**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**МЕХАНИКО МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Кафедра био-наномеханики**

УЩЕНЧИК

Юрий Алексеевич

**Прикладная теория расчета контактной жесткости и износа защитных низкомодульных покрытий цилиндрических подшипников скольжения, а также шаровых опор и наконечников**

Дипломная работа

Научный руководитель:

доктор физ.-мат. наук,

доцент А.С. Кравчук

Допущена к защите

«\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2016 г.

Зав. кафедрой био-наномеханики

доктор физ.-мат наук, профессор Г.И. Михасев

Минск 2016

# Реферат

На примере решения контактных задач для цилиндрических подшипников скольжения, а также шаровых опор и наконечников с покрытием постоянной толщины предлагается естественное обобщение модели основания Винклера на наиболее распространенные в механике, биомеханике и инженерии случаи жестких криволинейных подстилающих поверхностей, на которые наносится деформируемое защитное покрытие. Рассмотрены особенности решения контактных задач с учетом реологических свойств покрытий. Изложение статьи построено таким образом, что исследователь может не ограничивать себя рамками линейной модели Винклера, а использовать практически любые уравнения состояния материала покрытия, в том числе учитывающих его неоднородный состав.

В работе поставлена и аналитически решена задача о внутреннем контакте тел с круговыми границами с учетом большой разности радиусов инденторов и радиусов поверхностей покрытий, а также произвольной глубины внедрения индентора в покрытие. Кроме того, предложен метод теоретического предсказания величины износа сопряжений твердых тел с круговыми границами, а также в качестве примера решены контактные задачи с учетом абразивного износа композиционного покрытия недеформируемым цилиндром и шаром. В работе также без вывода приведены заключительные формулы, определяющие абразивный износ вязкоупругого однородного покрытия цилиндрического подшипника скольжения или шаровой опоры.

Так же поставлена и аналитически решена задача (получена замкнутая система уравнений) для произвольных линейных размеров огранки цилиндров за счет учета специфической структуры уравнений равновесия на границе криволинейного отверстия.

На прыкладзе рашэння кантактных задач для цыліндрычных падшыпнікаў слізгацення, а таксама шаравых апор і наканечнікаў з пакрыццём пастаяннай таўшчыні прапануецца натуральнае абагульненне мадэлі падставы Вінклера на найбольш распаўсюджаныя ў механіцы, біямеханіцы і інжынерыі выпадкі жорсткіх крывалінейных падсцілаючых паверхняў, на якія наносіцца дэфарміруемае ахоўнае пакрыццё. Разгледжаны асаблівасці рашэння кантактных задач з улікам реологіческіх уласцівасцяў пакрыццяў. Пераказ артыкула пабудавана такім чынам, што даследчык можа не абмяжоўваць сябе рамкамі лінейнай мадэлі Вінклера, а выкарыстоўваць практычна любыя ўраўненні стану матэрыялу пакрыцця, у тым ліку якія ўлічваюць яго неаднародны склад.

У працы пастаўлена і аналітычна вырашана задача пра ўнутраны кантакце целаў з кругавымі межамі з улікам вялікай рознасці радыусаў инденторов і радыусаў паверхняў пакрыццяў, а таксама адвольнай глыбіні ўкаранення индентора ў пакрыццё. Акрамя таго, прапанаваны метад тэарэтычнага прадказанні велічыні зносу спалучэнняў цвёрдых целаў з кругавымі межамі, а таксама ў якасці прыкладу вырашаны кантактныя задачы з улікам абразіўнага зносу кампазіцыйнага пакрыцця шкілетам цыліндрам і шарам. У працы таксама без высновы прыведзены заключныя формулы, якія вызначаюць абразіўны знос вязкоупругого аднастайнага пакрыцця цыліндрычнага падшыпніка слізгацення або шаравой апоры.

Гэтак жа пастаўлена і аналітычна вырашана задача (атрымана замкнёная сістэма раўнанняў) для адвольных лінейных памераў агранкі цыліндраў за кошт ўліку спецыфічнай структуры раўнанняў раўнавагі на мяжы крывалінейнага адтуліны.

On the base of examples of solving of contact problems for cylindrical sliding bearings, ball supports and tips which have layer with constant thickness are proposed natural generalization of the Winkler foundation on the most used cases of underlying rigid curved surfaces coated by deformable protective layer. The features of the solution of contact problems take into account the rheological properties of the coatings. Narration of the article is constructed so that a researcher cannot limit yourself by the linear model of Winkler but can use almost any equation of state of the coating material, including with heterogeneous composition.

Analytically solved the problem of internal contact of bodies with circular boundaries, taking into account the large difference between the radii of the indenter and the radii of the coating surface and an arbitrary depth of penetration of the indenter into the coating. In addition, it was proposed a method of theoretical predictions of wear of bodies’ conjugations with circular boundaries. Аn examples of the problem were solved for contact with the abrasive wear of the composite coating by rigid cylinders and sphere. Also at the end of the paper lists without taking the final formula determining abrasive wear viscoelastic homogeneous coating of cylindrical sliding bearing and ball bearing.