

ВПЛИВ ЖОРСТКОСТІ ПОВЕРХНЕВОГО ШАРУ І УМОВ КОНТАКТУ НА НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН НЕСТИСЛИВОГО ПІВПРОСТОРУ З ПОЧАТКОВИМИ НАПРУЖЕННЯМИ

Інститут механіки імені С.П. Тимошенка Національної академії наук України

Анотація

Розглядається попередньо напружений нестисливий півпростір з неоднорідністю у вигляді тонкого поверхневого шару. Зосереджена сила рухається по вільній поверхні захисного шару з постійною швидкістю під певним кутом до поверхні півпростору. Досліджено вплив рухомого навантаження, початкових напружень механічних параметрів елементів шаруватої основи і умов їх сполучення на основні характеристики її напружено-деформованого стану.

Ключові слова: шаруватий нестисливий півпростір, початкові напруження, рухоме навантаження.

Розглядається попередньо напружений нестисливий півпростір з неоднорідністю у вигляді тонкого поверхневого шару. Граничні поверхні плоскі і паралельні між собою. Початковий напружено-деформований стан півпростору вважається однорідним. Зосереджена сила рухається по вільній поверхні захисного шару з постійною швидкістю.

Шар товщиною h моделюється зосередженими масами з густиною ρ_1 . Розглядається два варіанти контакту між шаром і основою: жорсткий і нежорсткий.

Дослідження проведені у рамках лінеаризованої теорії пружності для тіл з початковими напруженнями [1]. Для розв'язку задачі застосовується метод інтегральних перетворень Фур'є.

Розв'язок отримано в загальному вигляді для матеріалів з довільним пружним потенціалом, для випадків нерівних і рівних коренів характеристичних рівнянь, для різних умов сполучення елементів шаруватого середовища і для будь-якої швидкості руху.

Аналітичні результати свідчать, що напружено-деформований стан попередньо напруженого нестисливого півпростору з неоднорідністю у вигляді тонкого поверхневого шару залежить від механічних параметрів поверхневого шару і півпростору, швидкості руху навантаження, початкових напружень, умов контакту і координат точки, що досліджується.

Чисельні дослідження проведені в рамках теорії скінченних початкових деформацій для матеріалу з пружним потенціалом типу Бартенєва-Хазановича.

Нижче приведені результати дослідження напружено-деформованого стану півпростору при докритичних швидкостях поверхневого навантаження [2]. Вважаємо, що початковий деформований стан плоский і поверхневе навантаження відсутнє.

На рис. 1 і 2 показаний розподіл узагальненого напруження $\tilde{\sigma}_{22}$ в півпросторі при $y_2 = -2h/\lambda_2$ для $v^2 = 0,1c_0^2$. Тут $c_0^2 = \mu/\rho$. Криві 1, 2, 3, 4 і 5 на рис. 1 і 2 відповідають значенням $\lambda_1 = 0,8$, $\lambda_1 = 0,9$, $\lambda_1 = 1$, $\lambda_1 = 1,1$ і $\lambda_1 = 1,2$. Тут v - швидкість поверхневого навантаження, μ - модуль зсуву півпростору, ρ - густина матеріалу півпростору, λ_1 - початкове видовження.

Аналіз отриманих числових результатів дозволяє зробити наступні висновки. Значення параметрів, що характеризують напружено-деформований стан основи і їх залежність від початкових напружень та механічних параметрів шару та півпростору, визначаються координатами даної точки. Існують області півпростору, в яких значення напружень і швидкостей переміщень мало залежать від початкових деформацій. При заданих λ_1 темп росту значень величин, що досліджується, при стискуванні більше, ніж при розтягуванні. Загасання на відстані від точки прикладання навантаження відбувається повільніше при стискуванні, ніж при розтягуванні. При заданих λ_1 темп росту значень величин, що досліджується, при стискуванні більше, ніж при розтягуванні.

