ФІЗИКА ТА АСТРОНОМІЯ В ШКОЛІ

НАУКОВО-МЕТОДИЧНИЙ ЖУРНАЛ

Виходить шість разів на рік
Заснований у 1995 році

Свідоцтво про державну реєстрацію
серія КВ № 1829 від 16.02.1996 р.

ЗАСНОВНИКИ:
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ,
АКАДЕМІЯ ПЕДАГОГІЧНИХ НАУК УКРАЇНИ

Схвалено вченою радою НПУ ім. М. П. Драгоманова
(протокол від 26.03.2009 р. № 7)

№ 3 (72) 2009

ТРАВЕНЬ–ЧЕРВЕНЬ

Передплатний індекс **74637**

ГОЛОВНИЙ РЕДАКТОР
Євгеній КОРШАК

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

Олександр БУГАЙОВ,
доктор педагогічних наук, професор,
Інститут педагогіки АПН України;

Богдан БУДНИЙ,
доктор педагогічних наук, професор,
Тернопільський педагогічний університет;

Микола ГОЛОВКО,
кандидат педагогічних наук, доцент,
Інститут педагогіки АПН України;

Семен ГОНЧАРЕНКО,
доктор педагогічних наук, професор,
Інститут педагогіки і психології професійної освіти
АПН України;

Геннадій ГРИЩЕНКО,
кандидат фізико-математичних наук, професор,
НПУ ім. М. П. Драгоманова;

Юрій ЖУК,
кандидат педагогічних наук, доцент,
Інститут педагогіки АПН України;

Всеволод ЛОЗИЦЬКИЙ,
доктор фізико-математичних наук, професор,
Астрономічна обсерваторія КНУ ім. Т. Г. Шевченка;

Олександр ЛЯШЕНКО,
доктор педагогічних наук, професор, АПН України;

Анатолій ПАВЛЕНКО,
доктор педагогічних наук, професор,
Запорізький інститут післядипломної освіти;

Ігор ПІНКЕВИЧ,
доктор фізико-математичних наук, професор,
КНУ ім. Т. Г. Шевченка;

Юрій СЕЛЕЗНЬОВ,
заслужений учитель України;

Володимир СИРОТЮК,
доктор педагогічних наук, професор,
НПУ ім. М. П. Драгоманова;

Олена ХОМЕНКО,
головний спеціаліст департаменту загальної середньої
та дошкільної освіти МОН України;

Клим ЧУРЮМОВ,
доктор фізико-математичних наук, професор,
Астрономічна обсерваторія КНУ ім. Т. Г. Шевченка;

Микола ШУТ,
доктор фізико-математичних наук, професор,
НПУ ім. М. П. Драгоманова

ВИДАВНИЦТВО «ПЕДАГОГІЧНА ПРЕСА»

Свідоцтво про державну реєстрацію
серія ДК № 123 від 17.07.2000 р.

Директор видавництва
Юрій КУЗНЕЦОВ,
тел. 224-41-87

Головний редактор видавництва
Олег КОСТЕНКО,
тел. 246-71-45

Заступник директора з виробництва
Валентина МАКСИМОВСЬКА,
тел. 246-70-83

Головний художник
Володимир ЛИТВИНЕНКО,
тел. 246-70-83

Завідувач відділу реалізації, збуту та реклами
Роман КОСТЕНКО,
тел. 235-50-53

Адреса видавництва:
01004, м. Київ, вул. Басейна, 1/2,
тел. (044) 246-70-83, 234-23-20

Адреса редакції:
01601, м. Київ, вул. Пирогова, 9, к. 312,
тел. (044) 239-30-93

www.ped-pressa.kiev.ua

e-mail: admin@ped-pressa.kiev.ua

Над номером працювали:
Наталія ДЕМИДЕНКО, заступник головного
редактора видавництва, відповідальна за випуск;
Володимир ЛИТВИНЕНКО, художній редактор;
Віктор ГОГІЛЬЧИН, комп'ютерна верстка;
Євгенія СВЯТИЦЬКА, коректор

За достовірність фактів, дат, назв тощо відповідають автори.
Редакція не завжди поділяє їхні погляди. Листування ведеться
на сторінках журналу. Рукописи не повертаються.
У разі використання матеріалів посилання на журнал є обов'язковим.

