



Simbiotske zvijezde

Tomislav Jurkić¹

U davna vremena, veliki su istraživači poput Kolumba, Magellana ili Cooka otkrivali nove, egzotične svjetove, nadahnuti ljudskom radoznalošću i žudnjom za spoznajom. Nakon što su zavirili u gotovo sve kutke našeg planeta, astronauti su postali istinski istraživači nepoznatih svjetova 20. stoljeća. Njima su se pridružili astronomi koji su, oboružani divovskim teleskopima, uspjeli zaviriti u duboki svemir. U tom su svijetu egzotične, neobične pojave uvijek privlačile veliku pozornost. Za simbiotske zvijezde, o kojima je riječ u ovom tekstu, uistinu se može reći da predstavljaju rijetku, egzotičnu pojavu među zvijezdama, a njihovo istraživanje uvelike nalikuje na prva otkrića pigmejskih plemena ili neobičnih morskih nemani.

Simbiotska zvijezda je zvjezdani sustav sastavljen od dviju zvijezda za koje možemo reći da žive u 'simbiozi', međusobno vrlo različite, no ovisne jedna o drugoj. U takvom se sustavu dvije zvijezde okreću oko zajedničkog središta, jedna oko druge. Prva otkrića simbiotskih zvijezda 30-ih godina prošlog stoljeća otkrila su njihovu neobičnu i egzotičnu prirodu, u to vrijeme u potpunosti nerazumljivu astronomima. Astronomi mogu odrediti svojstva zvijezde poput površinske temperature analizom njezinog spektra koji opisuje kako intenzitet opaženog zračenja (svjetlosti) ovisi o njegovoj valnoj duljini. Ukoliko zvijezdin spektar pokazuje da se većina njezinog zračenja nalazi u ultraljubičastom području, na kratkim valnim duljinama, tada je zvijezda vruća. S druge strane, ukoliko u spektru dominira zračenje dužih valnih duljina, u infracrvenom području, zvijezda mora biti hladna. Simbiotske zvijezde intenzivno zrače i u ultraljubičastom i u infracrvenom dijelu spektra, što je za astronome bio pravi šok i nevjerica. Kako je moguće da je jedna zvijezda istovremeno i hladna i vruća, da ima i visoku i nisku temperaturu? Otuda uostalom potječe i njihov naziv 'simbiotske' – simbioza između visokih i niskih temperatura.

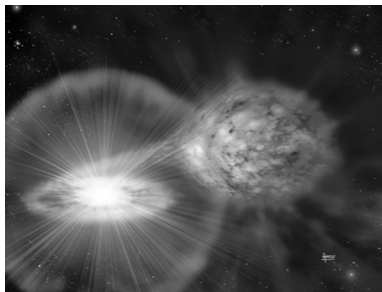
Rješenje ove egzotične i neobične enigme astronomi su dali tek u 80-im godinama. Osim toga, ove zvijezde s vremena na vrijeme pokazuju nagle promjene sjaja, reda veličine 6–7 magnituda, što odgovara povećanju sjaja i do 500 puta! Da stvar bude još kompliciranija, kod nekih simbiota ovo povećanje sjaja traje kratko, nekoliko tjedana, no kod drugih može trajati godinama, pa i desetljećima. U astronomiji se pojava ovakvog naglog povećanja sjaja zvijezde naziva nova, a kada se dogodi među simbiotskim zvijezdama naziva se simbiotska nova.

Simbiotski fenomen i komponente sustava

Danas znamo da individualna zvijezda ne može objasniti simbiotski fenomen. Ukoliko individualnu zvijezdu zamijenimo s dvije zvijezde u dvojnog zvjezdanom sustavu, tada jedna komponenta može biti hladan div odgovoran za zračenje u infracrvenom području,

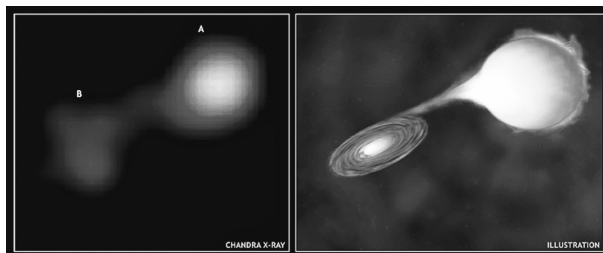
¹ Autor je znanstveni novak (s doktoratom) na Odjelu za fiziku Sveučilišta u Rijeci

a druga vruća, kompaktna zvijezda sa zračenjem u ultraljubičastom dijelu spektra (slika 1).