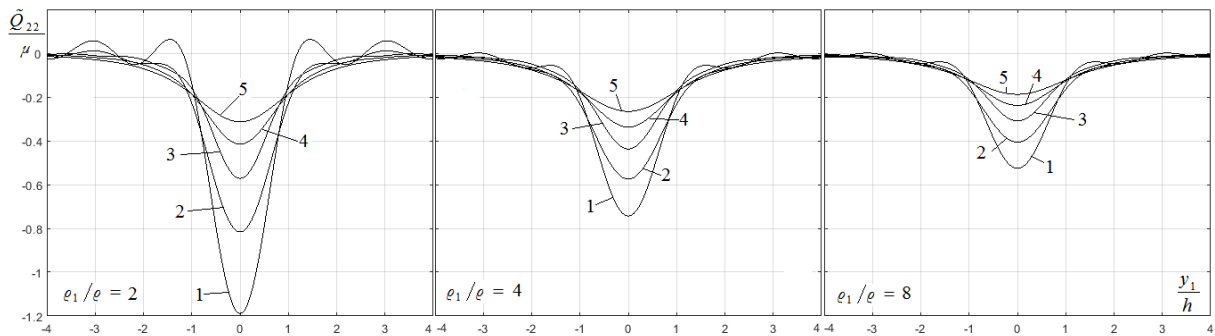


Рис. 1. Нежорсткий контакт.

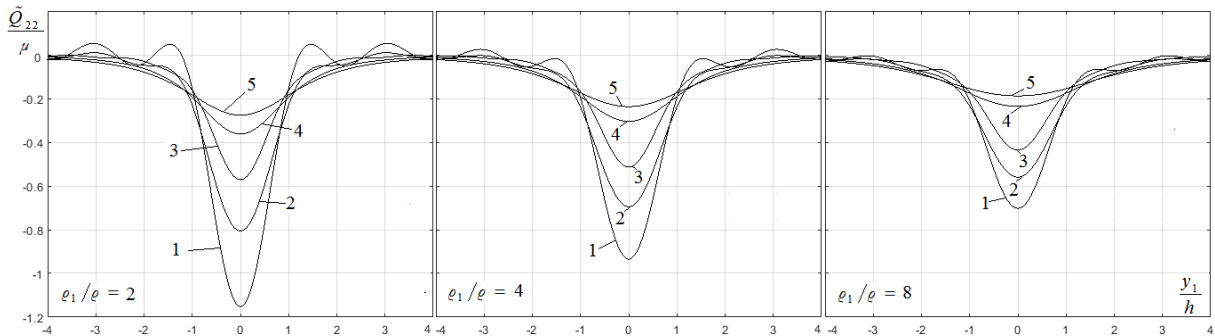


Рис. 2. Жорсткий контакт.

Загасання на відстані від точки прикладання навантаження відбувається повільніше при стискуванні, ніж при розтягуванні. Зі збільшенням швидкості руху навантаження вплив початкових напружень значно посилюється. Особливо це має місце для матеріалу, що попередньо стиснений.

Для більш жорсткого шару вплив швидкості поверхневого навантаження і початкових напружень зменшується.

Значення умов контакту шару і півпростору є суттєвим при збільшенні співвідношення e_1/e .

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гузь А.Н. Упругие волны в телах с начальными (остаточными) напряжениями/ А.Н. Гузь. – Киев: «А.С.К», 2004. – 672 с.

2. Гузь А.Н., Бабич С.Ю., Глухов Ю.П. Смешанные задачи для упругого основания с начальными напряжениями / А.Н. Гузь, С.Ю. Бабич, Ю.П. Глухов. – Германия: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2015. – 468 с.

Глухов Юрій Петрович, кандидат фізико-математичних наук, доцент, старший науковий співробітник відділу динаміки і стійкості суцільних середовищ, Інститут механіки імені С.П. Тимошенка Національної академії наук України, Київ, gluchov.uriy@gmail.com

INFLUENCE OF SURFACE LAYER STIFFNESS AND CONTACT CONDITIONS ON STRESS-STRAIN STATE OF INCOMPRESSIBLE HALF-SPACE WITH INITIAL STRESSES

Abstract

A prestressed incompressible half-space with inhomogeneity in the form of a thin surface layer is considered. The concentrated force moves along the free surface of the protective layer at a constant speed at a certain angle to the surface of the half-space. The impact of the moving load, initial stresses and mechanical parameters of the elements of the layered base and conditions of their conjugation on the main characteristics of its stress-strain state was studied.

Key words: layered incompressible half-space, initial stresses, moving load

Yuriy Glukhov, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Senior Research Fellow at Department of Dynamics and Stability Continuum, S.P. Timoshenko Institute of Mechanics of the NAS of Ukraine, Kiev, gluchov.uriy@gmail.com