

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego
w Warszawie
Instytut Inżynierii Lądowej

Mykola Nagirniak

Modyfikacja modelu podłoża Vlasova

Modification of the Vlasov subsoil model

Praca doktorska

Doctoral thesis

Praca wykonana pod kierunkiem
prof. dr. hab. inż. Grzegorza Jemielity
dr. hab. inż. Mirosława Lipińskiego
Katedra Geotechniki

Warszawa, 2023

Streszczenie

Modyfikacja modelu podłoża Vlasova

W pracy przedstawiono porównanie rozwiązań zagadnień półprzestrzeni i warstwy sprężystej, uzyskanych na podstawie modelu podłoża sprężystego Vlasova, z rozwiązaniem ścisłym teorii sprężystości, a także modyfikacje modelu Vlasova, polegające na bardziej ogólnych założeniach kinematycznych oraz uwzględnieniu niejednorodności i poprzecznej izotropii ośrodka gruntowego.

W pracy uzyskano rozwiązanie ściśle teorii sprężystości dla półprzestrzeni oraz warstwy obciążonej na powierzchni w kształcie koła i prostokąta. Wykazano rozbieżność pomiędzy wartościami przemieszczeń, uzyskanych według rozwiązania ścisłego teorii sprężystości oraz modelu podłoża Vlasova dla najbardziej typowych przypadków obciążeń półprzestrzeni i warstwy sprężystej. Podano ścisłe i przybliżone wzory na wyznaczenie przemieszczeń półprzestrzeni i warstwy, obciążonych w kształcie koła lub prostokąta na powierzchni ograniczającej półprzestrzeń lub wierzchnią warstwę podłoża.

W pracy przedstawiono również zmodyfikowany model, w ogólnym przypadku niejednorodnego (charakterystyki materiałowe są zmienne po głębokości warstwy), poprzecznie izotropowego podłoża sprężystego, przy założeniu, że wektor przemieszczenia ma trzy niezerowe składowe. Także w pracy przedstawiono zmodyfikowany dwuparametrowy model podłoża o własnościach gradientowych. Wykonano porównanie zmodyfikowanych modeli z modelem podłoża Vlasova i rozwiązaniem ścisłym teorii sprężystości dla warstwy obciążonej na powierzchni w kształcie koła i prostokąta.

Zaproponowano zmodyfikowane funkcje zanikania przemieszczeń wraz z głębokością, otrzymane na podstawie rozwiązań ścisłych teorii sprężystości.

W odniesieniu do charakterystyk materiałowych, przedstawiono propozycję doboru sztywności gruntu w zakresie małych i średnich odkształceń.

Słowa kluczowe: podłoże Vlasova, zmodyfikowany model podłoża, półprzestrzeń, warstwa sprężysta, obciążenie w kształcie koła, obciążenie w kształcie prostokąta, ortogonalizacja Galerkina, funkcja zanikania przemieszczeń, dobór sztywności gruntu.

Summary

Modification of the Vlasov subsoil model

The thesis presents a comparison of solutions of the problems of an elastic half-space and layer obtained based on the Vlasov elastic foundation model with the exact solution of the theory of elasticity, as well as modifications of the Vlasov model, consisting in more general kinematic assumptions and considering an inhomogeneity and a transverse isotropy of a subsoil medium.

In the work, an exact solution of the theory of elasticity was obtained for the half-space and a layer, both loaded on a surface having the shape of a circle and a rectangle. A discrepancy between the values of displacements obtained according to the exact solution of the theory of elasticity and according to the Vlasov model for the most typical cases of loads on the half-space and the elastic layer was shown. The exact and approximate formulas for determining the displacements of the half-space and the layer, loaded by a load in the shape of a circle or a rectangle, acting on the surface limiting the half-space or the top layer of the substrate, were given.

The thesis also presents a modified model of a transversely isotropic elastic foundation; in general case, the foundation is non-homogeneous (material characteristics are variable with layer depth) and it is assumed that the displacement vector has three non-zero components. Moreover, a modified two-parameter model of the subsoil with gradient properties is presented in the thesis. A comparison of the modified models with the Vlasov subsoil model and the exact solution of the theory of elasticity in the case of a layer loaded on a surface having the shape of a circle and a rectangle was made.

Modified functions of a disappearance of displacements along with depth, obtained on the basis of exact solutions of the theory of elasticity, were proposed.

With regard to material characteristics, a proposal for soil stiffness selection in terms of small and medium strains was presented.

Keywords: Vlasov subsoil, modified model of subsoil, half-space, elastic layer, circular load, rectangular load, Galerkin orthogonalization, displacement disappearance function, soil stiffness selection.