Slika 1. Umjetnički prikaz simbiotskog dvojnog sustava S tipa RS Ophiuchi (autor David A. Hardy & PPARC) u trenutku erupcije nove. Vidljiv je crveni div s kojeg postoji prijenos mase u akrecijski disk oko bijelog patuljka. Materija se putem diska gomila na bijelom patuljku, a kada se postigne kritična masa, dolazi do termonuklearne fuzije vodika na površini i naglog oslobađanja energije u erupciji nove. Ovakve erupcije u ovom se sustavu događaju svakih 20 godina.

Hladni div je najčešće, u 80% slučajeva, crveni div temperature oko 3500 do 4000 K. U preostalih 20% slučajeva, hladna komponenta je pulsirajući asimptotski div koji periodički mijenja sjaj s periodom od oko godinu dana (300–600 dana). Ova se skupina pulsirajućih divova naziva po prvoj takvoj uočenoj dugoperiodičkoj zvijezdi, Miri (*o Cet*), vidljivoj golim okom u zvijezdu Kita (slika 2).



Slika 2. Simbiotski sustav o Cet (Mira) kojeg tvore hladni pulsirajući div (A) i vrući kompaktni bijeli patuljak (B) oko kojeg se nalazi akrecijski disk. Između dviju komponenti vidljiv je svijetli luk kojim zvjezdana tvar prelazi s hladnog diva u vrući akrecijski disk te se nagomilava na površini bijelog patuljka. Simbiotski sustav (lijevo) snimljen je u rendgenskom području sa Chandrine opservatorije (autor M. Karovska (Harvard-Smithsonian CfA) i dr., CXC/NASA) i uspoređen s umjetničkim prikazom (desno) (autor M. Weiss (CXC)).

Mirin promjenjiv sjaj zabilježen je još u 16. stoljeću zbog kojeg je dobila ime koje na latinskom jeziku znači 'predivna, čudnovata'. Ukoliko je hladna komponenta simbiotskog sustava promjenjiva Mira, tada govorimo o simbiotskoj Miri. Površina simbiotske Mire nalazi se na 2500–3500 K, na nešto nižoj temperaturi u odnosu na crvene divove u preostalim simbiotskim sustavima. Obje vrste hladnih komponenata, i crveni div i pulsirajuća Mira, vrlo su velikih luminoziteta u usporedbi sa Sunčevim luminozitetom, pa tako crveni divovi zrače luminozitetom od 100 do 1000 Sunčevih luminoziteta. Simbiotske Mire još su sjajnije, od nekoliko tisuća do 15 000 Sunčevih luminoziteta, što ih svrstava među sjajnije zvijezde u našoj Galaksiji. Luminozitet predstavlja ukupnu snagu zračenja zvijezde, energiju koju zvijezda svake sekunde

oslobodi u okolni svemirski prostor. Luminozitet Sunca iznosi $4 \cdot 10^{26}$ W, što je ekvivalentno snazi 100 000 000 000 000 000 000 000 000 termonuklearnih elektrana, a Sunce u jednoj sekundi izrači energije dovoljne za potrebe čovječanstva u idućih milijun godina. Veličine ovih zvijezda, kako im i samo ime kaže, doista su divovske. Crveni divovi imaju polumjere od 20 sve do 200 Sunčevih polumjera, što znači da su najveći crveni divovi veličinom jednaki Zemljinoj orbiti oko Sunca, pa da se nalaze na Sunčevom mjestu, Zemlja bi se našla vrlo blizu njihove površine. Simbiotske Mire još su veći divovi, polumjera od 200 do 500 Sunčevih polumjera, i mogu biti i do 3 puta veće od polumjera Zemljine orbite oko Sunca!

