ОЛЕКСАНДР ШЕВЧУК

Олівець, Жуйка, Спагеті та інші залишки наднових

Мал. 1. Галактика Кашлата Брова, в якій відбувся спалах Наднової

Усе в природі рано чи пізно відмирає, щоб дати нове життя. Не є виключенням і зорі. Щоправда, живуть вони за нашими мірками дуже довго – мільйони та мільярди років. Деякі з них (червоні карлики[1]) помирають тихо, залишаючи по собі білих карликів[2], ядра яких складаються з гелію. Інші роздуваються до червоних гігантів, а потім, скинувши оболонку (планетарну туманність[3]), перетворюються на білих карликів з вуглецево-кисневим ядром. Є й такі, життя яких завершується грандіозним вибухом – спалахом наднової. Про них і йтиметься далі.

Отже, наднові зорі завершують свою еволюцію в катастрофічному вибуховому процесі. Надновими їх назвали тому, що потужність їхніх спалахів у десятки тисяч разів більша, ніж потужність спалахів так званих нових зір, і не поступається потужності випромінювання цілої галактики (мал. 1)! Насправді ані наднові, ані нові зорі не є новоутвореними зорями. Спалахують уже існуючі зорі. Зазвичай наднові та нові знаходяться на великих відстанях від Землі, тому до спалаху випромінювання таких зір є недостатнім, щоб його помітити навіть у потужний телескоп. А під час спалаху зорю можна побачити навіть неозброєним оком, що і створює ефект появи нової зорі.

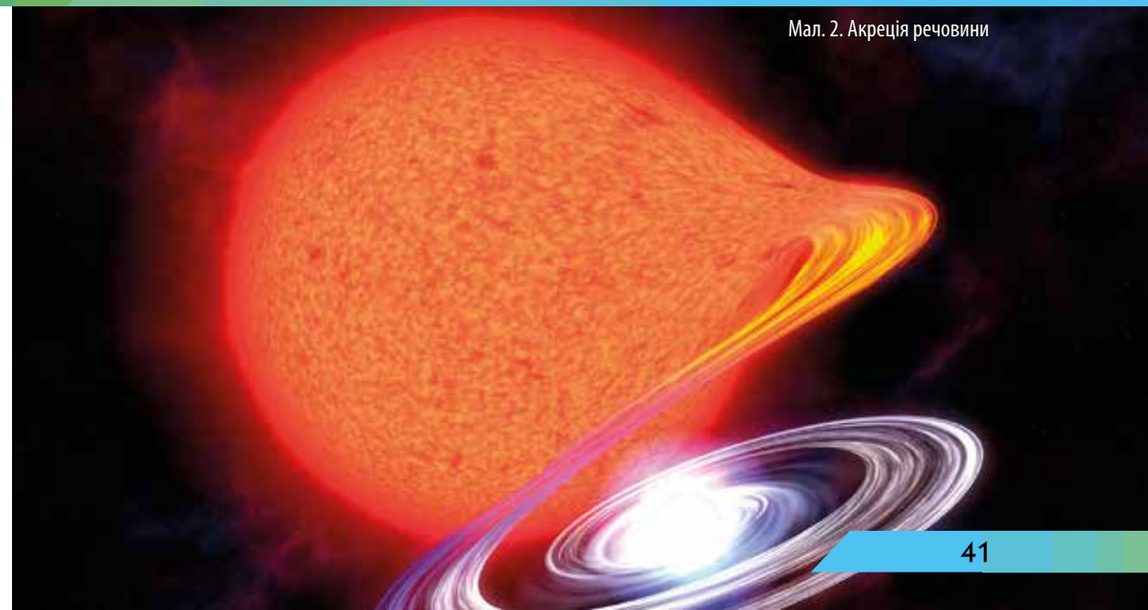
[1]Докладніше читай у статті Олександра Шевчука „Веселкові барви зоряних карликів" у журналі „КОЛОСОК" № 4/2012.
[2]Докладніше читай у статті Олександра Шевчука „Планетарні туманності: майбутнє нашого Сонця" у журналі „КОЛОСОК"№ 2/2015.
[3]Докладніше читай у статті Олександра Шевчука „З історії життя білих карликів" у журналі „КОЛОСОК"№ 5, 6/2012.

