

сання несучого каната та вантажопідймальності установки для таких вхідних даних: ухил хорди прольоту до горизонту $\alpha = 30^\circ$, максимальна довжина траси $\ell_{\max} = 300$ м, несні канати ГОСТ 2688-80*, діаметри канатів $d_k = 19.5, 24$ і 27 мм відповідно для вантажопідймальностей $Q = 16, 25$ і 32 кН (рис. 2).

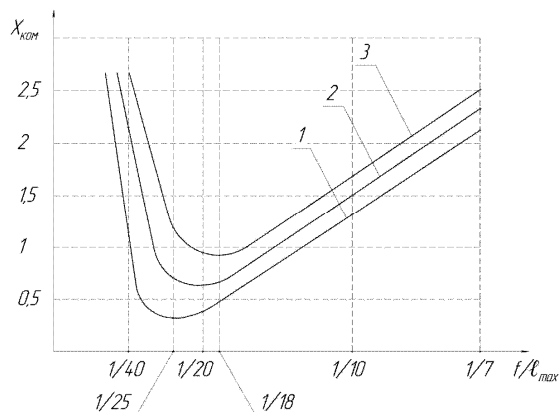


Рис. 2. Графіки залежностей інтегрального функціоналу від параметрів канатної установки: 1) $Q = 16$ кН; 2) $Q = 25$ кН; 3) $Q = 32$ кН

Із графіків видно, що оптимальними для заданих вантажопідймальностей можна вважати відношення стріли провисання несучого каната до довжини прольоту в межах $1/25 \leq f/\ell \leq 1/18$. Аналогічно згідно з наведеною методикою визначають оптимальні конструкційні параметри приводів та шогл.

Література

- Шкіря Т. Технологія і машини лісосічних робіт / Тиберій Шкіря. – Львів : Вид-во "Три-ада-плюс", 2003. – 352 с.
- Адамовський М.Г. Підвісні канатні лісотransпортні системи / М.Г. Адамовський, М.П. Мартинців, Й.С. Бадера. – К. : Вид-во ІЗМН, 1997. – 156 с.
- Канатна установка з дистанційним керуванням / Деклараційний патент на корисну модель UA 2289 U, МПК 7 B61B7/00 / М.П. Мартинців, В.М. Мартинців, В.В. Баріляк, І.М. Рудько. – № 2003 065905. – Опубл. 15.01.2004. – Бюл. № 1. – 4 с.
- Проміжна шогла підвісної канатної установки / Деклараційний патент на корисну модель UA 48067 U, МПК B61 B7/00 / М.П. Мартинців, І.В. Бичинюк, Б.В. Сологуб. – у 2009 07889. – Опубл. 10.03.2010. – Бюл. № 5. – 4 с.
- Мартинців М.П. Розрахунок основних елементів підвісних канатних лісотransпортних установок / М.П. Мартинців. – К. : Вид-во "Ясмина", 1996. – 175 с.
- Мартинців М.П. Динаміка та надійність підвісних канатних систем / М.П. Мартинців, Б.В. Сологуб, М.В. Матішин. – Львів : Вид-во НУ "Львівська політехніка". – 2011. – 188 с.
- Герасимов Е.Н. Многокритериальная оптимизация конструкций / Е.Н. Герасимов, Ю.М. Почтман, В.В. Скалзуб. – К.-Донецк : Изд-во "Вища шк.", 1985. – 134 с.
- Кіндрацький Б.І. Рациональне проектування машинобудівельних конструкцій / Б.І. Кіндрацький, Г.Т. Сулим. – Львів : Вид-во КІНІАТРИ ЛТД, 2003. – 280 с.
- Рудько І.М. Визначення коефіцієнтів ланцюгових ліній як кривих провисання підвісних транспортних систем / І.М. Рудько // IV-та Конференція молодих учених із сучасних проблем механіки і математики ім. акад. Я.С. Підстригача. – Львів : Вид-во ІППММ НАН України, 2011. – С. 169-170.
- Брахман Т.Р. Многокритериальность и выбор альтернативы в технике / Т.Р. Брахман. – М. : Изд-во "Радио и связь", 1984. – 288 с.

