Emro Science and Education
International open-access scientific journal
Journal homepage: https://journal.emro.uz

OPEN ACCESS

CONFERENCE PAPER OPEN ACCESS

Vol. 1 No. 1 (2023) · "Axborot oqimlari va intellektual tizimlarning ijtimoiy, iqtisodiy va texnik-texnol... DOI: 10.5281/zenodo.24318420

materiallar to'plami

ЗАДАЧА О РАСПРОСТРАНЕНИИ ИНТЕНСИВНОЙ СФЕРИЧЕСКОЙ ВЗРЫВНОЙ ВОЛНЫ В УПРУГОПЛАСТИЧЕСКОЙ СРЕДЕ

к.ф-м.н., доцент К. Атабаев, Андижанский машиностроительный институт

Введение. В данной работе, в отличие от задачи о подземном взрыве с учетом динамического расширения сферической и цилиндрической полостей решаются с применением моделей «пластического газа» и упругопластической среды [1, 2].

Методы исследования. Задача о динамическом расширении полости в нелинейно-сжимаемой среде сведена к интегро-дифференциальному уравнению относительно скорости волны $\dot{R}(t)$, которое решается численно, с использованием метода последовательных приближений. Расчеты проведены для случая, когда экспериментальные кривые объемного сжатия сред [5], представляемые зависимостью между давлением P и объемной деформацией ε аппроксимируются полиномом четвертой степени относительно ε.

Приведем некоторые результаты исследований, полученные при использовании модели «пластического газа» [1], который предлагал Х.А. Рахматулин.

Пусть в сферической или цилиндрической полости с первоначальным радиусом $r = r_0$, находящейся в нелинейно-сжимаемой пластической среде, помещен заряд ВВ с удельным весом $\rho_{ВВ}$ (г/см^3) и энерговыделением $Q_{ВВ}$ (кДж/кг). Согласно модели «мгновенной детонации» [4] при взрыве в грунте заряда с радиусом r_0 предполагается, что в некоторый момент времени мгновенно, без изменения объема, заряд превращается в газ высокого давления. Начальные значения этого давления в момент t_0 определяется формулой [3, 4, 5, 6]:

$$P_{нач} = (K - 1)\cdot\rho_{ВВ}\cdot Q_{ВВ}, \quad (1)$$

где K – показатель политропы для продуктов взрыва.

Считаем, что дальнейшее расширение газа происходит по политропическому закону и давление в каверне при $r = r_0$, $t > 0$ определяется формулой [7]:

$$P_0(t) = P_{нач}\cdot(r_0 / R_{кав}(t))^{(\nu+1)K}, \quad (2)$$

где $\nu = 2, 1$ соответствуют сферической и цилиндрической полостям, $R_{кав}(t) = r_0 + u(r_0, t)$, $u(r_0, t)$ – смещение грунта при $r = r_0$, которое подлежит определению в процессе решения задачи.

Под действием нагрузки (2) в случае наличия ударных диаграмм сжатия $P = F(\varepsilon)$ в среде при $t > 0$ распространяется интенсивная ударная волна $r = R(t)$ совместно с расширяющейся полостью $r = R_{кав}(t)$ и между ними в грунте

Published: 10.11.2023

Cite this article: К. Атабаев (2023). Задача о распространении интенсивной сферической взрывной волны в упругопластической среде. Emro Science and Education, 1(1). https://doi.org/10.5281/zenodo.24318420

© 2023 The Author(s). Published by Emro Science and Education. This is an open access article.

появляется возмущенная область 1 [6]. Для решения этой задачи используется модель «пластического газа» [8], согласно которой за фронтом волны в области возмущения грунта происходит жесткая необратимая разгрузка среды, где ее объемная деформация ε зависит только от координаты r, т.е. $\varepsilon = \varepsilon(r)$. В этом случае, после некоторых преобразований основных уравнений [9]. задача о динамическом расширении полости в нелинейно-сжимаемой среде сведена к интегро-дифференциальному уравнению относительно скорости волны $\dot{R}(t)$, которое решается численно на ЭВМ с использованием метода последовательных приближений.

Результаты расчетов для взрыва заряда ВВ с массой $m_{ВВ} = 1500$ кг ($r_0 = 0{,}60715$м) в сухом песке представлены на рис.1, 2.

