ISNN 3030-3907

2026
MAY
ISSUE - 5
VOLUME - 3

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

MAY 2026
Issue - 5, VOLUME - 3

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

ЗАДАЧА О РАСПРОСТРАНЕНИИ ДВУМЕРНОЙ ВОЛНЫ В НЕЛИНЕЙНО-СЖИМАЕМОЙ СРЕДЕ

К.Атабаев

Андижанский государственный технический институт ф-м.ф.н., доц

E-mail: kamilaka2022@gmail.com

Аннотация. Рассматривается плоская задача о движении со сверхзвуковой скоростью D монотонно убывающей нагрузки по границе полуплоскости, материал которой моделируется идеальной средой, обладающей нелинейным и пластическим свойством. Рещается плоская задача о движении со сверхзвуковой скоростью D монотонно убывающей нагрузки по границе полуплоскости, материал которой моделируется идеальной средой, обладающей нелинейным и пластическим свойством, тогда в полуплоскости будет распространяться ударная волна с криволинейной поверхностью Σ_p по предположению среда на ней мгновенно нагружается а за фронтом происходит разгрузка. Анализ получаемых формул скорости и давления, а также результаты расчетов показывают, что процесса разгрузки можно достичь, если скорость фронта волны будет затухать с глубиной полуплоскости. Отметим, что аналогичный обратный метод применен в задаче о волне разгрузки

Ключевые слова: нелинейно-сжимаемая среда**,** ударная волна, волна разгрузки, фронт волна, профиль нагрузки, волновое уравнение.

Annotatsiya. Maqolada materiali chiziqli bo'lmagan va plastik xususiyatga ega bo'lgan ideal muhit bilan modellashtirilgan yarim tekislik chegarasi bo'ylab monoton ravishda kamayib borayotgan yukning tovushdan yuqori tezligi D bilan harakatning tekis muammosi ko'rib chiqiladi. Qog'oz yarim tekislikning chegarasi bo'ylab monoton ravishda kamayib borayotgan yukning tovushdan yuqori tezlikda D bilan tekis harakati masalasini hal qiladi, uning materiali chiziqli bo'lmagan va plastik xususiyatga ega bo'lgan ideal muhit tomonidan modellashtiriladi, keyin egri sirtli zarba to'lqini S_p bo'lgan zarba to'lqini yarim tekislikda tarqaladi va oldingi yuklama orqasida paydo bo'ladi. Tezlik va bosim uchun olingan formulalar tahlili, shuningdek, hisoblash natijalari shuni ko'rsatadiki, agar to'lqin oldingi tezligi yarim tekislikning chuqurligi bilan pasaysa, tushirish jarayoniga erishish mumkin.

Kalit so'zlar: chiziqli bo'lmagan siqiladigan muhit, zarba to'lqini, tushirish to'lqini, to'lqin fronti, yuk profili, to'lqin tenglamasi.

Abstract. The paper considers a plane problem of motion with a supersonic speed D of a monotonically decreasing load along the boundary of a half-plane, the material of which is modeled by an ideal medium with a nonlinear and plastic

ISSN 3030-3907

property. The paper solves a plane problem of motion with a supersonic speed D of a monotonically decreasing load along the boundary of a half-plane, the material of which is modeled by an ideal medium with a nonlinear and plastic property, then a shock wave with a curved surface Σ_p will propagate in the half-plane by assumption the medium on it is instantly loaded and unloading occurs behind the front. The analysis of the obtained formulas for velocity and pressure, as well as the calculation results, show that the unloading process can be achieved if the wave front velocity decays with the depth of the half-plane.

Keywords: nonlinearly compressible medium, shock wave, unloading wave, wave front, load profile, wave equation.

ВВЕДЕНИЕ.

Рассматривается плоская задача о движении со сверхзвуковой скоростью D монотонно убывающей нагрузки по границе полуплоскости, материал которой моделируется идеальной средой, обладающей нелинейным и пластическим свойством, тогда в полуплоскости будет распространяться ударная волна с криволинейной поверхностью Σ_p по предположению среда на ней мгновенно нагружается а за фронтом происходит разгрузка (Рис.1).