Наднові типу Ia

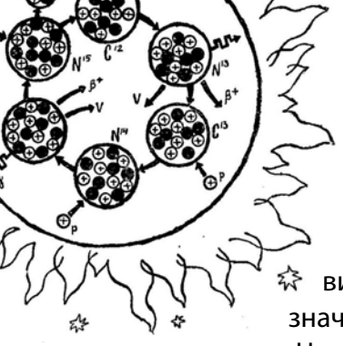
„Винуватцями" наднових першого типу (астрономи позначають їх SN Ia) є білі карлики, маса яких близька до межі стійкості (межі Чандрасекара[4]). Ця межа приблизно дорівнює 1,5 маси Сонця (три нонільйони тон, тобто, 3×10^{27} тонн!). Якщо білий карлик входить до складу подвійної зоряної системи, а його компаньйон – потужна зоря, то можлива ситуація, коли речовина від компаньйона перетікає до білого карлика. Таке явище називають акрецією речовини (мал. 2). Найчастіше це відбувається тоді, коли компаньйон білого карлика створює своїм потужним випромінюванням надінтенсивний зоряний вітер – потоки розпеченого газу, який, здолавши притягання зорі, вирвався у космічний простір.

Що більша маса білого карлика, то більша його густина і температура. За температури приблизно три мільйони градусів виникають умови для термоядерного підпалювання вуглецево-кисневої суміші, яка падає на поверхню білого карлика. Рівновага порушується, від центру до зовнішніх шарів поширюється фронт горіння, залишаючи за собою продукти згорання – ядра групи заліза. Починаються інтенсивні великомасштабні процеси, що призводять до ще більшого посилення термоядерних реакцій і виділення необхідної для скидання оболонки енергії. Білий карлик спалахує як наднова типу Ia.

[4]Чандрасекар Субраманьян (1910–1995) – американський астрофізик, лауреат Нобелівської премії з фізики (1983).



Мал. 2. Акреція речовини



Енергія, яка виділяється під час вибуху білого карлика за декілька діб, дорівнює енергії, яку Сонце випроменить за весь час свого існування – 10 мільярдів років! Дуже важливо, що енергія, яку виділяє наднова типу Ia, є майже сталою величиною, значення якої можна знайти з теорії вибуху білого карлика. Це дозволяє знаходити відстані до дуже віддалених галактик, в яких спалахують такі наднові.

Наднові типу Ia спалахують і в спіральних, і в еліптичних галактиках, де, як вважають, інтенсивне утворення зір не відбувається вже мільярди років.

Наднові II типу

У процесі термоядерного синтезу в надрах зір ядерне паливо згоряє, ядро зорі стискається, а його температура зростає. Коли процеси термоядерного синтезу внаслідок браку палива добігають кінця, а маса зорі достатньо велика, стискання катастрофічно наростає, і ніякі сили вже не можуть протидіяти гравітації. Цей процес такий швидкий, що навколо ядра зорі утворюється зона розрідження. У цю зону з великою швидкістю починає рухатись оболонка зорі. Врешті оболонка вдаряється об ядро, речовина пружно відскакує від ядра з утворенням ударної хвилі, яка розповсюджується назовні та ініціює термоядерні реакції у верхніх шарах зорі. Енергії, яка при цьому виділяється, достатньо для скидання оболонки з великою швидкістю в космічний простір. Ядро зорі, що має температуру приблизно 10 мільярдів градусів і надпотужно випромінює, практично оголюється. Це явище ми і бачимо як наднову типу II. Утворенням наднової II типу завершується еволюція всіх зір, початкова маса яких перевищує 8–10 мас Сонця. Після вибуху на місці зорі залишається нейтронна зоря[5] або чорна діра.

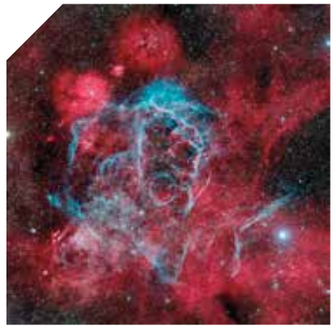
Оглядаючи небо за допомогою автоматичних камер, з'єднаних з телескопами, астрономи відкривають понад 300 спалахів наднових обох типів щороку. Наднові типу II виявлені лише в спіральних галактиках, де надалі утворюються зорі.