Анализ результатов показывает, что давление P^* и массовая скорость $\dot{u}^*$ грунта на фронтах сферической и цилиндрической волн в зависимости от расстояния R изменяются по нелинейному закону. Процессы спада величин в ближней зоне взрыва ($R \le 10$ м) происходят интенсивнее, чем в последующих зонах $10 \le R \le 20$ м и $20 \le R \le 50$ м. При этом затухание интенсивности волны с увеличением расстояния от места взрыва происходит в мягком грунте быстрее, нежели в горной породе, и существенно отличается от результатов подводного взрыва [10, 11, 12, 13, 14, 15, 16,17].

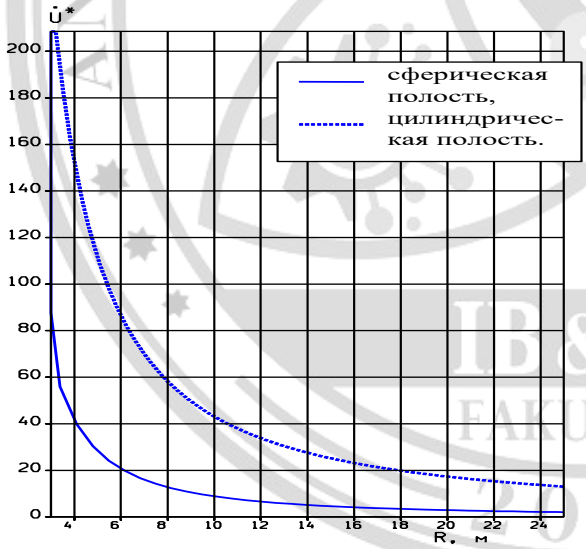


Рис.1

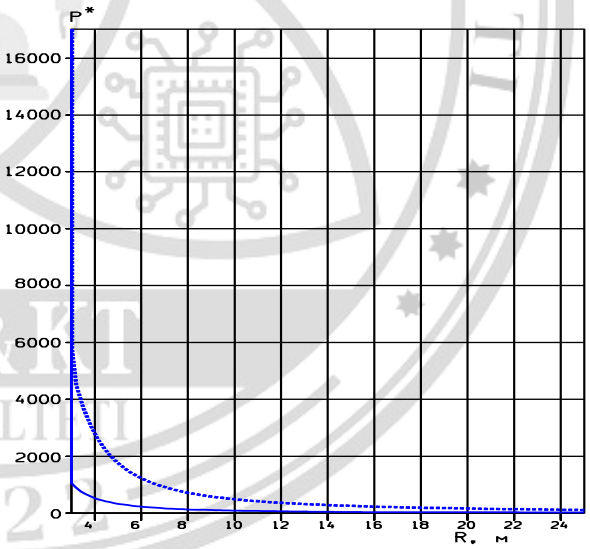


Рис.2

Кроме того обнаружено, что при камуфлетном взрыве в среде имеет место нелинейное динамическое расширение каверны в зависимости от времени t и кривая $R_{кав}(t)$ обладает свойством выпуклости вверх ($d^2R_{кав}/dt^2 < 0$). Следовательно, в дальнейшем по истечении определенного интервала времени каверна достигает предельного конечного размера, скорость волны становится постоянной, а ее интенсивность – сравнительно слабой.

Сравнивая представленные на рис.2 результаты расчетов, отметим, что кривая изменения давления P^* на фронте сферической волны в зависимости от расстояния R расположена ниже соответствующей кривой, полученной для цилиндрической волны и при $R \le 10$ м, величины давления на фронте цилиндрической волны превосходят соответствующие параметры сферической волны приблизительно в (3,0÷4,0) раза.

Далее решена задача о распространении интенсивной сферической взрывной волны в упругопластическом грунте под действием приложенной к границе каверны с радиусом r_0 заданной монотонно убывающей нагрузки $\sigma_0(t)$ высокой интенсивности [18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27].

Выводы.

Расчеты показывают, что величины давления (напряжения) на фронте волны в зависимости от расстояния R, вычисленные по теории упруго-пластической деформации, имеют заниженные значения, чем в случае «пластического газа».