© Видавництво «Педагогічна преса». Усі права захищені. Жодні частина, елемент, ідея, композиційний підхід цього видання не можуть бути копійованими чи відтвореними в будь-якій формі та будь-якими засобами — ні електронними, ні фотомеханічними, зокрема ксерокопіюванням, записом або комп'ютерним архівуванням, — без письмового дозволу видавця.

© «Фізика та астрономія в школі», 2009

ІНОФРМУЄМО ЧИТАЧІВ

ЗМІСТ

МІЖНАРОДНИЙ РІК АСТРОНОМІЇ-2009

Сергій КУЗЬМЕНКОВ
Йоганн Кеплер і революція в астрономії — 3

Антоніна ЗАГРЕБА
Фрагменти ігрових форм роботи на уроках астрономії — 6

Владислав БОГДАН, Тетяна БОГДАН, Володимир МАРЧЕНКО
Використання астрономічних моделей під час візуальних астрономічних спостережень у школі — 11

НАУКА — ВЧИТЕЛЕВІ

Ольга ПІНЧУК
Розвиток предметної компетенції учнів шляхом осучаснення змісту фізичної освіти — 13

Олександр ПРОКАЗА, Іван ДУЗЯК
Варіативність логічних структур змісту навчального матеріалу з фізики — 21

МЕТОДИКА, ДОСВІД, ПОШУК

Роман КУХАРЧУК, Микола ГОЛУБЧЕНКО
Комп'ютерне моделювання як метод формування уявлень студентів про фізичні процеси та явища — 24

Олександр ГРИГОРЧУК
Фізичні задачі у професійній підготовці будівельників — 26

Галина ПОЛОВИНА, Олена ЛАВРЕНТЬЄВА
Дослідження хвильових явищ, або Історія однієї демонстрації — 30

Володимир РОМАНОВ
Комп'ютер як генератор низьких частот і осцилограф на уроках фізики — 34

Олексій НОВАК, Микола ОСТАПЧУК
До питання про вагу тіл, кинутих вертикально вгору — 36

ПІДВИЩУЄМО КВАЛІФІКАЦІЮ

Віктор КУЛЬЧИЦЬКИЙ
Використання сучасних інформаційних технологій при вивченні електромагнітних хвиль — 38

НОВІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ НАВЧАННЯ

Тетяна СКУБІЙ
Електронний навчальний посібник на практичних заняттях — 43

ВІТАЄМО ЮВІЛЯРА

Петро Сергійович Атаманчук
До 70-річчя від дня народження — 47

На с. 2 обкладинки: **РОЗКАЖІТЬ НА УРОКАХ**
Євгеній КОРШАК, Тетяна БУЯЛО
До 100-річчя від дня народження М. М. Боголюбова
«... Людина, що володіє як математикою, так і фізикою, і готова взятися за складні проблеми»

На с. 3 обкладинки:
МІЖНАРОДНИЙ РІК АСТРОНОМІЇ-2009
Йоганн Кеплер і революція в астрономії
До статті Сергія КУЗЬМЕНКОВА (с. 3—6)