[5]Докладніше про нейтронні зорі читай у статті Олександра Шевчука „Маленьке чудо – нейтронна зоря" у журналі „КОЛОСОК" № 9, 10/2012.
[6]Колін Стенлі Гам (1924–1960) – австралійський астроном, дослідник туманностей. Склав каталог туманностей Південної півкулі неба, до якого вніс і залишок наднової Жуйка, яку ще називають на честь вченого туманністю Гама.

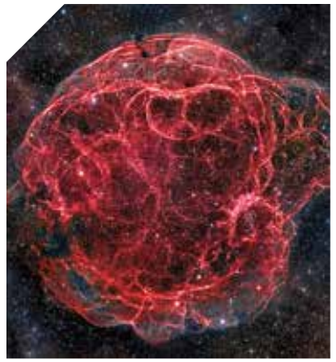
Еволюція залишків наднових

Молоді залишки наднових зберігають такі особливості наднової, як хімічний склад та геометрія оболонки. Параметри старих залишків здебільшого залежать від міжзоряного газу, який „нагребла" оболонка під час розширення. Молоді залишки наднових поділяють на два типи: оболонкові та плеріони. В оболонкових залишках яскравість зображення в радіодіапазоні зростає від центру до периферії. У плеріонах яскравість зображення зростає до центру і оболонкової структури немає. Фізичною основою відмінностей між двома типами є наявність чи відсутність пульсара. За наявності пульсара, який є потужним джерелом елементарних частинок, залишок наднової стає плеріоном. У процесі старіння пульсара залишок наднової перетворюється на оболонковий тип.

Залишки наднових із власними іменами

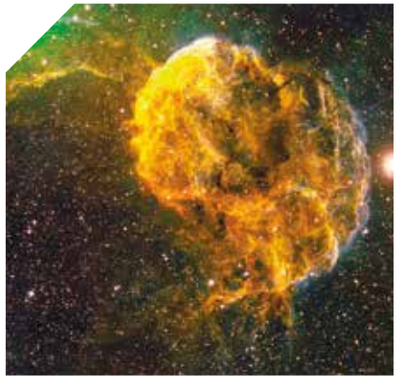


Туманність „Жуйка" (Гама[6]) – залишок наднової, основна частина якої розташована в сузір'ях Корма і Вітрила. Відстань до туманності оцінюється в 1500 світлових років. Туманність Гама є однією з найбільших туманностей зоряного неба: зовнішні її частини захоплюють також сузір'я Кіль, Компас, Насос, Великий Пес, Голуб. Розрахунки показують, що наднова, яка породила туманність, вибухнула 2,6 млн років тому.



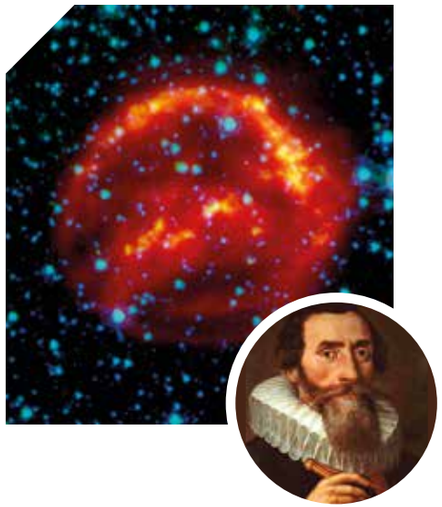
Туманність „Спагеті". На чіткому зображенні залишку наднової можна легко заплутатися, намагаючись простежити складний візерунок із волокон, які нагадують відомий італійський макаронний виріб у відвареному стані. Залишок можна побачити в сузір'ї Телець. На небі він займає область розміром майже три градуси, що становить шість діаметрів повного Місяця. Це відповідає розміру залишку в 150 світлових років. Відстань до туманності становить три тисячі світлових років. Вік цього залишку оцінюють у 40 тисяч років.