Результаты расчетов основных параметров вышеуказанных задач находятся в удовлетворительном соответствии с экспериментальными данными натурных измерений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Беккулов Б. Р., Атабаев К., Рахмонкулов Т. Б. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ШАЛЫ В СУШИЛЬНОМ БАРАБАНЕ //Бюллетень науки и практики. – 2022. – Т. 8. – №. 7. – С. 377-381.
2. Рузиев А. А. ЦЕНТРОБЕЖНОЕ СОРТИРОВАНИЕ СЕМЯН СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР ПО ПЛОТНОСТИ //Universum: технические науки. – 2021. – №. 12-3 (93). – С. 82-86.
3. Атабаев К., Мусабаев Б. М. ЗАДАЧА О РАСПРОСТРАНЕНИИ ВОЛН В БЛИЗИ РАСШИРЯЮЩЕЙСЯ ПОЛОСТИ ПРИ КАМУФЛЕТНОМ ВЗРЫВЕ //Научно-практические пути повышения экологической устойчивости и социально-экономическое обеспечение сельскохозяйственного производства. – 2017. – С. 1150-1153.
4. Беккулов Б. Р., Собиров Х. А., Рахманкулов Т. Б. РАЗРАБОТКА И ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ МОБИЛЬНОГО УСТРОЙСТВО ДЛЯ СУШКИ ШАЛА //Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы. – 2020. – С. 429-438.

5. Эрматов К. М. Обоснование параметров приспособления к хлопковой сеялке для укладки фоторазрушаемой пленки на посевах хлопчатника. Автореф. канд. дисс. Янгиюль, 1990. – 1990.
6. Рахимов А. Ю., Рахимов А. А., Қодиров З. ПИЛЛАНИ ПИШИБ ЕТИЛГАНЛИК ДАРАЖАСИНИ СИФАТ КЎРСАТКИЧЛАРИГА ТАЪСИРИ //Academic research in educational sciences. – 2021. – Т. 2. – №. 11. – С. 33-41.
7. Қодиров З. А., Парпиев С. Ф. ПИЛЛАГА ДАСТЛАБКИ ИШЛОВ БЕРИШ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИНИНГ ПИЛЛА СИФАТИГА ТАЪСИРИ //Academicresearchineducationalsciences. – 2022. – Т. 3. – №. 2. – С. 637-645.
8. Мамажонов М., Шакиров Б. М., Шакиров Б. Б. АВАНКАМЕРА ВА СУВ КАБУЛ КИЛИШ БУЛИНМАЛАРИНИНГ ГИДРАВЛИК КАРШИЛИКЛАРИ //Irrigatsiya va Melioratsiya. – 2018. – №. 1. – С. 44-46.
9. Эрматов К. М. Вращающий момент бобины с пленкой //Высшая школа. – 2017. – №. 1. – С. 117-118.
10. Эрматов К. М. Вращающий момент бобины с пленкой //Высшая школа. – 2016. – Т. 1. – №. 24. – С. 57-58.
11. Қодиров З. А., Парпиев С. Ф. ПИЛЛАГА ДАСТЛАБКИ ИШЛОВ БЕРИШ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИНИНГ ПИЛЛА СИФАТИГА ТАЪСИРИ.
12. Rano Y., Asadillo U., Go‘Zaloy M. HEAT-CONDUCTING PROPERTIES OF POLYMERIC MATERIALS //Universum: технические науки. – 2021. – №. 2-4 (83). – С. 29-31.
13. Каюмов У. А., Хаджиева С. С. НЕКОТОРЫЕ РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ПОРОШКОВЫХ СПЛАВОВ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ СПОСОБАМИ ПЛАЗМЕННОЙ НАПЛАВКИ И НАПЫЛЕНИЯ //The 4th International scientific and practical conference “Science and education: problems, prospects and innovations”(December 29-31, 2020) CPN Publishing Group, Kyoto, Japan. 2020. 808 p. – 2020. – С. 330.
14. Джалилов М. Л., Хаджиева С. С., Иброхимова М. М. Общий анализ уравнения поперечного колебания двухслойной однородной вязкоупругой пластинки //International Journal of Student Research. – 2019. – №. 3. – С. 111-117.
15. Қодиров З., Зулфикоров Д. ПИЛЛАНИ БУҒЛАШ ТЕХНОЛОГИК ЖАРАЁНИНИНГ ХОМ ИПАК СИФАТИГА ТАЪСИРИ //Eurasian Journal of Academic Research. – 2023. – Т. 3. – №. 1 Part 3. – С. 159-165.
16. Мамажонов З. А., ўғли Зулфикоров Д. Р. САБЗИНИНГ КЕСКИЧ ТИҒИГА ТАЪСИР КУЧИНИ АНИҚЛАШ //INTERNATIONAL CONFERENCES. – 2023. – Т. 1. – №. 2. – С. 476-481.
17. Mamajonov Z. A. et al. RESPUBLIKAMIZDA QO ‘LLANILAYOTGAN EKSKAVATORLARNING CHO ‘MICH TISHLARINI QAYTA TIKLASH USULLARINI TAKOMILLASHTIRISHNING TAHLILI //INTERNATIONAL CONFERENCES. – 2023. – Т. 1. – №. 2. – С.
18. Беккулов Б. Р., Ибрагимжанов Б. С., Рахмонкулов Т. Б. ПЕРЕДВИЖНОЕ СУЩИЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЗЕРНИСТЫХ

