

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования «Барановичский государственный университет»
Студенческое научное общество БарГУ

СОДРУЖЕСТВО НАУК. БАРАНОВИЧИ-2015

Материалы XI Международной
научно-практической конференции
молодых исследователей

(Барановичи, 21—22 мая 2015 года)

В трёх частях

Часть 2

Барановичи
БарГУ
2015

УДК 001(082)

В части 2 сборника материалов XI Международной научно-практической конференции молодых исследователей «Содружество наук. Барановичи-2015» представлены результаты исследований в области информационных систем и технологий в образовании, науке и технике, а также рассмотрены актуальные проблемы в области физики и математики. Особое внимание уделено результатам исследований современных тенденций в технологиях и материалах машиностроительного и сельскохозяйственного производств.

Сборник адресован научным работникам, аспирантам, магистрантам и студентам инженерных специальностей вузов.

Редакционная коллегия:

А. В. Никишова (гл. ред.), Ю. Е. Горбач (отв. ред.), О. И. Наранович,
А. К. Гавриленя, В. А. Дремук, Е. Н. Кирюхова

Рецензенты:

кандидат технических наук А. М. Милюкова,
кандидат физико-математических наук, доцент Д. А. Ционенко

**СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ,
МАШИН И МАТЕРИАЛОВ**

Белоусова Е. С., Лыньков Л. М., Абдулсалам Муфтах Абулькасем Мохаммед Градиентные экраны электромагнитного излучения на основе огнестойких красок с добавлением сажи	103
Борис Е. В. Модернизация конструкции станка по сборке школьных пеналов с целью повышения его производительности	105
Герасименко Е. Ю., Федосов Н. М. Выбор марки твёрдого сплава по стандарту ISO как способ повышения экономической эффективности процесса обработки резанием в машиностроении	107
Григорчик Д. В., Зарожная А. Н., Троцкий А. И. Повышение точности обработки отверстий при работе одномерным и комбинированным инструментом	110
Демянчик А. С. Влияние режимов комбинированной высокоэнергетической обработки на микротвёрдость и адгезионную прочность вакуумных упрочняющих покрытий, нанесённых на дереворежущие ножи	112
Карлюк А. П., Бурдейко В. А. Машинные технологии посева зерновых культур с разграниченным размещением семян на различную глубину и по поверхности поля с целью получения прогнозируемого объёма и качества зерна в условиях Республики Беларусь	116
Карлюк А. П., Бурдейко В. А. Энергосберегающие технологии при прямом способе посева зерновых культур	119
Ковалев А. В., Сальников В. С. Уточнённая прогнозная модель технического состояния металлообрабатывающего оборудования	121
Кревчик А. Н., Дегтеров П. П. Повышение износостойкости лемеха плуга	124
Кустинский А. В. Теоретическое обоснование геометрических параметров рабочих органов роликокольцевых мельниц	126
Сальников С. В. Реализация процесса резания с интенсифицирующим электрическим воздействием	128
Тельпук А. Н., Литвинович Т. П. Современные способы получения деталей машин из металлической стружки	131
Цуран В. В. Обзор конструкций и особенностей рубительных машин, служащих для получения технологической щепы на предприятиях Республики Беларусь	132
Широкий П. М. Моделирование в машиностроительном производстве	136
Ярошевич В. А. Заготовка плющеного зерна	138