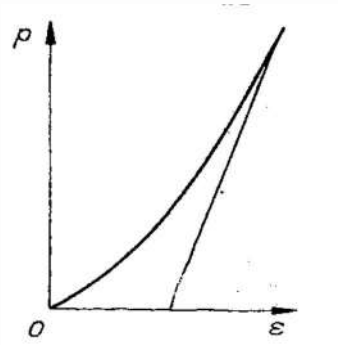


Рис. 1

Постановка задачи.

В этом случае на поверхности Σ_p из условия сохранения массы и импульса получим

(1.1) $\rho_0 a = \rho^*(a - v_n^*), \qquad \rho_0 a v_n^* = p^*,$

$v_\tau^* = 0 \quad (a = Dsin\alpha).$

ISSN 3030-3907

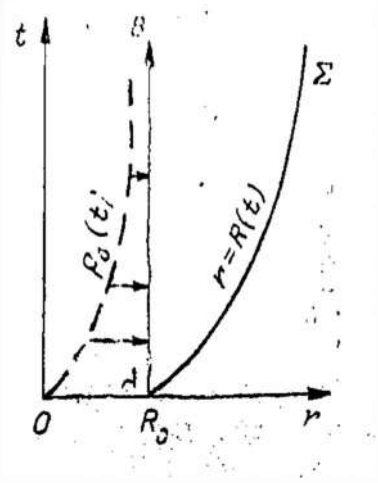


Рис. 2

Так как профиль нагрузки по мере распространения волны считается неменяющимся, то задача является стационарной и в области разгрузки в подвижной координат $\xi = Dt + x,\ \ \eta = y$ имеем уравнения

$$(1.2) \qquad D\frac{\partial u}{\partial \xi} + \frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial \xi} = 0, \qquad D\frac{\partial v}{\partial \xi} + \frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial \eta} = 0,$$

$$D\frac{\partial \rho}{\partial \xi} + \rho\left(\frac{\partial u}{\partial \xi} + \frac{\partial v}{\partial \eta}\right) = 0.$$

Граничное условие имеет вид

$$(1.3) \qquad \text{при} \qquad \eta = 0, \quad \xi \geq 0 \quad p = f(\xi),$$

Где $f(\xi)$ −известная монотонно убывающая функция; v_τ^*, v_n^* −касательная и нормальная составляющие скорости среды к фронту Σ_p; u, v − проекции скорости на оси ξ и η; α-угол наклона фронта Σ_p к границе полуплоскости.

Для получения решения задачи подставим первое уравнение (1.2) в третье. Тогда для потенциала скорости φ получаем волновое уравнение

$$(1.4) \quad \mu^2\frac{\partial^2\varphi}{\partial\xi^2} - \frac{\partial^2\varphi}{\partial\eta^2} = 0 \qquad \left(\mu^2 = \frac{D^2}{c_p^2} - 1\right),$$

Которое при $D > c_p$ имеет решение вида

$$\varphi(\xi, \eta) = f_3(\xi - \mu\eta) + f_4(\xi + \mu\eta).$$

Если задаться определенной формой Σ_p то составляющие скорости среды u, v при $\eta = \eta(\xi)$ с учетом (1.1) представляются в виде

$$(1.5) \quad u = \frac{\partial\varphi}{\partial\xi} = -Dsin^2\alpha(\xi)\left[\frac{\rho^2D^2}{\alpha_2}sin^2\alpha(\xi) - \frac{\alpha_1}{\alpha_2}\right],$$

$$v = \frac{\partial\varphi}{\partial\eta} = Dsin\alpha(\xi)cos\alpha(\xi)\left[\frac{\rho^2D^2}{\alpha_2}sin^2\alpha(\xi) - \frac{\alpha_1}{\alpha_2}\right],$$

Где $\eta(\xi)$ −уравнение поверхности фронта Σ_p. Значит, в случае двумерной волны внутри криволинейного сектора $\xi 0\Sigma_p$ (Рис.2) для (1.4) с учетом (1.5) так же, как в п. 1, получаем задачу Коши и для определения $f_i(z_i)$ имеем формулы