НАШІ АВТОРИ

- *БОГДАН Владислав Володимирович* — учитель фізики та астрономії ліцею № 15 м. Чернігова.
- *БОГДАН Тетяна Миколаївна* — доцент кафедри фізики та астрономії Чернігівського державного педагогічного університету ім. Т. Г. Шевченка, кандидат педагогічних наук.
- *БУЯЛО Тетяна Євгеніївна* — доцент НПУ ім. М. П. Драгоманова.
- *ГОЛУБЧЕНКО Микола Іванович* — асистент кафедри фізики та математики Глухівського державного педагогічного університету.
- *ГРИГОРЧУК Олександр Михайлович* — аспірант НПУ ім. М. П. Драгоманова.
- *ДУЗЯК Іван Васильович* — магістр фізики, вчитель фізики Нижньовільхівської ЗОШ Станично-Луганського району Луганської області.
- *ЗАГРЕБА Антоніна Григорівна* — учитель фізики, м. Вишневе.
- *КОРШАК Євгеній Васильович* — професор кафедри методики фізики НПУ ім. М. П. Драгоманова.
- *КУЗЬМЕНКОВ Сергій Георгійович* — доцент кафедри фізики Херсонського державного університету, кандидат фізико-математичних наук.
- *КУЛЬЧИЦЬКИЙ Віктор Іванович* — викладач Тернопільського державного педагогічного університету, кандидат педагогічних наук.
- *КУХАРЧУК Роман Павлович* — доцент кафедри фізики та математики Глухівського державного педагогічного університету.
- *ЛАВРЕНТЬЄВА Олена Олександрівна* — доцент кафедри педагогіки Криворізького державного педагогічного університету, кандидат педагогічних наук.
- *МАРЧЕНКО Володимир Володимирович* — доцент кафедри фізики та астрономії Чернігівського державного педагогічного університету ім. Т. Г. Шевченка, кандидат фізико-математичних наук
- *НОВАК Олексій Федорович* — учитель фізики ЗОШ № 1 м. Рівне.
- *ОСТАПЧУК Микола Васильович* — доцент кафедри педагогіки Рівненського державного гуманітарного університету.
- *ПІНЧУК Ольга Павлівна* — молодший науковий співробітник Інституту інформаційних технологій і засобів навчання АПН України, учитель фізики Київського ліцею бізнесу.
- *ПОЛОВИНА Галина Петрівна* — доцент кафедри фізики Криворізького державного педагогічного університету, кандидат фізико-математичних наук.
- *ПРОКАЗА Олександр Тихонович* — доцент кафедри фізики, почесний професор Луганського національного університету ім. Т. Шевченка, член-кореспондент Міжнародної академії наук педагогічної освіти (МАНПО), вчитель фізики Луганського багатопрофільного ліцею (СШ № 24), кандидат педагогічних наук.
- *РОМАНОВ Володимир Вікторович* — студент НПУ ім. М. П. Драгоманова.
- *СКУБІЙ Тетяна Вадимівна* — асистент кафедри загальної фізики та фізики твердого тіла НТТУ «КПІ».
- *СУЩЕНКО Станіслав Семенович* — доцент Миколаївського державного університету ім. В. О. Сухомлинського.

Читайте в наступному номері

Як вивчатимемо фізику та астрономію в новому навчальному році

Міжнародний рік астрономії-2009 триває

Демонстраційні досліди на олімпіадах

Міжпредметні зв'язки і розвиток творчих здібностей учнів

Комп'ютерні технології у навчанні

явище, якщо здатні побудувати для нього адекватну математичну модель. Учителі фізики повинні вміти створювати комп'ютерні моделі явищ і процесів. Їхня підготовка не може обмежуватися лише формуванням умінь працювати з ППЗ та користуватись ними. Формування досвідченого спеціаліста із комп'ютерного моделювання є однією з передумов упровадження інформаційних технологій навчання на вищому рівні порівняно із використанням готових ППЗ.

Навчаючи студентів – майбутніх учителів фізики – основ комп'ютерного моделювання, ми навчаємо їх усвідомлено досліджувати властивості й особливості фізичних явищ та процесів з метою чіткого усвідомлення їх змісту.

ЛІТЕРАТУРА

1. Дудик М. В., Хазіна С. А., Хазін Г. А. Перспективи формування компетентності з моделювання в майбутніх учителів фізики // Комп'ют. моделювання в освіті / Матеріали Всеукр. наук.-метод. семінару. – Кривий Ріг: КДПУ, 2005. – С. 22–23.

2. Кукліна С. В. Психолого-педагогічні передумови комп'ютерного моделювання в школі // Там само. – С. 43–44.

3. Теплицький І. О. Елементи комп'ютерного моделювання: Навч. посібник. – Там само. – 208 с.

4. Википедия – http://ru.wikipedia.org/wiki/Скрипт

Фізичні задачі у професійній підготовці будівельників

Олександр ГРИГОРЧУК

Особливістю навчання фізики у ВНЗ I–II рівнів акредитації будівельного спрямування є те, що її вивчають не тільки як один із загальноосвітніх предметів, вона є складовою освітньо-професійної програми підготовки «молодшого спеціаліста», тому що формує політехнічні знання й уміння з вивчення основ техніки і технологій.

Одним із основних принципів навчання фізики студентів у будівельних коледжах є професійна спрямованість, суть якої полягає в орієнтації завдань, змісту, методів та організаційних форм навчання на майбутню професію.