- Вейц В.Л. Динамические расчеты приводов машин / В.Л. Вейц, А.Е. Кочура, А.М. Мартыненко. – Л. : Изд-во "Машиностроение", 1971. – 352 с.
- Флетчер К. Численные методы на основе метода Галеркина / К. Флетчер, пер. с англ. – М. : Изд-во "Мир", 1988. – 352 с.
- Ловейкин В.С. Расчеты оптимальных режимов движения механизмов строительных машин / В.С. Ловейкин. – К. : Вид-во УМКВО, 1990. – 168 с.

Мартынец М.П., Рудько И.М. Особенности многокритериальной оптимизации основных параметров подвесных канатных лесотransпортных установок

Выделены и проанализированы основные критерии оптимизации параметров подвесных канатных лесотransпортных систем, которые обеспечивают эффективность и надежность их работы. Приведены аналитические зависимости для определения частных критериев оптимизации и расчета основных параметров канатных установок. На основе минимизации интегрального функционала, который является функцией частных критериев, обоснованы основные параметры канатных установок в зависимости от их типов и условий эксплуатации.

Ключевые слова: канатные лесотransпортные установки, эксплуатационные параметры, критерии оптимизации, интегральный функционал.

Martynciv M.P., Rud'ko I.M. Features of multicriterion optimization of basic parameters of the pendant cable systems are for transporting of wood

The basic criteria of optimization of parameters of the pendant cable systems are for transporting of wood, which provide efficiency and reliability of their work, are distinguished and analysed. Analytical dependences over are brought for determination of partial criteria of optimization and calculation of basic parameters of pendant cable systems. On the basis of minimization integral functional that is the function of partial criteria, the basic parameters of pendant cable systems are reasonable depending on their types and external environments.

Keywords: pendant cable systems are for transporting of wood, operating parameters, criteria of optimization, integral functional.

УДК 536.5+658.1

Доц. В.О. Фединець, д-р техн. наук;
магістрант О.В. Фединець – НУ "Львівська політехніка"

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБ'РУНТУВАННЯ ВИБОРУ МЕТОДІВ І ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

Запропоновано комплекс технічних, технологічних та економічних чинників, які необхідно враховувати під час вибору методу та засобів вимірювання температури технологічних об'єктів. Правильний вибір комплексу чинників забезпечить основні технічні та метрологічні характеристики процесу вимірювання, технологічність під час виготовлення засобу вимірювання і досягнення необхідних економічних показників.

Ключові слова: температура, методи та засоби вимірювання температури, метрологічні характеристики.

Вступ. Впровадження прогресивних методів проведення технологічних процесів підвищує вимоги до точності вимірювання окремих його параметрів. Температура – один із найважливіших технологічних параметрів у багатьох галузях промисловості. За оцінками спеціалістів, технічні вимірювання температури становлять від 40 до 50 % загального числа всіх вимірювань. Тому якість температурного контролю часто обумовлює досягнення необхідних техніко-економічних показників технологічного процесу. З огляду на це, важливим зав-

данням є вибір надійних методів вимірювання температури і технічних засобів для їх реалізації залежно від особливостей конкретного технологічного процесу або виробництва.

Вибір методів і засобів вимірювання температури (ЗВТ) для конкретного об'єкта і умов його експлуатації становить складну проблему, оскільки необхідно знайти оптимальний розв'язок, враховуючи велику кількість чинників, які часто можуть бути суперечливими.

Виклад основного матеріалу. Залежно від характеру контактування ЗВТ з об'єктом, температуру якого необхідно виміряти, методи вимірювання температур поділяють на дві основні групи – **контактні і безконтактні**.

