

- sampling of regolith // In: “Mare Crisium: The view from Luna 24”. Pergamon Press. New York. 1978. P. 245–264.
36. *Ryder G., Marvin U.B.* On the origin of Luna 24 basalts and soils // In: “Mare Crisium: The view from Luna 24” (R.B. Merrill and J.J. Papike, eds). 1978. P. 339–355.
 37. *Blanchard D.P., Brannon J.C., Aaboe E., Budahn J.R.* Major and trace element chemistry of Luna 24 samples from Mare Crisium // In: “Mare Crisium: The view from Luna 24”. Pergamon Press. New York. 1978. P. 613–630.
 38. *Фугзан М.М., Данг Ву Минь, Тарасов Л.С., Колесов Г.М., Шуколюков Ю.А.* Датирование ^{40}Ar – ^{39}Ar методом лунных пород из Моря Кризисов // Геохимия. 1986. № 4. С. 469–479.
 39. *Steiger R.H., Jaeger E.* Subcommittee on geochronology: Convention on the use of decay constants in geo- and cosmochronology // Earth Planet. Sci. Lett. 1977. V. 36. P. 359–362.
 40. *Birck J.L., Manhes G., Richard P., Joron J.L., Treuil M., Allegre C.J.* $^{87}\text{Rb}/^{87}\text{Sr}$ age of Luna 24 microgabbros, and isotopic and trace element study of soil 24096 // In: Papers submitted to the Conference on Luna 24. 1977. P. 34–36.
 41. *Wasserburg G.J., Radicati di Brozolo F., Papanastassiou D.A., McCulloch M.T., Huneke J.C., Dymek R.F., DePaolo D.J., Chodos A.A., Albee A.L.* Petrology, chemistry, age and irradiation history of Luna 24 samples // In: “Mare Crisium: The view from Luna 24”. Pergamon Press. New York. 1978. P. 657–678.
 42. *Stettler A., Albarede F.* ^{39}Ar – ^{40}Ar systematics of two millimeter-size rock fragments from Mare Crisium // Earth Planet. Sci. Lett. 1978. V. 78. P. 401–406.
 43. *Schaeffer O.A., Bence A.E., Eichhorn G., Papike J.J., Vaniman D.T.* ^{39}Ar – ^{40}Ar and petrologic study of Luna 24 samples 24077,13 and 24077,63 // Proc. Lunar Planet. Sci. Conf. 9th. 1978. P. 2363–2373.
 44. *Hennessy J., Turner G.* ^{40}Ar – ^{39}Ar ages and irradiation history of Luna 24 basalts // Phil. Trans. Royal Soc. London. Series A. 1980. V. 297. № 1428. P. 27–39.
 45. *Burgess R., Turner G.* Laser argon-40-argon-39 age determinations of Luna 24 mare basalts // Meteorit. Planet. Sci. 1998. V. 33. P. 921–935.
 46. *Cohen B.A., Snyder G.A., Hall C. M., Taylor L.A., Nazarov M.A.* Argon-40-argon-39 chronology and petrogenesis along the eastern limb of the Moon from Luna 16, 20 and 24 samples // Meteorit. Planet. Sci. 2001. V. 36. P. 1345–1366.
 47. *Stöffler D., Ryder G., Ivanov B.A., Artemieva N.A., Cintala M.J., Grieve R.A.F.* Cratering history and lunar chronology // Reviews in Mineralogy and Geochemistry. 2006. V. 60. P. 519–596. Mineralogical Society of America.
 48. *Morota T., Haruyama J., Miyamoto H., Honda C., Ohtake M., Yokota Y., Matsunaga T., Hirata N., Demura H., Takeda H., Ogawa Y., Kimura Y.* Formation age of the lunar crater Giordano Bruno // Meteorit. Planet. Sci. 2009. 44. № 8. P. 1115–1120.
 49. *Gault D.E.* Saturation and equilibrium conditions for impact cratering on the lunar surface: Criteria and implications // Radio Science. 1970. V. 5. № 2. P. 273–291.
 50. *Fritz J.* Impact ejection of lunar meteorites and the age of Giordano Bruno // Icarus. 2012. V. 221. P. 1183–1186.
 51. *Базилевский А.Т., Иванов Б.А., Флоренский К.П., Яковлев О.И., Фельдман В.И., Грановский Л.Б.* // Ударные кратеры на Луне и планетах. М.: Наука, 1983. 200 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ. СОПУТСТВУЮЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О СТРОЕНИИ ВАЛА КРАТЕРА

Формирование вала ударного кратера является сложным процессом. Основные структурные компоненты вала включают структурный подъем исходной поверхности мишени и отложение стратиграфически перевернутых выбросов из кратера поверх структурного подъема. На расстояниях от гребня вала более примерно одного радиуса кратера стратиграфически перевернутые отложения выбросов плавно переходят в сплошной покров выбросов. И амплитуда структурного подъема и толщина выбросов плавно убывают с удалением от центра кратера. Амплитуда подъема и толщина выбросов зависят от объема материала, перемещенного на данное расстояние вне кратера и от изменения его плотности. Рыхлый материал мишени может уплотняться, в то время как сплошные породы (например, скальные породы или глина) и плотно упакованный гранулированный материал (например – плотно утрамбованный песок) могут разуплотняться при образовании кратера. Поэтому еще не созданы простые модели, предсказывающие структуру вала кратера для любой мишени из произвольного материала. Более предпочтительным является использование аналогии с маленькими по размерам кратерам в лабораторных экспериментах и несколько больших по размерам взрывных кратеров, созданных в контролируемых полигонных условиях.

Ниже мы приводим обзор (а) простейших оценок на базе лабораторных экспериментальных ударных и взрывных кратеров в гранулированных мишенях, (б) данных о взрывных кратерах размером в десятки метров и (в) существующих представлений о роли слоистости мишени (в основном – о наличии менее прочного материала поверх более прочного основания).

Обобщенные оценки для кратеров в однородном гранулированном материале наиболее полезны как начальная точка зрения для последующих рассуждений, так как кратеры (воронки) в несвязной среде с сухим трением (сухой песок и подобные среды) образуются в так называемом “гравитационном режиме” [A1]. В этом режиме профили валов кратеров подобны друг другу по форме. Рисунки в работе [A1] содержат данные