Використання якісних, розрахункових, експериментальних, професійно спрямованих задач дає змогу студентам зрозуміти сутність явищ і процесів, що вони їх вивчають, розширити можливості пізнання звичними засобами, що не сприймаються як щось абстрактне й відокремлене.

Життєдіяльність людини, в тому числі й професійну, можна розглядати як неперервний процес постановки (формулювання), складання і розв'язування відповідних професійних задач. Ураховуючи те, що фізика як наука є основою матеріального виробництва, одним з підходів у підготовці студентів до майбутньої професійної діяльності під час вивчення є проблемний, тобто використання фізичних задач практичного спрямування.

Під час навчання фізики студентів будівельних спеціальностей необхідно добирати такий навчальний матеріал, щоб показати значущість фізичних знань. Пропонуємо добір фізичних задач, які відображають реальні процеси, ситуації, що виникають у діяльності фахівця будівельної галузі.

Якщо за традиційною методикою розв'язування задач після того, як умова задачі прочитана, з'ясований її фізичний зміст, виконують перетворення над аналітичними виразами відповідного фізичного закону або функціональної залежності між фізичними величинами, знаходять невідому, проводять дослідження результату, внаслідок чого набувається досвід практичного застосування теоретичних знань, то під час професіографічного дослідження задачі набувається досвід застосування прикладних знань.

На прикладі розгляду фізичних задач будівельної тематики при вивченні «Теплового розширення тіл» обґрунтовують застосування компенсаторів різних видів (сильфонних, лінзових, муфтових, П-подібних), які застосовують у паро-, газопроводах, системах опалення та гарячого водозабезпечення (задачі № 1, 12, 15); з'ясовують урахування теплового розширення при будівництві тунелів, мостів, автомобільних шляхів і залізниць (задачі № 8, 9, 11, 13), а також при проектуванні та монтажі повітряних і кабельних ліній електропередачі (задача № 19).

Розв'язування таких задач викликає живий інтерес і дає змогу на основі реальних даних розвивати у студентів практичний «окомір» одержаних результатів.

Розглянемо розв'язування конкретних задач.

1. У системах парового опалення на сталевих паропроводах установлюють пружні вигини у вигляді петель (мал. 1), які називаються компенсаторами. Для чого це роблять?

© О. Григорчук, 2009

Мал. 1. Компенсатор на паропроводі

Відповідь. Внаслідок нагрівання сталевих паропроводів відбувається їх видовження, що спричинятиме деформації останніх. З цією метою використовують дані пристрої, щоб компенсувати теплове розширення труб паропроводів.

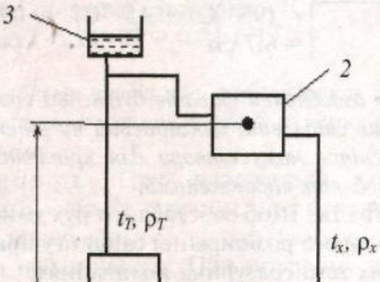
2. Для впаювання електродів у електричну лампу розжарювання використовують сплав платиніт, що розширюється при нагріванні так само, як скло. Що може статися, якщо впаяти в скло мідний електрод?

Відповідь. Оскільки коефіцієнти лінійного теплового розширення для скла і платиніту приблизно однакові $- 9 \cdot 10^{-6}$ К$^{-1}$, то це не спричинить додаткових деформацій. Коефіцієнт лінійного теплового розширення для міді становить $17 \cdot 10^{-6}$ К$^{-1}$, що майже вдвічі більше, ніж у скла, а це за робочих температур лампи призведе до її руйнування.

3. Електричний кабель укладають утраншею хвилеподібно («змійкою»), щоб створити запас міцності 1—3 % від загальної довжини прокладеного кабелю. Для чого необхідний цей запас?

Відповідь. Запас кабелю необхідний для компенсації поздовжньої механічної напруги, яка виникає при усадці грунту або при температурних змінах.