Druga komponenta simbiotskog sustava koja pokazuje značajke vruće zvijezde u spektru, doista je ekstremno vruća zvijezda (slika 1), bijeli patuljak, a vrlo rijetko neutronska zvijezda! Bijeli patuljak je kompaktna, mala zvijezda, temperature od 100 000 do 200 000 K, veličine Zemlje ili Jupitera. Kako je masa bijelog patuljka tek nešto manja od Sunčeve, njegova gustoća je izrazito velika, milijun puta veća nego gustoća vode, što znači da 1 cm^3 bijelog patuljka ima masu jedne tone! Bijeli patuljci su ostaci završnih faza evolucije zvijezde te predstavljaju njezino masivno i gusto središte preostalo nakon otpuhivanja vanjskih slojeva zvijezde. Sastoje se od ogoljelih atomskih jezgara i elektrona koji više ne pripadaju pojedinim jezgrama, već čine tzv. degenerirani elektronski plin. Luminozitet bijelih patuljaka u simbiotskim sustavima iznosi od desetak do oko 1500 Sunčevih luminoziteta.

Određivanje temperature i veličine komponenata simbiotskog sustava

Kako doista znamo koliko su velike zvijezde u simbiotskom sustavu i kolika im je površinska temperatura? Svako čvrsto tijelo zagrijano na neku temperaturu zrači, pri čemu valna duljina na kojoj je zračenje najveće ovisi o temperaturi tog tijela. Crno tijelo je idealno tijelo koje upija (apsorbira) svo zračenje koje na njega upadne, postiže ravnotežu, zagrijava se ravnomjerno na određenu temperaturu, te zrači spektrom crnog tijela. Valna duljina λ_{\max} na kojoj je zračenje takvog idealnog crnog tijela najveće opisana je Wienovim zakonom i ovisi o njegovoj temperaturi:

$$\lambda_{\max} T = 2.898 \cdot 10^{-3} \text{ mK.} \quad (1)$$

Astronomi su opazili da je spektar zračenja zvijezda sličan spektru zračenja crnog tijela, te se zračenje površine zvijezde, odnosno zvijezdine atmosfere (fotosfere) može vrlo dobro predočiti zračenjem crnog tijela. Stoga gornju relaciju možemo primijeniti i na površinu zvijezde. Ona nam pokazuje da vruće zvijezde zrače najviše na kratkim valnim duljinama, u ultraljubičastom (UV) dijelu spektra, a hladne zvijezde na dugim valnim duljinama, u infracrvenom (IR). Iz istog su razloga toplije zvijezde plavije, a hladnije crvenije. Izračunajmo na kojoj se temperaturi nalazi površina bijelog patuljka i crvenog diva u simbiotskom sustavu. Pomoću International Ultraviolet Explorera (IUE), svemirskog teleskopa koji je među prvima uspio snimiti UV spektar simbiotskih zvijezda, izmjereno je da bijeli patuljak pokazuje najveće zračenje na valnoj duljini od oko 30 nm. Upotrebom Wienovog zakona nalazimo da je temperatura ovakvog bijelog patuljka 96 600 K, što je 20 puta više nego na površini Sunca! Crveni divovi najviše zrače u crvenom dijelu spektra, na valnoj duljini od oko 750 nm. Primjena Wienovog zakona pokazuje da takvo zračenje nastaje na površini diva zagrijanog na 3860 K. Mira, pulsirajući div, ima maksimum zračenja u bliskom infracrvenom dijelu spektra na valnoj duljini od oko $1 \mu\text{m}$, što odgovara temperaturi od 2900 K. Primjenom zračenja crnog tijela na zračenje površine zvijezde uz poznavanje spektra, pokazali smo da su bijeli patuljci doista vrlo vruće, a crveni divovi i Mire hladne zvijezde.

Uz temperaturu, zvijezdu određuje i njezina veličina – polumjer. Snaga P kojom zrači idealno crno tijelo opisano je Stefan-Boltzmannovim zakonom

$$P = A\sigma T^4 \quad (2)$$

gdje je T temperatura crnog tijela, A njegova površina, a σ Stefan-Boltzmannova konstanta, $\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-4}$. Primijenimo li Stefan-Boltzmannov zakon na zračenje zvijezdine površine $A = 4\pi R^2$, gdje je R polumjer zvijezde, luminozitet (snaga zračenja) L zvijezde postaje

$$L = 4\pi R^2 \sigma T^4 \quad (3)$$

što nam daje međuovisnost luminoziteta, površinske temperature i polumjera zvijezde. Napišimo gornju relaciju za Sunce:

$$L_{\odot} = 4\pi R_{\odot}^2 \sigma T_{\odot}^4 \quad (4)$$

gdje su L_{\odot} , R_{\odot} i $T_{\odot} = 5780 \text{ K}$ luminozitet, polumjer i površinska temperatura Sunca. Relaciju (3) možemo podijeliti s (4) te je izraziti u jedinicama za Sunce:

$$\frac{L}{L_{\odot}} = \left(\frac{R}{R_{\odot}}\right)^2 \left(\frac{T}{T_{\odot}}\right)^4 \quad (5)$$