Контактними методами називають такі, використання яких потребує наявності механічного контакту ЗВТ з об'єктом дослідження. Теплообмін між ЗВТ і об'єктом буде здійснюватися шляхом теплопровідності й конвекції.

Безконтактні методи вимірювання температури (методи пірометрії) базуються на використанні властивостей теплового випромінювання об'єкта. Випромінювання сприймається приймачем, який розміщується на деякій відстані від об'єкта. Методи пірометрії залежно від використаних властивостей теплового випромінювання поділяють на три основні групи: радіаційна пірометрія; оптична (яскравісна) пірометрія і колірна пірометрія. Залежно від особливостей об'єкта необхідно вибрати контактний або безконтактний метод вимірювання, а після цього вибрати ЗВТ, принцип дії якого базується на використанні однієї із відомих термометричних властивостей [1].

Для правильного та економічно обґрунтованого вибору ЗВТ необхідно враховувати запропоновані **технічні (функціональні), технологічні та економічні чинники**.

До *технічних (функціональних) чинників* можна віднести такі: робочий діапазон температур, однорідність температурного поля об'єкта дослідження, агресивність об'єкта дослідження, властивості середовища, що оточують об'єкт, вібраційні й ударні навантаження, необхідну точність вимірювання, тривалість процесу вимірювання, динаміку процесу вимірювання та спосіб реєстрації результатів вимірювання. Розглянемо більш детально кожний із цих чинників.

1. Робочий діапазон температур. Цей чинник є одним із найважливіших. Температури плавлення основних конструкційних елементів ЗВТ визначають верхній діапазон вимірювання. Але обмеження щодо використання контактних ЗВТ виникають вже при температурах значно нижчих, ніж температури плавлення. Високі температури впливають також на зміну номінальних статичних характеристик (НСХ) ЗВТ. Тому питання про можливість використання цього методу вимірювання і побудованого на його основі ЗВТ повинно вирішуватися з врахуванням умов експлуатації і швидкості зміни НСХ під час вимірювання цього рівня температури. Верхнім температурним діапазоном використання необхідно приймати те значення температури, при якому за необхідний період експлуатації ЗВТ зміна його НСХ не перевищить допустимі значення, встановлені в нормативно-технічній документації на нього. Використання ЗВТ для вимірювання температур, які перевищують допустимі для нього, призводять до його руйнування.

2. Однорідність температурного поля об'єкта вимірювання. Для вимірювання температур об'єкта в твердому, рідкому та газоподібному агрегатних станах можна використовувати як контактні, так і безконтактні методи. При цьому конструктивні особливості ЗВТ повинні враховувати умови теплообміну їх з об'єктом. Так, під час вимірювання локальних температур у неоднорідному температурному полі об'єкта контактні методи призведуть до значних спотворень температурного поля. Тому для забезпечення оптимальних умов теплообміну необхідно правильно визначити співвідношення габаритних розмірів досліджуваної ділянки об'єкта і ЗВТ. За умов використання безконтактних методів необхідно правильно вибрати властивість теплового випромінювання і відповідний ЗВТ. Наприклад, під час вимірювання температури в неоднорідному полі залежність потужності випромінювання у видимій та інфрачервоній областях спектра від температури є істотно нелінійною [2], тому використання ЗВТ, які реагують на величину спектральної або інтегральної потужності, буде давати значні похибки вимірювання.

3. Агресивність об'єкта. Стабільність НСХ ЗВТ при високих температурах значною мірою залежить від хімічної взаємодії його матеріалів з досліджуваним середовищем. Тому для забезпечення надійної роботи в агресивних середовищах необхідно вибрати ЗВТ, який конструктивно захищений від хімічної взаємодії з середовищем.