Туманність „Медуза”. Таку назву цей залишок наднової отримав через схожість із відомим мешканцем моря. Туманність розташована в сузір’ї Близнюки на відстані 5 000 світлових років від Землі. Зараз у центрі залишку наднової знаходиться нейтронна зоря. Спалах наднової II типу, який спричинив утворення цієї туманності, стався 30 000 років тому.



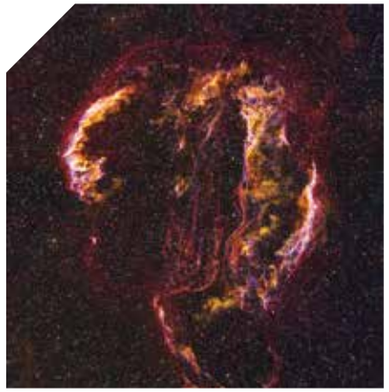
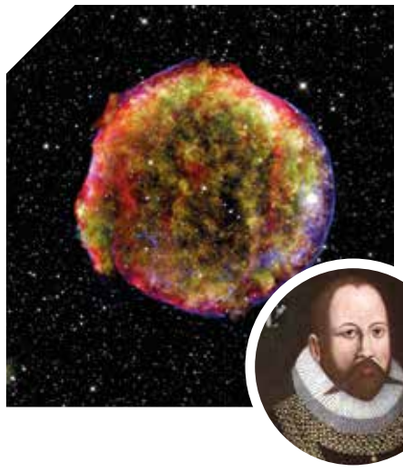
Туманність „Олівець” є невеликим шматочком залишку наднової у сузір’ї Вітрила. Таку назву ця туманність отримала через свою схожість із олівцем. Туманність „Олівець” має довжину приблизно 5 світлових років, діаметр залишка наднової 100 світлових років і знаходиться від нас на відстані 800 світлових років. Вибух наднової, який породив туманність, стався 11 тисяч років тому.

Наднова Кеплера. Залишок наднової, що спалахнула восени 1604 року в сузір’ї Змієносець, приблизно у 20 000 світлових років від Землі. Вперше цю наднову помітили 9 жовтня 1604 року європейські спостерігачі. Вона була видима на небі впродовж року. Великий внесок у її спостереження вніс видатний німецький астроном Йоганн Кеплер (1571–1630), тому її часто називають надновою Кеплера. Залишок наднової був виявлений в оптичному діапазоні в 1930-х роках німецьким астрономом Вальтером Бааде (1893–1960) за допомогою 2,5-метрового телескопа обсерваторії Маунт-Вільсон.



Крабовидна туманність – туманність в сузір’ї Телець, що є залишком наднової SN 1054 (і плеріоном), вибух якої спостерігався, згідно із записами арабських і китайських астрономів, 4 липня 1054 року. Спалах було видно протягом 23 днів неозброєним оком навіть у денний час! Розташована туманність на відстані приблизно 6 500 світлових років від Землі і має діаметр в 11 світлових років. Розширюється зі швидкістю приблизно 1500 кілометрів на секунду.

Туманність „Вуаль” (Сітка Рибака) – хмара нагрітого газу і пилу в сузір’ї Лебідь. Десять тисяч років тому відбувся вибух наднової зорі, який породив цю красу. Залишок наднової знаходиться на відстані 1400 світлових років від нас. Туманність Мітла Відьми є частиною туманності Вуаль (із заходу). Майже у центрі цієї туманності видно зорю 52 Лебедя, проте вона ніяк не пов’язана з туманністю Вуаль, а лише проектується на неї.



Наднова Тихо Браге – залишок наднової типу Ia, що спалахнула восени 1572 року в сузір’ї Кассіопеї на відстані приблизно 7 500 світлових років від Землі. Спочатку появу наднової помітили в Кореї, а два дні потому – в Китаї. У Європі першим вибух зорі виявив абат з Мессіни Мавролік (1494–1575). Значний внесок у вивчення наднової зробив видатний датський астроном Тихо Браге (1546–1601), тому наднову називають його ім’ям. У 1960 році залишок наднової зафіксували в оптичному діапазоні