ФИЗИКА, МАТЕМАТИКА

Аннагельдыева Т. А. Внеурочное экспериментирование при изучении темы «Электростатика»	142
Басик А. И., Тарасюк Е. В. Условие нетеровости краевой задачи линейного сопряжения для трёхмерного аналога системы Коши-Римана	144
Ворончак Е. А. Этапы организации учебных занятий по решению физических задач	147
Ворончак С. А. Исследовательские способности учащихся	150
Головенько В. А. Применение историко-методологических знаний при изучении темы «Давление»	152
Горбань И. Е., Бутова В. В. Изучение металлоорганических каркасных структур, постановка синтеза и верификации их структуры	154
Дерман А. Ю., Качкар Г. В. Генерация электромагнитных волн в мазерах	155
Дианова А. Р., Гуцев А. Л. Моделирование гелиоэнергетического комплекса на основе возобновляемых источников энергии	157
Ковалёва Н. И. Использование ментальных карт при изучении темы «Тепловые явления»	160
Лакша Е. И. Инновационный проект в средней школе по внедрению дистанционного обучения в классах спортивного профиля	163
Льолькович Е. С., Крук Н. Н. Анализ конфигурационного взаимодействия в молекулах порфиринов	164
Моляков Ю. А. Электрические измерения неэлектрических величин	166
Налиўко А. І., Русан С. І. Поўнае даследаванне качэння вядучага кола на шурпатай плоскасці	168
Наркович А. А. «Облачные технологии» как современный ресурс организации образовательного процесса обучения	170
Онипченко В. В. Применение математического программирования в решении экономических задач сферы агротуризма	172
Полох А. Л. Нано мышца и нано манипулятор на оптически активных молекулах	174
Приборович Д. Ф., Жуков Р. С. Парадоксальная монета	177
Романовский М. С. Вычисление определителя суммы матриц	178
Сергеева Ю. В., Галабурда Р. В. Вычисление подалгебры Ли h канонического редуцированного разложения алгебры Ли $g=so(n)$ группы Ли $G=SO(N)$	180
Стецкий Е. С., Качкар Г. В. О преобразовании инфракрасного излучения земли	182
Сурыгина А. В., Пивоваревич М. В., Нерода Ю. П. Применение теории графов в экономике	185
Цэбрук А. В., Мерэтдурдыеў Х. О., Русан С. І. Прамалінейныя ваганні пункта ў анімацыях	188
Чеснуйтите Ё. Р. Олимпиады, как форма внеклассной работы по физике	190
Читая Д. Р. Нестандартные лабораторные работы с элементами поиска	192
Читая Д. Р., Процак Е. В. Перманентная дистанционная олимпиада как средство мотивации к углублению знаний по физике на основе интернет-технологий	194

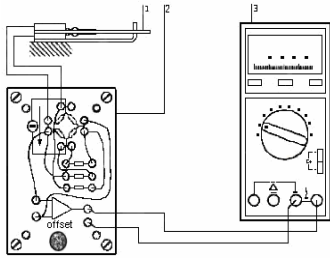


Рисунок 4 — Функциональная схема блока измерения параметров тензорезисторов

При изучении темы «Давление твёрдых тел, газов и жидкостей» с помощью данного тензодатчика можно провести лабораторную работу «Изучение выталкивающей силы». Также с использованием тензодатчика при изучении темы «Законы сохранения в механике» можно проводить фронтальные лабораторные работы: «Проверка закона сохранения импульса тела», «Проверка закона сохранения механической энергии». Использование данного прибора уменьшит погрешности, возникающие при проведении измерений.

На рисунке 4 представлена электрическая схема блока измерения. Тензодатчик веса содержит четырёхполосный мост Уитстона, помещённый в корпус, который укреплён на весовой опоре. В последовательные плечи моста включены два противофазных тензорезистора (сенсоры веса). Внешний измерительный усилитель обеспечивает линейность функции преобразования $U_{\text{вых}} = \varphi(P)$ [2].

Заключение. К основным достоинствам использования тензодатчиков можно отнести минимальное влияние температуры на точку нуля, один и тот же датчик может быть использован для различных измерительных задач. Также возможно использование тензодатчиков при высоких номинальных нагрузках. Более точные измерения в ходе выполнения лабораторных работ позволяют получать меньший интервал значений погрешности. Использование тензодатчиков при выполнении лабораторной работы способствует низкое потребление электрического тока и низкий самонагрев приборов.

Список цитируемых источников

1. Елисеева, И. М. Методика обучения физике : практикум : в 2 ч. / И. М. Елисеева, И. И. Довыденко. — Минск : БГПУ, 2009. — Ч. 1. — 104 с.
2. Сопин, Ю. К. Исследование тензометрических датчиков : метод. указания к выпол. лаб. работ / Ю. К. Сопин, М. М. Майстришин, М. А. Худаймуратов. — Севастополь : СевНТУ, 2012. — 24 с.

Материал поступил в редакцию 18.02.2015 г.

УДК 531.01

А. І. Наліўко, С. І. Русан

Установа адукацыі «Баранавіцкі дзяржаўны ўніверсітэт», Баранавічы

ПОЎНАЕ ДАСЛЕДАВАННЕ КАЧЭННЯ ВЯДУЧАГА КОЛА НА ШУРПАТАЙ ПЛОСКАСЦІ

Агульныя заўвагі. Качэнне — адзін з самых распаўсюджаных рухаў аб'ектаў тэхнікі. У тэхнічных навучальных установах яго вывучэнне пачынаецца ў курсе тэарэтычнай механікі. Тут яно не вылучаецца ў самастойную тэму і ўсебакова не вывучаецца; разглядаюцца толькі яго прыватныя выпадкі ў якасці прыкладаў па тэме «Плоскапаралельны рух цела». Пры гэтым, як правіла, слізганне кола ігнаруецца. У нашым даследаванні качэнне вядучага кола разглядаецца ў досыць шырокай пастаноўцы. Дапускаецца наяўнасць трэння слізгання і трэння качэння. Устанавліваецца гранічнае значэнне вядучага моманту M у залежнасці ад спалучэння геаметрычных, інерцыйных параметраў кола і фізічных уласцівасцей шурпатай плоскасці. Аналізуюцца кінематычныя параметры руху.