ISSN 3030-3907

(1.6)

$$f_i(z_i) = \mp \frac{D}{\partial \eta} \int_0^{z_i} \frac{tg\alpha[F_i(z_i)]\{1 \pm \mu tg\alpha[F_i(z_i)]\}\Phi_i(z_i)}{\{1 + \mu tg^2\alpha[F_i(z_i)]\}^2} dz_i,$$

Где

$$\Phi_i(z_i) = \left(\frac{\rho_0 D^2}{\alpha_2} - \frac{\alpha_1}{\alpha_2}\right) tg^2\alpha\alpha[F_i(z_i)] - \frac{\alpha_1}{\alpha_2};$$

$F_i(z_i)$ $(i = 3,4)$ −корень уравнения $\xi \mp \mu\eta(\xi) = z_i$ относительно ξ, причем в случае $i = 3$ в (1.6) принимается верхний знак. Отметим, что в обратной постановке задачи, т.е. при заданной поверхности фронта ударной волны, условие (1.3) служит формулой для определения профиля нагрузки $f(\xi)$.

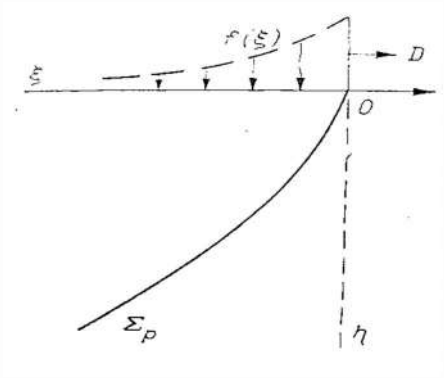


Рис. 3

Таким образом, с учетом (1.5), (1.6) получено решение задачи о распространении двумерной нелинейной волны в полуплоскости. Если подставить это решение в (1.3), то в принципе должны получить убывающий профиль нагрузки с резким фронтом в начале координат и в возмущенной области должен осуществляться процесс разгрузки среды.

Анализ получаемых формул скорости и давления, а также результаты расчетов показывают, что процесса разгрузки можно достичь, если скорость фронта волны будет затухать с глубиной полуплоскости.

Отметим, что аналогичный обратный метод применен в задаче о волне разгрузки [6].

В качестве иллюстрации метода рассмотрен случай, когда Σ_p задана в виде полинома второй степени, т.е.

(1.7) $$\eta(\xi) = tg\alpha_0\xi - \frac{b}{2}\xi^2.$$

Результаты исследований

Результаты расчетов аналитического метода с учетом (1.7) при $tg\alpha_0 = 0{,}1255$, $b = 0{,}86 \cdot 10^{-3}$ и метода характеристик [2] представлены в таблице, где I- численный метод характеристик, II- аналитический метод. На

ISSN 3030-3907

Рис. 4 приводятся кривые изменения и скорости вдоль фронта Σ_p полуплоскости для случаев , $b = 0{,}86 \cdot 10^{-3}; 0{,}86 \cdot 10^{-2}$ (кривые 1, 2 соответственно). Из таблицы что результаты, полученные при помощи обоих способов, согласуются взаимно удовлетворительно и найденный обратным методом профиль нагрузки $f(\xi)$ является монотонно убывающим вдоль ξ. Из Рис.4 заметно, что давление p^* и компоненты скорости u^*, v^* вдоль фронта Σ_p убивают с глубиной полуплоскости по линейному закону, причем в случае $b = 0{,}86 \cdot 10^{-2}$ спад вышеуказанных величин становится более интенсивным, чем при , $b = 0{,}86 \cdot 10^{-3}$. Расчеты показывают, что все параметры среды, в том числе давление при $\eta = 0$ вдоль ξ (на границе полуплоскости), падают в зависимости от значений коэффициента b различным образом. В случае , $b = 0{,}86 \cdot 10^{-2}$ этот процесс получается более интенсивным и нелинейным. Значит, если скорость фронта волны с глубиной полуплоскости затухает сравнительно быстро, то параметры среды, в частности давление, вдоль границы полуплоскости убывают также интенсивно. Но процесс затухания параметров среды вдоль границы $\eta = 0$ происходит быстрее, чем на фронте.