4. Системи труб водяного опалення забезпечують розширювальним баком відкритого типу, який розміщують на горищі житлового будинку у верхній точці системи (мал. 2). *Визначте найменший об'єм розширювального бака, щоб у ньому зовсім не зникла вода, якщо припустимі коливання температури води під час горіння палива в котлі дорівнюють $\pm 25\,^{\circ}C$, а об'єм води у системі становить 800 л.*



Мал. 2. Найпростіша система опалення
1 – котел; *2* – радіатор;
3 – розширювальний бачок

Дано	*Розв'язання*
$V_0 = 800$ л $\beta = 0{,}18 \cdot 10^{-3}$ К$^{-1}$ $\Delta T = 50$ К	$V = V_0(1 + \beta\Delta T) = V_0 + \beta\Delta T V_0$ $\Delta V = V - V_0 = \beta\Delta T V_0$ $\Delta V = 0{,}18 \cdot 10^{-3}$ К$^{-1} \cdot 50$ К $\cdot\, 0{,}8$ м^3 = $= 7{,}2\ 10^{-3}$м^3 = 7,2 л
ΔV – ?	

5. Під час укладання підлоги (дощатої, паркету, ламінату, керамічної плитки, лінолеуму) між стіною й укладеною підлогою залишають зазор 5—7 мм. З якою метою це роблять?

Відповідь. Між стіною й укладеною підлогою залишають зазори з метою уникнення деформацій, які можуть виникати в укладеній упритул до стін підлоги внаслідок теплового розширення, збільшення вологовмісту та ін.

6. У давнину жителі гірських районів для будівництва використовували камені гірських порід, які відколювали, попередньо заливаючи на ніч у тріщини воду. На чому ґрунтується даний метод?

Відповідь. У горах уночі температура стає нижчою від 0 °С, і вода, залита в тріщини, замерзає і розширюється, створюючи великий тиск на кам'яні брили, відколюючи їх.

7. У житлових будинках, які мають тріщини, між віконними укосами накладають металеві шини, що їх попередньо розігріто за допомогою електрозварювання. Поясніть, на чому ґрунтується даний спосіб боротьби з тріщинами.

Відповідь. З метою уникнення подальшого розширення тріщин у несучих конструкціях житлових будинків ставлять попередньо нагріті сталеві шини. При охолодженні шини переходять у напружений стан і перешкоджають збільшуванню тріщин.

8. Для чого будівельники метрополітену залишають у стінах тунелю щілини завширшки 2—3 см?

Відповідь. Щоб уникнути деформацій, які можуть виникати в стінах при коливаннях температури в тунелі.

9. При будівництві бетонних доріг між плитами залишають невеликі зазори. Для чого це роблять?

Відповідь. При добових та сезонних температурних коливаннях бетонні плити змінюють свої розміри, що може призвести до їх руйнування.

10. Об'єм бетонної плити при 0 °С дорівнює 2 м^3. Площа поперечного перерізу плити — 0,4 м^2. Порівняйте збільшення лінійних розмірів бетонної плити і сталевого стержня такої самої довжини при нагріванні до 30 °С.

$V_0 = 2$ м^3
$S_0 = 0{,}4$ м^2
$t_1 = 0$ °C
$t_2 = 30$ °C
$\alpha = 1{,}2 \cdot 10^{-5}$ °C^{-1}
$\alpha_1 = 1{,}2 \cdot 10^{-5}$ °C^{-1}
Δl — ?
Δl_1 — ?

Розв'язання

Об'єм бетонної плити при 0 °C становить:
$V_0 = S_0 l_0$,
де S_0 — площа поперечного перерізу плити; l_0 — довжина плити при 0 °C.
При нагріванні плити до 30 °C довжина плити дорівнюватиме:
$l = l_0(1 + \alpha(t_2 - t_1)) = \frac{V}{S_0}(1+\alpha\Delta t)$,
де Δt — зміна температури; α — температурний коефіцієнт лінійного розширення бетону.
$l = \frac{2\ \text{м}^3}{0{,}4\ \text{м}^2}(1 + 1{,}2 \cdot 10^{-5} \frac{1}{°C} \cdot 30\ °C) = 5{,}0018$ °C.
$\Delta l = l - l_0 = 5{,}0018$ м $- 5{,}0000$ м $= 0{,}0018$ м $= 1{,}8$ мм.
Для сталевого стержня збільшення лінійних розмірів матиме такі самі значення, оскільки температурні коефіцієнти лінійного розширення сталі й бетону приблизно однакові.

11. У м. Києві через р. Дніпро побудований суцільнозварний міст ім. Є. О. Патона, довжина якого при 20 °C дорівнює 1543,00 м. В яких межах змінюватиметься довжина моста взимку (−20 °C) і влітку (+35 °C)?