Вызначэнне гранічнага значэння моманту на вядучым коле. Гранічным будзем называць найбольшае значэнне моманту M , пры якім адсутнічае слізганне кола на шурпатай плоскасці. Задаюцца маса кола m , яго геаметрычны радыус r , радыус інерцыі i , каэфіцыенты трэння слізгання f і качэння δ . Знойдзем гранічнае значэнне моманту M . Кола здзяйсняе плоскапаралельны рух. Запісваем адпаведныя яму дыферэнцыяльныя ўраўненні:

$$m\ddot{x}_c = \sum X_i; \quad I_z\ddot{\varphi} = \sum M_{zi} \quad (1)$$

дзе $I_z = mi^2$ — момант інерцыі кола.

На рысунку 1 паказаны сілавыя фактары, што дзейнічаюць на кола: $G = mg$ — сіла цяжару; $N = G$ — нармальная рэакцыя плоскасці; $F_T = fN = fmg$ — сіла трэння слізгання; $M_T = \delta N = \delta mg$ — момант трэння качэння. Вось C_z перпендыкулярна да плоскасці кола. Знаходзім правыя часткі ўраўненняў (1): $\sum X_i = F_T$, $\sum M_{zi} = M - M_T - F_T r$. Падстаўляем іх ва ўраўненне (1):

$$m\ddot{x}_c = F_T; \quad I_z\ddot{\varphi} = M - M_T - F_T r \quad (2)$$

Улічваем, што пры качэнні без слізгання $x_c = \varphi r$, $\ddot{x}_c = \ddot{\varphi} r$. Тады з першага ўраўнення (2) знаходзім: $\ddot{\varphi} = F_T / mr$; падстаўляем $\ddot{\varphi}$ у другое ўраўнення (2): $I_z F_T / mr = M - M_T - F_T r$. Адсюль $F_T = (M - M_T) / [(I_z / mr) + r] = (M - \delta mg) r / (i^2 + r^2)$. Пры качэнні без слізгання $F_T \leq fN$, г. зн. $(M - \delta mg) r / (i^2 + r^2) \leq fmg$. З апошняй няроўнасці вызначаем:

$$(3) \quad M \leq \left[f(i^2 + r^2) / r + \delta \right] mg.$$

Як відаць з формулы (3), гранічнае значэнне моманту узрастае з павелічэннем сілы цяжару і каэфіцыентаў трэння f і δ .

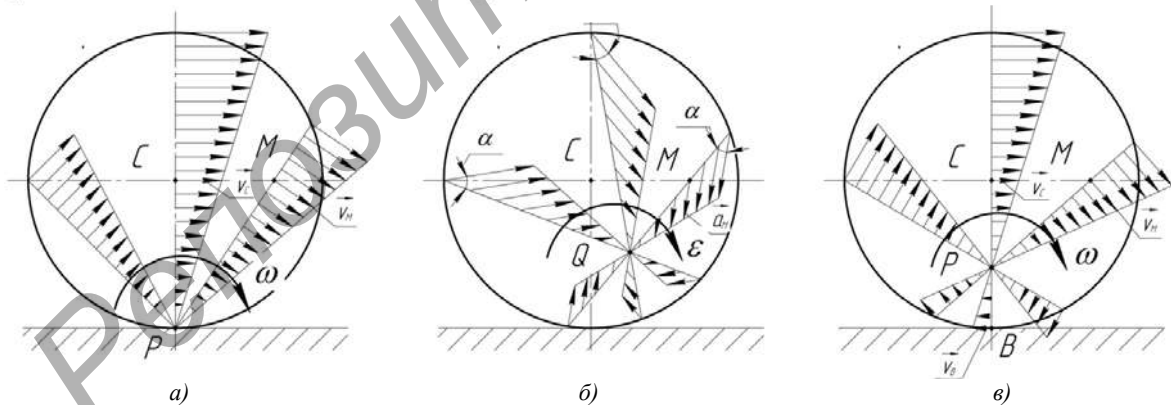
Вызначэнне кінематычных характарыстык руху кола пры выкананні умовы (3). У гэтым выпадку кола рухаецца без слізгання. З першай роўнасці (2) знаходзім паскарэнне кола a_c , а з другой — вуглавое паскарэнне ε :

$$(4) \quad a_c = \ddot{x}_c = b; \quad \varepsilon = \ddot{\varphi} = c,$$

дзе $b = F_T / m$, $c = (M - M_T - F_T r) / I_z$.

