

The full version of the article is available on the website of the journal "Astrophysics":
<https://link.springer.com/journal/10511>

ARE SOME CHEMICALLY PECULIAR STARS THAT SHOW STRONG OVERABUNDANCES OF VERY HEAVY ELEMENTS RELATED TO SUPERNOVAE?

S.GHAZARYAN¹, G.ALECIAN²

Received 6 November 2025

Accepted 17 December 2025

For many years, detailed observational and statistical study of the chemically peculiar stars showed that the presence of heavy radioactive chemical elements overabundances in their atmospheres are not well understood. We try to explain the overabundance of a few of them by the explosion of the possible supernovae in binary or multiple stellar system, i.e. to search for a chemically peculiar star and pulsar pair by traceback motion study in the Galaxy. We analyzed trajectories of 529 chemically peculiar stars of our sample and 28 pulsars from ATNF catalogue, which ages do not exceed 100 Myr, and obtained several possible candidate pairs (CP star plus pulsar), which may have been at the same place at the same time. Moreover, our traceback study of them with the young stellar clusters (Hunt and Reffert, 2023) led to the identification of several, possibly, parental stellar groups. Furthermore, more detailed studies are needed to estimate the ages of chemically peculiar stars and detect their locations of formation, as well as use statistical methods to assess whether the possible supernova ejection is the result of coincidence or not. Obviously, modeling of the best chemically peculiar star-pulsar pairs will also allow us to explain the processes occurring in these stars.

Keywords: *chemically peculiar stars: pulsars: supernovae: traceback analysis*

¹ Byurakan Astrophysical Observatory, Aragatsotn Province,
Byurakan, 0213, Armenia, e-mail: satenikghazarjan@yahoo.de

² LUX, Observatoire de Paris, CNRS, Sorbonne Université, PSL
Université, 5 place Jules Janssen, F-92190, Meudon, France

СВЯЗАНЫ ЛИ НЕКОТОРЫЕ ХИМИЧЕСКИ ПЕКУЛЯРНЫЕ ЗВЕЗДЫ, ПОКАЗЫВАЮЩИЕ ЗНАЧИТЕЛЬНЫЙ ИЗБЫТОК ОЧЕНЬ ТЯЖЕЛЫХ ЭЛЕМЕНТОВ, СО СВЕРХНОВЫМИ?

С.КАЗАРЯН¹, Ж.АЛЕСЯН²

На протяжении многих лет детальные наблюдательные и статистические исследования химически пекулярных звезд показали, что наличие избытка тяжелых радиоактивных химических элементов в их атмосферах недостаточно изучено. В данной работе, с целью объяснения избытка тяжелых радиоактивных химических элементов, наблюдаемого в некоторых звездах в результате взрыва возможных сверхновых в двойных или многократных звездных системах, был проведен поиск пар химически пекулярных звезд и пульсаров с изучением их движения по траектории в Галактике. Проанализированы траектории 529 химически пекулярных звезд из нашей выборки и 28 пульсаров из каталога ATNF, возраст которых не превышает 100 млн лет, и выделено несколько возможных пар кандидатов (СР-звезда плюс пульсар), которые могли находиться в одном и том же месте в одно и то же время. Более того, прослеживание траекторий, обращенных назад во времени, выявило несколько возможных родительских групп звезд в молодых звездных скоплениях. Однако, для статистической оценки достоверности выявленных совпадений, а также для оценки возраста химически пекулярных звезд и определения мест их формирования, необходимы более детальные исследования. Возможно, что моделирование описанного процесса для наиболее химически пекулярных пар звезда-пульсар позволит существенно прояснить наблюдаемую картину происходящего в этих звездах.