$\alpha = 1{,}2 \cdot 10^{-5}$ °C^{-1}
$t_0 = 0$ °C
$t = 20$ °C
$t_1 = -20$ °C
$t_2 = 35$ °C
$l = 1543{,}00$ м
$l_2 - l_1$ — ?

Розв'язання

З формули теплового лінійного розширення $l = l_0(1 + \alpha(t - t_0))$ визначаємо довжину моста при 0 °C:
$l_0 = \frac{l}{1+\alpha(t_1 - t_0)} = \frac{1543{,}00\ \text{м}}{1 + 1{,}2 \cdot 10^{-5} \frac{1}{°C} \cdot 20\ °C} \approx 1542{,}63$ м,
де l_0 — довжина моста при $t_0 = 0$ °C; α — температурний коефіцієнт лінійного розширення сталі. Визначаємо довжину моста при температурах $t_1 = -20$ °C і $t_2 = 35$ °C :
$l_1 = 1542{,}63$ м $\cdot (1+1{,}25 \cdot 10^{-5} \frac{1}{°C} \cdot (-20\ °C)) = 1542{,}26$ м,
$l_2 = 1542{,}63$ м $\cdot (1+1{,}25 \cdot 10^{-5} \frac{1}{°C} \cdot (35\ °C)) = 1543{,}28$ м.
Отже, міст змінюватиме свою довжину в межах:
$l_2 - l_1 = 1543{,}28$ м $- 1542{,}26$ м $= 1{,}02$ м.

12. Довжина газопроводу при 10 °C становить 1300 км. На скільки видовжився б газопровід при зміні температури до +40 °C, якби сталеві труби газопроводу не було б укладено у грунт?

$t_1 = 10$ °C
$t_0 = 0$ °C
$t_2 = 40$ °C
$l_1 = 1300$ км
$\alpha = 1{,}2 \cdot 10^{-5}$ °C^{-1}
Δl — ?

Розв'язання

Знаходимо з формули $l_1 = l_0(1 + \alpha(t_1 - t_0))$ довжину газопроводу при температурі 0 °C:
$l_0 = \frac{l_1}{1+\alpha(t_1 - t_0)} = \frac{1\,300\,000\ \text{м}}{1 + 1{,}2 \cdot 10^{-5} \frac{1}{°C} \cdot 10\ °C} \approx 1\,299\,844$ м. Газопровід при температурі $t_2 = 40$ °C мав би довжину:
$l_2 = 1299844$ м $\cdot (1+1{,}25 \cdot 10^{-5} \frac{1}{°C} \cdot (40\ °C)) = 1\,300\,468$ м.
Тоді видовження газопроводу становило б $\Delta l = 624$ м.

13. Довжина залізничної рейки при 0 °C дорівнює 12,5 м. Який найменший повітряний зазор слід залишати будівельникам на стику рейок, якщо температура нагрівання рейки може досягати 45 °C?

$t_0 = 0$ °C
$t_1 = 45$ °C
$l_0 = 12{,}500$ м
$\alpha = 1{,}2 \cdot 10^{-5}$ °C^{-1}
Δl — ?

Розв'язання

Щоб визначити ширину повітряного зазору, визначимо довжину сталевої рейки при температурі $t_1 = 45$ °C:
$l_1 = l_0(1 + \alpha(t_1 - t_0)) = 12{,}5$ м $\times (1 + 1{,}2 \cdot 10^{-5}$ °C$^{-1} \cdot (45\ °C)) = 12{,}507$ м.
Отже, ширина зазору становитиме: $\Delta l = 12{,}507$ м $- 12{,}500$ м $= 7 \cdot 10^{-3}$ м.

14. Для збільшення міцності бетонну споруду будують на залізному каркасі, який називають арматурою. Поясніть, чому залізобетонні конструкції, хоча і складаються з різних матеріалів, у процесі теплового розширення поводяться як одне ціле.

Відповідь. Тому що температурні коефіцієнти розширення залізної арматури і бетону приблизно однакові. Крім того, склад бетону підібрано таким чином, що в залізобетоні корозія арматури не відбувається.