Паколькі b і c пастаянныя, то кола рухаецца роўнапаскорана. Шляхам інтэгравання роўнасцей (4) пры нулявых пачатковых умовах вызначаем скорасці v_c , ω і кінематычныя ўраўненні руху x_c , φ кола: $v_c = a_c t = bt$; $\omega = \varepsilon t = ct$; $x_c = bt^2 / 2$; $\varphi = ct^2 / 2$. Формулы скорасцей і паскарэнняў тут выведзены толькі для пункта C . Каб атрымаць уяву аб іх ва ўсім коле, неабходна пабудаваць адпаведныя палі кінематычных характарыстык, як гэта паказана ў артыкулах [1—3]. Пабудова палёў лёгка выконваецца шляхам выкарыстання імгненнага цэнтраў скорасцей P і паскарэнняў Q . Пры качэнні без слізгання цэнтр P пастаянна знаходзіцца ў пункце судакранання кола з плоскасцю, а пункт Q бесперапынна мяняе сваё становішча, застаючыся ў межах правай ніжняй чвэрці кола.

Ураўненні палёў прадстаўляюцца формуламі: $v_M = PM \cdot \omega$, $a_M = QM \sqrt{\varepsilon^2 + \omega^4}$, (M — адвольны пункт кола). Адпаведныя ім неаднародныя цэнтральныя палі па трох напрамках паказаны на рысунку 2 (а, б).



Рысунк 2 — Кінематычныя характарыстыкі качэння кола (палі)

Вызначэнне кінематычных характарыстык руху кола пры парушэнні умовы (3). Цяпер кола коціцца са слізганнем, і таксама выконвае плоскі рух. Застаюцца справядлівымі ўраўненні руху (2); таму не змяняюцца і формулы (4), а таксама атрыманыя з іх выразы для v_c , ω , x_c , і φ . Але цяпер ва ўсіх формулах значэнне вядучага моманту M большае (пры нязменным гранічным значэнні сілы F_T). Таму ўзрастаюць і пазначаныя вышэй кінематычныя характарыстыкі руху кола. Змяняецца іх размеркаванне ў межах кола, паколькі змяняюцца становішчы цэнтраў P і Q . Для прыкладу, на рысунку 2 (в) паказана новае становішча імгненага цэнтра скорасцей і адпаведнае яму поле скорасцей. Скорасць слізгання v_B вызначаем з формулы: $\omega = (v_c + v_B) / r$. Атрымліваем: $v_B = \omega r - v_c = ctr - bt$;

канчаткова $v_B = (cr - b)t$. Становішча цэнтра P вызначаем з рысунка 2, $v: BP = v_B r / (v_c + v_B)$. Ураўненне поля скорасцей, як і раней, запісваецца ў выглядзе: $v_M = PM \cdot \omega$.

Заклучэнне. У пераходным рэжыме качэння пад дзеяннем пастаяннага моманту вядучае кола машыны рухаецца раўнапаскорана. У даследаванні ўстаноўлена гранічнае значэнне моманту, пры якім адсутнічае слізганне кола. Улічаны ўсе геаметрычныя і інерцыйныя параметры кола, а таксама ўласцівасці шурпатай плоскасці, якія ўплываюць на гранічнае значэнне моманту. Прааналізаваны кінематычныя характарыстыкі руху як без слізгання, так і са слізганнем. Для нагляднасці і развіцця інжынернай інтуіцыі выкарыстаны палі кінематычных характарыстык. Даследаванне можа быць карысна як студэнтам для развіцця навыкаў сілавога і кінематычнага аналізаў, так і ў інжынернай практыцы пры вырашэнні транспартных і іншых праблем з аб'ектамі качэння.

Спіс цытаваных крыніц

1. Русан, С. И. Методика изучения кинематических характеристик качения колеса : сб. науч.-метод. ст / С. И. Русан // Теоретическая и прикладная механика: межведомств. — Минск : Технопринт, 2004. — Вып. 17. — С. 174—178.
2. Русан, С. И. Выкарыстанне палёў у даследаванні паскарэнняў кола пры качэнні па плоскасці са слізганнем : материалы Междунар. науч.-практ. конф. / С. И. Русан, А. И. Наліўко // Технологии, экономика и право: актуальные проблемы и инновации. — Барановичи : БарГУ, 2014. — С. 36—39.
3. Русан, С. И. Альтэрнатыўны аналіз скорасцей пунктаў кола пры качэнні па плоскасці са слізганнем : материалы Междунар. науч.-практ. конф. / С. И. Русан, Я. С. Стэцкі // Технологии, экономика и право: актуальные проблемы и инновации. — Барановичи : БарГУ, 2014. — С. 39—41.

Материал поступил в редакцию 25.02.2015 г.