4. Властивості середовища, що оточують об'єкт. При безконтактному методі вимірювання середовище, яке оточує об'єкт, є одним з основних джерел виникнення систематичних і випадкових (при змінах властивостей середовища) складових похибки вимірювання температури. Використання контактних методів також залежить від властивостей середовища, оскільки встановлення ЗВТ порушує теплообмін між ним і об'єктом. А зміна умов теплообміну призводить до виникнення додаткових похибок вимірювання. Під час використання контактних ЗВТ у полях інтенсивного теплового випромінювання необхідно використовувати методи захисту від цього випромінювання (спеціальні екрани тощо) [3].

5. Вібраційні й ударні навантаження. Враховувати навантаження, які діють на змонтований на об'єкті ЗВТ, важливо передусім стосовно забезпечення його міцнісних характеристик. Крім цього, вібраційні й ударні прискорення, що діють на ЗВТ, призводять до виникнення тензометричного ефекту, що може стати додатковим джерелом похибок, а використання пристроїв для амортизації ЗВТ може призвести до паразитного теплового опору між ним і об'єктом та стати джерелом систематичних похибок вимірювання температури.

6. Необхідна точність вимірювання. Вона визначається допустимим значенням інтегральної похибки результату вимірювання. Із цього значення необхідно виділити частину, яка визначає допустимі значення випадкової і систематичної складової похибки результатів вимірювання. Інша частина визначить значення похибки для вибору ЗВТ.

7. Тривалість процесу вимірювання. Якщо тривалість процесу незначна (до 5 с), то використання контактних методів призводить до значних динамічних похибок і більш ефективним є використання безконтактних методів вимірювання. Під час вимірювання високих температур інколи доводиться штучно зменшувати тривалість процесу вимірювання, щоб уникнути перег-

рівання ЗВТ. У цьому випадку виміряне значення температури треба знаходити розрахунковим методом за перехідною кривою нагрівання ЗВТ.

8. *Динаміка процесу вимірювання.* При виборі ЗВТ для дослідження нестационарних процесів вимірювання особливу увагу необхідно звертати на динамічні характеристики ЗВТ, які визначаються його показником теплової інерції.
9. *Ресстрація результатів вимірювання.* Похибка реєстрації результатів вимірювання визначається класом точності вимірювального приладу, який характеризує значення його зведеної похибки. Серійні прилади для реєстрації на діаграмній стрічці забезпечують фіксацію результатів з похибкою не більше $\pm 0,5\%$. Для зручності контролю і керування технологічними процесами широкого використання набули цифрові вторинні прилади, основна похибка яких не перевищує $\pm 0,25\%$.

Основними технологічними чинниками в процесі конструювання та виготовлення ЗВТ є критерії: технологічних можливостей, трудомісткості виготовлення, надійності.

Критерій технологічних можливостей відображає простоту і принципову можливість виготовлення ЗВТ. Кількісно оцінюється коефіцієнтом технологічних можливостей, який змінюється в межах від 0 до 1. Чим він більший, тим довше зберігаються відомі рішення в ЗВТ, тим більшою мірою використовуються покупні й уніфіковані елементи, багаторазово перевірені в роботі та виготовленні. Але необхідно враховувати, що при надмірному захопленні уніфікацією, використанням того, що вже створено і випробувано, неможливо забезпечити зростання рівня показників якості ЗВТ та неможливо лідувати на ринку. Однак це не означає, що необхідно розробляти тільки нові ЗВТ. Зазвичай, потрібного результату можна досягнути під час комбінації відомих рішень з новими, побудованими на сучасних фізичних і технологічних принципах.

Критерій трудомісткості виготовлення визначається як відношення сумарної трудомісткості проектування, виготовлення і підготовки до експлуатації ЗВТ до головного показника ефективності технологічного об'єкта, яким може бути його продуктивність, потужність або інший показник.

Критерій надійності відображає властивість ЗВТ виконувати свої функції за умови збереження експлуатаційних показників у заданих межах протягом потрібного проміжку часу або необхідного напрацювання. Кількісно критерій надійності оцінюють імовірністю безвідмовної роботи, числом або інтенсивністю відмов, напрацюванням на відмову та іншими.

