

$u(t, \mathbf{x})$ задачи (1) – (3) такие, что при всех $t > 0$ справедливы оценки

$$\|u(t)\|_k \leq M_{1,p_1} (t\mu^{p_1}(r_{p_1}(t)))^{-1/(p_1-k)}, \quad p_1 > k;$$

$$\|u(t)\|_k \leq M_{1,k} \exp\left(-k_1 \int_1^{r_k(t)} \nu_1^{p_1/p_s}(\rho) d\rho\right) \|\varphi\|_k, \quad p_1 = k.$$

Е. Ю. Линник

Нижегородский государственный университет

им. Н. И. Лобачевского,

ElenkaLinnik@gmail.com

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УДАРА И ПРОНИКАНИЯ В МЯГКИЕ ГРУНТОВЫЕ СРЕДЫ ОПТИМАЛЬНЫХ ТЕЛ ВРАЩЕНИЯ

Проводится анализ методов поиска оптимальной формы тела вращения минимального сопротивления при его проникании в мягкие грунтовые среды. Применяется модель локального взаимодействия, в соответствии с которой давление в каждой точке боковой поверхности отождествляется с давлением на внутренней поверхности сферической полости и представляется в виде квадратичной зависимости от скорости проникания [1, 2]. Сравнение осуществляется с расчетами в осесимметричной постановке в рамках грунтовой среды Григоряна, которая записывается в цилиндрической системе координат в виде системы дифференциальных уравнений и конечных соотношений, учитывающих свойства среды: ударную сжимаемость и сопротивление сдвигу [3].

Поиск оптимального тела с применением модели локально-го взаимодействия осуществляется в классе затупленных тел. Получено аналитическое решение, когда напряжения определяются только квадратом нормальной скорости. При учете других свойств среды, а также поверхностном трении решение получено численно.

В осесимметричной постановке решается двухпараметрическая задача безусловной оптимизации, где в качестве целевой функции рассматривается квадратичная функция второго порядка, содержащая значения силы сопротивления на квазистационарной стадии внедрения. Показано, что задачу оптимизации можно решать в одномерной случае при фиксированных значениях параметров, что упрощает расчеты. В результате для заданных длины ударника и длины основания с учетом допустимой погрешности 5% был получен диапазон оптимальных форм тел вращения. На графике сплошной линией обозначена оптимальная форма тела вращения минимального сопротивления, штриховой и штрихпунктирной линиям соответствуют допустимые отклонения формы.

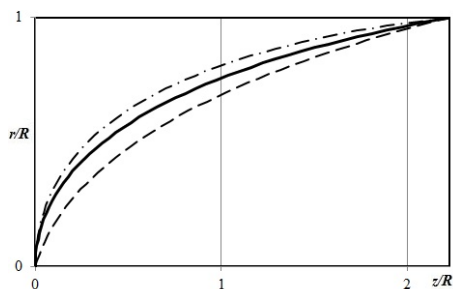


Рис 1. Формы тела вращения минимального сопротивления

Проведенный анализ показал, что учет эффектов обтекания в двумерных численных расчетах в рамках нелинейной модели

грунтовой среды позволяет существенно уточнить как форму, так и силовые и кинематические характеристики проникающих тел, по сравнению с расчетами на основе моделей локального взаимодействия.

Исследование выполнено в рамках программы Президента Российской Федерации для государственной поддержки коллективов ведущих научных школ России (НШ-2843.2012.8), а также грантов РФФИ (проекты №№ 12-08-33106-мол_а_вед, 13-08-00531_а, 14.В37.21.1137).

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Котов В. Л., Баландин В. В., Линник Е. Ю., Баландин В. В. *О применимости модели локального взаимодействия для определения сил сопротивления внедрению сферы в нелинейно-сжимаемый грунт* // ВМСС. – 2012. – Т. 5. – № 4. – С. 435–442.
2. Линник Е. Ю., Гоник Е. Г., Тарасова А. А., Котов В. Л. *Решение задачи о расширении сферической полости в грунтовой среде в предположении несжимаемости за фронтом ударной волны* // ППП: Межвуз. сб. – Н.Новгород: Изд-во ННГУ, 2012. – Вып. 74. – С. 48–53.
3. Баженов В. Г., Котов В. Л., Линник Е. Ю. *О моделях расчета форм осесимметричных тел минимального сопротивления при движении в грунтовых средах* // ДАН. – 2013. – Т. 449. – № 2. – С. 156–159.