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ //Современные тенденции развития аграрного комплекса. – 2016. – С. 1282-1284.
19. Rahmonkulovich B. B., Abdulhaevich R. A., Sadikovna H. S. The energy-efficient mobile device for grain drying //European science review. – 2017. – №. 11-12. – С. 128-132.
20. Bekkulov B. R. ABOUT VALUE DRYING OF THE DEVICE IN PROCESSING OF GRAINS //Irrigation and Melioration. – 2018. – Т. 2018. – №. 1. – С. 60-63.
21. Bekkulov, B. R. "ABOUT VALUE DRYING OF THE DEVICE IN PROCESSING OF GRAINS." Irrigation and Melioration 2018.1 (2018): 60-63.
22. Мамажонов З. А., ўғли Зулфикоров Д. Р. САБЗИНИНГ КЕСКИЧ ТИҒИГА ТАЪСИР КУЧИНИ АНИҚЛАШ //INTERNATIONAL CONFERENCES. – 2023. – Т. 1. – №. 2. – С. 476-481.
23. Mamajonov Z. A. et al. RESPUBLIKAMIZDA QO ‘LLANILAYOTGAN EKSKAVATORLARNING CHO ‘MICH TISHLARINI QAYTA TIKLASH USULLARINI TAKOMILLASHTIRISHNING TAHLILI //INTERNATIONAL CONFERENCES. – 2023. – Т. 1. – №. 2. – С. 482-487.
24. Xojimatov A. A., Mamajonov Z. A. MAVSUMIY QISHLOQ XO ‘JALIK TEXNIKALARINI ISHLATISH VA SAQLASH SHARTLARINING TEXNIKA SIFATIGA TA’SIRI //Educational Research in Universal Sciences. – 2023. – Т. 2. – №. 1. – С. 40-45.
25. Рахмонкулов, Т. Б. у., & Бобоев , Н. Қ. (2023). ШОЛИ ҚУРИТИШ ҚУРИЛМАСИНИНГ ИШЛАШ ПРИНЦИПИ ВА КИНЕМАТИКАСИ. INTERNATIONAL CONFERENCES, 1(2), 488–495. Retrieved from http://erus.uz/index.php/cf/article/view/1577
26. Ибрагимжонов Б. Х., Иминов Б. И., ўғли Зулфикоров Д. Р. УЗУМБОҒЛАР УЧУН КЎЧМА МЕХАНИК НАРВОНИГА ТАЪСИР ЭТУВЧИ КУЧЛАР ТАХЛИЛИ //Educational Research in Universal Sciences. – 2023. – Т. 2. – №. 2. – С. 473-480.
27. Хожиматов А. А., Иминов Б. И. ИЗНАШИВАНИЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН В КОРРОЗИОННО-АКТИВНЫХ СРЕД //Научный Фокус. – 2023. – Т. 1. – №. 1. – С. 1558-1564.