Ключевые слова: *химически пекулярные звезды; пульсары; сверхновые; анализ траекторий*

REFERENCES

1. *G.W.Preston*, Ann. Rev. Astron. Astrophys., **12**, 257-277, 1974, <https://doi.org/10.1146/annurev.aa.12.090174.001353>.
2. *R.Cayrel, C.Burkhardt, C. van't Veer*, The Fm-Am Stars: Observed Anomalies. In: Michaud, G., Tutukov, A.V. (eds.) Evolution of Stars: the Photospheric Abundance Connection. IAU Symposium, **145**, 99, 1991.
3. *H.A.Abt*, Astrophys. J., **544**(2), 933, 2000, <https://doi.org/10.1086/317257>.
4. *K.C.Smith*, Astrophys. Space Sci., **237**(1-2), 77, 1996, <https://doi.org/10.1007/BF02424427>.
5. *J.D.Landstreet*, Astron. Astrophys., **528**, 132, 2011, <https://doi.org/10.1051/0004-6361/201016259>.
6. *D.W.Kurtz*, Mon. Not. Roy. Astron Soc., **200**, 807, 1982, <https://doi.org/10.1093/mnras/200.3.807>.
7. *F.LeBlanc*, An Introduction to Stellar Astrophysics, 2010.
8. *D.L.Holdsworth et al.*, Mon. Not. Roy. Astron Soc., **527**(4), 9548, 2024, <https://doi.org/10.1093/mnras/stad3800> arXiv:2312.04199 [astro-ph.SR].
9. *T.Ryabchikova, N.Nesvacil, W.W.Weiss et al.*, Astron. Astrophys., **423**, 705, 2004, <https://doi.org/10.1051/0004-6361:20041012>.
10. *D.W.Kurtz, V.G.Elkin, M.S.Cunha et al.*, Mon. Not. Roy. Astron Soc., **372**(1), 286, 2006, <https://doi.org/10.1111/j.1365-2966.2006.10857.x>.
11. *D.Shulyak, O.Kochukhov, S.Khan*, Astron. Astrophys., **487**, 689, 2008. doi:10.1051/0004-6361:20079134.
12. *S.C.Wolff, G.W.Preston*, Astrophys. J. Suppl. Ser., **37**, 371, 1978, <https://doi.org/10.1086/190533>.
13. *M.Gerbaldi, M.Floquet, B.Hauck*, Astron. Astrophys., **146**, 341, 1985.
14. *A.J.Deutsch*, Astrophys. J., **105**, 283, 1947, <https://doi.org/10.1086/144904>.
15. *W.L.W.Sargent*, Ann. Rev. Astron. Astrophys., **2**, 297, 1964, <https://doi.org/10.1146/annurev.aa.02.090164.001501>.
16. *P.S.Osmer, D.M.Peterson*, Astrophys. J., **187**, 117, 1974, <https://doi.org/10.1086/152597>.
17. *R.O.Gray*, THE λ BOOTIS STARS: A REVIEW. In: A.G.D.Philip, J.Liebert, R.Saffer, D.S.Hayes, (eds.) The Third Conference on Faint Blue Stars, p.237, 1997.
18. *J.Berger*, Contribution de l'institute d'astrophysique de Paris, Series A Report 217, Institut d'Astrophysique de Paris, Paris, France, 1956.
19. *J.L.Greenstein, G.Wallerstein*, Astrophys. J., **127**, 237, 1958, <https://doi.org/10.1086/146456>.
20. *E.F.Borra, J.D.Landstreet*, Astrophys. J., **228**, 809, 1979, <https://doi.org/10.1086/156907>.
21. *G.Michaud, G.Alecian, J.Richer*, Atomic Diffusion in Stars, Astronomy and Astrophysics Library, Springer International Publishing, Switzerland., 2015, <https://doi.org/10.1007/978-3-319-19854-5>.