У процесі конструювання ЗВТ необхідно також враховувати критерій *ергономічності*, який характеризує використання у системі "людина-ЗВТ" фізичних, психологічних та інтелектуальних можливостей людини та критерій *безпеки та екологічності*, який характеризує зовнішній вигляд ЗВТ, його безпеку та здатність не завдавати шкоди людині і навколишньому середовищу.

Правильний вибір технічних і технологічних чинників повинен забезпечити основні технічні та метрологічні характеристики вибраного ЗВТ і технологічність під час його виготовлення в умовах виробництва і забезпечити максимальну пристосованість людини до ЗВТ і умов вимірювання.

Економічні чинники необхідно вибирати залежно від особливостей конкретного технологічного об'єкта, на якому проводяться вимірювання темпера-

тури. Основними економічними критеріями можуть бути затрати на придбання ЗВТ, річний економічний ефект, термін окупності та коефіцієнт економічної ефективності.

Висновки. Наведено загальні підходи до вибору методу та засобів вимірювання температури промислових технологічних об'єктів з урахуванням основних технічних, технологічних та економічних чинників.

Література

1. Луцик Я.Т. Енциклопедія термометрії / Я.Т. Луцик, Л.К. Буняк, Ю.К. Рудавський, Б.І. Стадник. – Львів : Вид-во НУ "Львівська політехніка". – 2003. – 428 с.
2. Луцик Я.Т. Вимірювання температури: теорія та практика / Я.Т. Луцик, О.П. Гук, О.І. Лях, Б.І. Стадник. – Львів : Вид-во "Бескид Біт", 2006. – 560 с.
3. Фединець В.О. Вплив захисних екранів термометровуювача на похибку від випромінювання при вимірюванні температури газових потоків / В.О. Фединець // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". – Сер.: Теплоенергетика. Інженерія довкілля. Автоматизація. – Львів : Вид-во НУ "Львівська політехніка". – 2003. – № 476. – С. 67-72.

Фединец В.А., Фединец А.В. Технико-экономическое обоснование выбора методов и средств измерения температуры технологических объектов

Предложен комплекс технических, технологических и экономических факторов, которые необходимо учитывать при выборе метода и средств измерения температуры технологических объектов. Правильный выбор комплекса факторов обеспечит основные технические и метрологические характеристики процесса измерения, технологичность при изготовлении средства измерения и достижении необходимых экономических показателей.

Ключевые слова: температура, методы и средства измерения температуры, метрологические характеристики.

Fedynets V.O., Fedynets O.V. Feasibility study of choice methods and facilities of measuring of temperature of technological objects

The complex of technical, technological and economic factors which must be taken into account during the choice of method and facilities of measuring of temperature of technological objects is offered in the article. The correct choice of complex of factors will provide basic technical and metrology descriptions of measuring process, technologicalness during making of mean of measuring and achievement of necessary economic indicators.

Keywords: temperature, methods and facilities of measuring of temperature, metrology descriptions.

УДК 614.843(075.32)

Доц. О.Е. Васильєва, канд. техн. наук;
курсант В.В. Палканинець – Львівський ДУ безпеки життєдіяльності

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ ПРОГНОЗУВАННЯ НАДІЙНОСТІ ПОЖЕЖНИХ АВТОМОБІЛІВ З МЕТОЮ УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ЇХ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

Проаналізовано сучасний стан прогнозування надійності машин і, зокрема, пожежних автомобілів. Досліджено наявні методи прогнозування надійності пожежних автомобілів для удосконалення та оптимізації процесу їх технічного обслуговування і запобігання цим самим ймовірності виходу з ладу вузлів пожежних автомобілів.

Ключові слова: методи прогнозування, надійність, пожежний автомобіль, технічне обслуговування.

Постановка проблеми. У наш час в Україні гостро стоїть проблема збільшення ресурсу роботи, зниження трудомісткості і покращення рівня тех-