15. На сталеві труби водяного опалення через кожні 70 м накладаються розширювальні шви, які складаються з латунних муфт. Ці муфти щільно охоплюють кінці труб, які ковзають по внутрішній поверхні муфт і зближуються при нагріванні. Який проміжок слід залишати між трубами, якщо їх укладають при температурі 15 °C, а температура труб може досягати 95 °C?

$\alpha = 1{,}2 \cdot 10^{-5}$ °C^{-1}
$t_0 = 0$ °C
$t_1 = 15$ °C
$t_2 = 95$ °C
$l_0 = 70{,}000$ м
Δl — ?

Розв'язання

$l_1 = l_0(1 + \alpha(t_1 - t_0))$; $l_2 = l_0(1 + \alpha(t_2 - t_0))$;
$\Delta l = l_2 - l_1 = l_0 + \alpha l_0(t_2 - t_0) - l_0 - \alpha l_0(t_1 - t_0) = \alpha l_0 t_2 - \alpha l_0 t_1 = \alpha l_0 \Delta t$;
$\Delta l = 1{,}2 \cdot 10^{-5}$ °C$^{-1} \cdot 70{,}000$ м $\times (95\ °C - 15\ °C) = 0{,}067$ м $= 6{,}7$ см.

16. Для оздоблення фасадів будівель і споруд використовують сталевий, алюмінієвий чи вініловий сайдинг. Поясніть, чому отвори для кріплення панелей сайдингу роблять видовженими.

Відповідь. Щоб забезпечити рух панелей унаслідок теплового розширення сайдингу при добових та сезонних температурних коливаннях.

17. Для одержання попереднього натягу арматурний стержень завдовжки 5,900 м нагріли до 130 °C. При цьому нагріванню піддавалась середня частина стержня довжиною 4,700 м. Визначте механічну напругу в стержні, що виникає при нагріванні, якщо

коефіцієнт лінійного розширення арматурної сталі $\alpha = 0,13 \cdot 10^{-4}\,^{\circ}C^{-1}$, модуль пружності $E = 0,2$ ГПа. Додаткове видовження холодних кінців стержня становить 2 мм.

Дано	*Розв'язання*
$l_0 = 5,900$ м $l_{01} = 4,700$ м $\Delta t = 130\,^{\circ}C$ $\alpha = 1,3 \cdot 10^{-5}\,^{\circ}C^{-1}$ $l_2 = 2 \cdot 10^{-3}$ м $E = 2 \cdot 10^{11}$ Па σ — ?	Згідно із законом Гука: $\sigma = E\lvert\varepsilon\rvert = E\frac{\Delta l}{l_0}$, де Δl — абсолютне видовження; l_0 — початкова довжина арматурного стержня; Е — модуль Юнга; σ — механічна напруга.

Визначимо довжину арматурного стержня внаслідок нагрівання:

$l_1 = l_0(1 + \alpha\Delta t) = 4,700\text{ м} \cdot (1 + 1,3 \cdot 10^{-5}\,^{\circ}C^{-1} \cdot 130\,^{\circ}C) \approx$
$\approx 4,708$ м.

$l_1 - l_0 = 4,708\text{ м} - 4,700\text{ м} = 0,008$ м.

Тоді абсолютне видовження дорівнюватиме:

$\Delta l = l_2 + (l_1 - l_{01}) = 2 \cdot 10^{-3}\text{ м} + 8 \cdot 10^{-3}\text{ м} = 10 \cdot 10^{-3}$ м.

Отже, механічна напруга, що виникає в арматурі, становитиме:

$\sigma = (2 \cdot 10^{11}\text{ Па} \cdot 10 \cdot 10^{-3}\text{ м}) / 5,9\text{ м} = 34 \cdot 10^{7}\text{ Па} =$
$= 0,34$ ГПа.

18. Яку силу необхідно прикласти до сталевого стержня перерізом 1 $см^2$, щоб розтягнути його настільки, наскільки він видовжиться при нагріванні на 1 К?

Дано	*Розв'язання*
$E = 2 \cdot 10^{11}$ Па $\alpha = 1,2 \cdot 10^{-5}$ K^{-1} $\Delta T = 1$ К $S = 10^{-4}$ $м^2$ F — ?	Згідно із законом Гука: $\sigma = E\lvert\varepsilon\rvert = E\frac{\Delta l}{l_0}$, де Δl — абсолютне видовження; l_0 — початкова довжина арматурного стержня; Е — модуль

Юнга; $\sigma = \frac{F}{S}$ — механічна напруга, де F — прикладена сила; S — площа поперечного перерізу сталевого стержня.