В целом в данной работе приводится обратный аналитический метод решения одномерной и двумерной стационарной задачи при кратковременных интенсивных воздействиях с учетом нелинейного пластического деформирования идеальной неупругой среды. В случае $\alpha_2 = 0$ результаты п. 2 совпадают с результатами [4], полученными на основе применения преобразования Меллина.

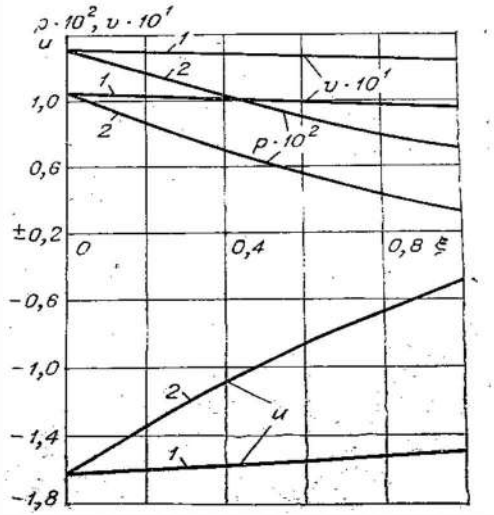


Рис. 4

Таблица 1

ξ	u		v		p	
	I	II	I	II	I	II

ISSN 3030-3907

0	-1,644	-1,644	13,100	13,100	105	105
0,1	-1,628	-1,628	13,025	13,020	103,956	103,937
0,2	-1,610	-1,613	12,944	12,940	102,921	102,979
0,3	-1,597	-1,597	12,861	12,860	101,896	101,958
0,4	-1,581	-1,581	12,780	12,780	100,882	100,937
0,5	-1,565	-1,566	12,699	12,700	99,880	99,978
0,6	-1,550	-1,551	12,621	12,620	98,888	99,021
0,7	-1,535	-1,535	12,543	12,540	97,904	98,000
0,8	-1,519	-1,520	12,466	12,470	96,928	97,042
0,9	-1,505	-1,505	12,390	12,390	95,966	96,085
1,0	-1,490	-1,490	12,314	12,320	95,009	95,127

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

Рассматриваемы задачи могут иметь практические приложения при изучении интенсивных воздействий в водонасыщенных грунтах, а также в водоемах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Михлин С. Г. Курс математической физики . М., «Наука»,1968.
2. Рахматулин Х.А., Мамадалиев Н. Распространение нелинейных волн в грунтовом полупространстве, вызванных бегущей по его границе нагрузкой. – В кн.: Труды симпозиума «Нелинейные и тепловые эффекты при переходных волновых процессах». Таллин – Горький, 1973.
3. Скобеев А. М., Флитман Л.М. подвижная нагрузка на неупругой полуплоскости.- ПММ,1970,т.34, вып. 1, с.189-192.
4. Капустянский С. М. Распространение и отражение двумерных пластических волн «Изв. АН СССР. МТТ», 1973. №1. С.60-68.
5. Симонов И.В. О сходящейся ударной волне в идеально неупругой среде и устойчивости кумуляции. –ПМТФ, 1975, №5, С. 82-92.
6. Рахматулин Х.А., Демьянов Ю.А. Прочность при интенсивных кратковременных нагрузках. М., Физматгиз,1961
7. Капустянский С. М. Распространение и отражение двумерных пластических волн / Изв. АН СССР. МТТ.— 1973.— № 1.
8. Айдосов А., Мамадалиев П., Хакимов У. О воздействии подвижной нагрузки на нелинейно-сжимаемую полосу с жестким основанием // ПМТФ.— 1986.— № 3.
9. Рахматулин Х. А., Сагомонян А. Я., Алексеев Н. А. Вопросы динамики грунтов,— М.: Изд-во МГУ, 1964.
10. Атабаев К. О воздействии подвижной нагрузки на полуплоскость // Докл. АН УзССР.— 1979.— № 9.

ISSN 3030-3907

11. Рахматулин Х. А., Саатов Я. У., Сабодаш П. Ф., Филиппов И. Г. Двумерные задачи по неустановившемуся движению сжимаемых сред.— Ташкент: Фан, 1969.г.

ISSN 3030-3907