнаружить очаг возгорания и начать тушение. Очевидно, чем меньше времени займет этот процесс, тем меньше будет ущерб. Срабатывание СО происходит за счет способности термочувствительного элемента реагировать на повышение температуры. Чем ниже номинальная температура срабатывания, тем быстрее со спринклера начнет поступать огнетушащее вещество. Однако при низкой номинальной температуре срабатывания возможен ложный результат, например, если температура окружающей среды повышается не от пожара, а при работе энергоемкого оборудования.

Выбор оптимальной температуры активации спринклера представляет собой ответственный этап. Для снижения вероятности самопроизвольного вскрытия устройства используют разницу температур: номинальной срабатывания и максимальной окружающей среды. Эта разница должна составлять не менее 20°C , что, в свою очередь, влияет на увеличение времени обнаружения загорания. Применение нитинола, обладающего ЭПФ, позволит решить эту задачу и создать СО с элементами повышенного быстродействия.

В работе предлагается использовать нитинол (материал с ЭПФ) для создания функционального устройства, способного объединить функции чувствительного и исполнительного элементов. Благодаря этому предполагается снизить функциональную избыточность конструкции. Дополнительными преимуществами являются минимальные массогабаритные характеристики, что важно при использовании данного материала.

В соответствии с принципом построения СО его вскрытие происходит при разрушении чувствительного элемента (ЧЭ). Как правило, ЧЭ разрушается при достижении температуры порогового значения. Для определения времени срабатывания СО с ЧЭ из материала с ЭПФ проведено экспериментальное исследование в зависимости от трех факторов:

температуры срабатывания, постоянной времени и скорости изменения температуры среды.

Подготовка и проведение эксперимента выполнены в соответствии с теорией планирования эксперимента. Звездное плечо в двухуровневом эксперименте принято равным $\alpha=1,682$, общее число опытов $N=20$, количество наблюдений в центре плана $n_0=6$. Обработка результатов эксперимента позволила получить уравнения регрессии, которые описывают скорости изменения температуры среды в разных промежутках. Проверка адекватности моделей выполнена по критерию Фишера.

Анализ численных результатов эксперимента показал, что при пороге срабатывания $(326\div 360)$ К, постоянной времени $(12\div 150)$ с и скорости изменения температуры среды $(0,05\div 1,2)$ К/с, время срабатывания СО с максимальным тепловым ЧЭ лежит в пределах $(60\div 1200)$ с. Для современного СО, имеющего в качестве запорного устройства стеклянную колбу, время срабатывания лежит в пределах $(200\div 270)$ с. Время срабатывания СО определялось при условии, что спринклер помещен в термостат с температурой окружающего воздуха на 30 ± 2 К выше температуры разрушения теплового замка. Таким образом, время, необходимое для достижения температуры заданного значения, в приведенные данные не входит. Если разделить время срабатывания современного СО, находящегося в тех же условиях теплообмена, что и рассматриваемый СО, то оказывается, что время срабатывания СО, имеющего тепловой максимальный ЧЭ, выполненный из материала с ЭПФ, меньше времени срабатывания аналогичного СО более чем в 3 раза либо находится в тех же временных пределах.

Нами исследована возможность использования материала с ЭПФ для создания чувствительного элемента спринклера, который обеспечит минимизацию времени срабатывания СО. Проанализировано влияние различных параметров на размеры ЧЭ и показано, что время срабатывания элемента, выполненного из материала с ЭПФ, зависит от размеров фиксирующего устройства (диаметра стеклянной колбы и толщины ее стенок). Получена модель времени срабатывания исполнительного устройства, выполненного из материала с ЭПФ. Установлено, что время срабатывания зависит от напряжения в электрической сети, от размеров фиксирующего устройства, радиуса поперечного сечения исполнительного устройства и критической температуры, при которой происходит срабатывание исполнительного устройства. Так как материал с ЭПФ способен «вспоминать» форму при конкретно заданных значениях температуры, то порог его срабатывания следует задавать как для обычного теплового замка спринклера.

- [1]. J. M Jani, M. Leary, A. Subic, M.A. Gibson, A Review of Shape Memory Alloy Research, Applications and Opportunities. *Materials & Design*, (56) (2014) 1078–1113.
- [2]. Shyi-Kaan Wu, Yi-Ching Chang, Thermal Cycling Effect on Transformation

Temperatures of Different Transformation Sequences in TiNi-Based Shape Memory Alloys, Materials (2019) 12 (2512) 2-14.

[3]. Wancho Thomas, F., Sprinkler and sprinkler socket for fire extinguishing system. (Rosyski patent RU 2726760 C1)

[4]. D. Wang, Z. Zhang, J.A. Zhang, Y.M. Zhou, Y. Wang, X.D. Ding, Y.Z. Wang, X.B. Ren, Strain glass in Fe-doped Ti-Ni, Acta Mater. 58 (2010) 6206–6215.

STUDYING THE POSSIBILITY OF USING NITINOL IN A SPRINKLER

The article explores the possibility of using a material with a shape memory effect to create sensitive elements of a sprinkler, which will minimize the response time. The analysis of the feasibility of using nitinol as a sensitive element of a sprinkler is carried out. The influence of various parameters on the dimensions of the sensitive element is analyzed. A model of the response time of an actuator made of material with a shape memory effect is obtained. It has been established that for such materials at certain temperatures a threshold should be set, as for a conventional thermal lock sprinkler.

УДК 621.03.9

РОЗРОБКА ІНСТРУМЕНТАРІЮ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ ВПЛИВУ ФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЗВАЛИЩНИХ ҐРУНТІВ НА СТІЙКІСТЬ СХИЛІВ

Рашкевич Н.В.

Національний університет цивільного захисту України
E-mail: nine291085@gmail.com

На полігонах твердих побутових відходів (ТПВ) або сміттєзвалищах відомі чисельні випадки небезпечних подій, надзвичайних ситуацій (НС) пов'язаних з пожежами та зсувами [1]. До наслідків небезпеки НС належать значна площа їх поширення та значна кількість загиблих, постраждалих, осіб з порушенням умов життєдіяльності. Основою процесу обмеження поширення наслідків НС є роботи, направлені на зміну фізичних властивостей звалищних ґрунтів. Вологість, щільність, температура звалищних ґрунтів впливають як на кількісний та якісний склад утвореного біогазу, так й на динамічну поведінку схилів.

На сьогодні, за фактом розробки математичної моделі та розробленої на її основі методики попередження НС каскадного типу поширення, пов'язаних зі зсувом звалищних ґрунтів на потенційно-небезпечних об'єктах [2, 3], існує потреба у перевірці їх достовірності. З огляду на це, невирішеною частиною проблеми є розробка простої та наочної лабораторної бази для проведення лабораторних досліджень впливу фізичних властивостей звалищних ґрунтів на стійкість схилів з метою вирішення завдань цивільної безпеки.