При тепловому лінійному розширенні:

$l = l_0 + \alpha l_0 \Delta T$.

Тоді $\Delta l = \alpha l_0 \Delta T$. Звідси маємо: $\sigma = \frac{\Delta l}{l_0} = \alpha\Delta T$.

$\frac{F}{S} = E\frac{\Delta l}{l_0} = E\alpha\Delta T$. Сила, яку необхідно прикласти до сталевого стержня, становить:

$F = ES\alpha\Delta T = 240\text{ Н} = 0,24$ кН.

19. Кабельні висячі лінії прокладають з дотриманням допустимих різниць рівнів їх окремих ділянок. Поясніть, чому.

Відповідь. При експлуатації кабелю його жили нагріваються струмом, що спричиняє розрідження просочуваного складу кабелю та його незворотні переміщення. При похилому прокладанні кабельної лінії це призводить до стікання просочуваного складу, в результаті чого у верхній частині кабельної лінії ізоляція погіршується, а в нижній через зростання тиску виникає загроза розтягу або розриву оболонки кабелю.

20. Один зі способів попереднього напруження арматури — натяг її нагріванням. Відомо, що при нагріванні арматурного стержня завдовжки 18,4 м від $0\,^{\circ}C$ до $200\,^{\circ}C$ він видовжився на 46 мм. За відомими даними визначте коефіцієнт лінійного розширення арматурної сталі.

Дано	*Розв'язання*
$l_0 = 18,4$ м $\Delta l = 46 \cdot 10^{-3}$ м $\Delta T = 200$ К α — ?	При тепловому лінійному розширенні арматурного стержня: $l = l_0 + \alpha l_0 \Delta T$. Тоді $\Delta l = \alpha l_0 \Delta T$. Звідси маємо: $\alpha = \frac{\Delta l}{l_0 \Delta T} = \frac{46 \cdot 10^{-3}\text{ м}}{18,4\text{ м} \cdot 200\text{ K}} =$ $= 1,25 \cdot 10^{-5}\text{ K}^{-1}$

21. Чому точні вимірювальні інструменти виготовляють з інвару (сплав заліза і нікелю), коефіцієнт лінійного розширення якого дорівнює $\alpha = 0,15 \cdot 10^{-5}$ K^{-1}?

Відповідь. Деталі вимірювальних інструментів, виготовлених з інвару, незначно змінюють свої розміри зі зміною температури.

22. Чому влітку металопластикові вікна і двері на сонячному боці «чорхають» при закриванні об профіль коробки?

Відповідь. Це пов'язано з тим, що металопластикові профілі вікон, дверей та коробок змінюють свої форми та розміри внаслідок нагрівання. При охолодженні «чорхання» припиняється.

Розв'язування фізичних задач прикладного змісту дає змогу студентам будівельних спеціальностей зрозуміти сутність явищ і процесів, які відбуваються при тепловому розширенні тіл у різноманітних технічних пристроях і об'єктах, що використовуються у будівництві. Це певною мірою професійно орієнтує студентів на конкретне застосування фізичних закономірностей на практиці. Розв'язування таких задач дає можливість глибше розуміти фізичні закони, сприяє формуванню уміння застосовувати здобуті знання в конкретній виробничій ситуації.

ЛІТЕРАТУРА

1. Беликов Б. С. Решение задач по физике: Общие методы: Учеб. пособие для студ. вузов. — М.: Высш. шк., 1986.
2. Коршак Є. В. та ін. Розв'язування навчальних задач з фізики: Питання теорії і методики: Навч. посібник для студ. спец. «Педагогіка і методика середньої освіти. Фізика». — К.: НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2004.
3. Фридман Л. М. Логико-психологический анализ школьных учебных задач. — М.: Педагогика, 1977.
4. Цінгер О. В. Задачі і запитання з фізики: Посібник для студ. учительськ. ін-тів. — К.: Рад. шк., 1953.
5. Ченобытов А. М., Марон А. Е., Кудрявцев А. Я. Сборник задач и упражнений по физике для подготовки рабочих энергетических профессий: Учеб. пособие для сред. ПТУ. — М.: Высш. шк., 1976.