22. *D.A. Bohlender, J.D. Landstreet*, Mon. Not. Roy. Astron. Soc., **247**, 606, 1990.
23. *J.-F. Donati, J.D. Landstreet*, Ann. Rev. Astron. Astrophys., **47**, 333, 2009, <https://doi.org/10.1146/annurev-astro-082708-101833>, arXiv:0904.1938 [astro-ph.SR].
24. *G. Michaud, Y. Charland*, Astrophys. J., **311**, 326, 1986, <https://doi.org/10.1086/164774>.
25. *E.L. Hunt, S. Reffert*, Astron. Astrophys., **673**, A114, 2023, <https://doi.org/10.1051/0004-6361/202346285> arXiv:2303.13424 [astro-ph.GA].
26. *S. Ghazaryan, G. Alecian*, Mon. Not. Roy. Astron. Soc., **460**(2), 1912, 2016, <https://doi.org/10.1093/mnras/stw911>.
27. *S. Ghazaryan, G. Alecian, A.A. Hakobyan*, Mon. Not. Roy. Astron. Soc., **480**(3), 2953, 2018, <https://doi.org/10.1093/mnras/sty1912> arXiv:1807.06902 [astro-ph.SR].
28. *S. Ghazaryan, G. Alecian, A.A. Hakobyan*, Mon. Not. Roy. Astron. Soc., **487**(4), 5922, 2019, <https://doi.org/10.1093/mnras/stz1678> arXiv:1906.06984 [astro-ph.SR].
29. *S. Ghazaryan, G. Alecian, E. Paunzen et al.*, Communications of the Byurakan Astrophysical Observatory, **68**(2), 517, 2021, <https://doi.org/10.52526/25792776-2021.68.2-517>.
30. Gaia Collaboration: The Gaia mission, **595**, A1, 2016 <https://doi.org/10.1051/0004-6361/201629272> arXiv:1609.04153 [astro-ph.IM].
31. Gaia Collaboration: Gaia Data Release 3. Summary of the content and survey properties, **674**, A1, 2023, <https://doi.org/10.1051/0004-6361/202243940> arXiv:2208.00211 [astro-ph.GA].
32. *M. Wenger, F. Ochsenbein, D. Egret et al.*, Astron. Astrophys. Suppl. Ser., **143**(1), 9, 2000 <https://doi.org/10.1051/aas:2000332> arXiv:astro-ph/0002110 [astro-ph].
33. *R.N. Manchester, G.B. Hobbs, A. Teoh et al.*, Astron. J., **129**(4), 1993, 2005, <https://doi.org/10.1086/428488> arXiv:astro-ph/0412641 [astro-ph].
34. *R. Neuhauser, F. Gießler, V.V. Hambaryan*, Mon. Not. Roy. Astron. Soc., **498**(1), 899, 2020, <https://doi.org/10.1093/mnras/stz2629> arXiv:1909.06850 [astro-ph.HE].
35. *V. Hambaryan, K.A. Stoyanov, M. Mugrauer et al.*, Mon. Not. Roy. Astron. Soc., **511**(3), 4123, 2022, <https://doi.org/10.1093/mnras/stac184> arXiv:2201.07770 [astro-ph.SR].
36. *Z. Arzumanyan, D.F. Chernoff, J.M. Cordes*, Astrophys. J., **568**(1), 289, 2002, <https://doi.org/10.1086/338805>, arXiv:astro-ph/0106159 [astro-ph].
37. *G. Hobbs, D.R. Lorimer, A.G. Lyne et al.*, Mon. Not. Roy. Astron. Soc., **360**(3), 974, 2005, <https://doi.org/10.1111/j.1365-2966.2005.09087.x> arXiv:astro-ph/0504584 [astro-ph].
38. *F. Verbunt, A. Igoshev, E. Cator*, Astron. Astrophys., **608**, A57, 2017, <https://doi.org/10.1051/0004-6361/201731518> arXiv:1708.08281 [astro-ph.HE].
39. *A.P. Igoshev*, Mon. Not. Roy. Astron. Soc., **494**(3), 3663, 2020, <https://doi.org/10.1093/mnras/staa958> arXiv:2002.01367 [astro-ph.HE].