Za bijelog patuljka poznata nam je temperatura od oko 120000 K i luminozitet od 20 do 1500 Sunčevih luminoziteta, što daje polumjer bijelog patuljka od 0.010 do 0.090 Sunčevih polumjera, veličinom između Zemlje i Jupitera. Za crvenog diva temperature 3860 K i luminoziteta oko 250 Sunčevih luminoziteta, dobivamo polumjer od 35 Sunčevih polumjera. Za simbiotsku Miru temperature 2900 K i luminoziteta 5000 Sunčevih luminoziteta, polumjer iznosi 280 Sunčevih polumjera, ili 1.15 puta više od udaljenosti Zemlja-Sunce!

Komponente simbiotskih dvojnih sustava kruže oko zajedničkog središta po eliptičnim putanjama. Orbitalni period simbiotskog sustava sa crvenim divom iznosi 1–10 godina, što odgovara srednjoj udaljenosti između komponenti od 1.3 do 5.8 a.j. (astronomska jedinica $\approx 149.6 \cdot 10^6 \text{ km}$). Komponente ovakvih simbiotskih sustava S tipa, međusobno su blizu jedna drugoj što omogućuje prijenos mase sa crvenog diva na bijelog patuljka. Materijal s površine crvenog diva osjeća slabije gravitacijsko privlačenje zbog velikih dimenzija diva, dok ga s druge strane gravitacijski privlači kompaktni bijeli patuljak velike gustoće. Potpomognut snažnim zvjezdanim vjetrom crvenog diva koji ga nastoji otpuhnuti u međuzvjezdani prostor, materijal s njegove površine biva prenesen u neposrednu okolinu bijelog patuljka gdje pada na njegovu površinu ili stvara akrecijski disk. Materijal u akrecijskom disku kruži oko bijelog patuljka i u spiralnoj putanji pada na njegovu površinu. Pri tome se oslobađa gravitacijska potencijalna energija koja može znatno doprinijeti luminozitetu bijelog patuljka.

Kod preostalih 20% simbiotskih sustava, u D-tipu simbiota, razmak između komponenti je puno veći. Razmak je toliko velik, a gibanje dviju zvijezda oko zajedničkog središta toliko sporo, da se njihove orbitalne brzine još uvijek nisu uspjele izmjeriti, a ophodna vremena su duža od 100 godina što daje srednji razmak veći od 30 a.j. Simbiotska Mira je promjenjiva zvijezda koja mijenja svoj veliki polumjer (oko 1 a.j.) i do 20% tijekom godine dana, pa joj je za pulsiranje potreban dovoljno veliki prostor bez utjecaja vruće komponente. Iz tog su razloga vjerojatno simbiotske Mire nastale samo u vrlo razmaknutim simbiotima. Kod simbiotske Mire također dolazi do prijenosa materije s pulsirajućeg diva na kompaktnog bijelog patuljka. Kako je razmak među komponentama puno veći nego u sustavu sa crvenim divom, prijenos mase je sporiji, a u okolicu bijelog patuljka materija pristiže manjom brzinom. S druge strane, simbiotske Mire su i do 10 puta veće od crvenih divova, gravitacijsko privlačenje je slabije, a mogućnost napuštanja materije s površine pulsirajućeg diva putem zvjezdanog vjetra veća nego kod crvenog diva. Iz tog se razloga prijenos mase kod simbiotskih Mira

odvija putem zvjezdanog vjetra, a kod S tipa simbiota gravitacijskim 'prelijevanjem' sa crvenog diva u okolinu bijelog patuljka.

Evolucija simbiota i supernove tipa Ia

Kako nastaju simbiotski sustavi? Dvojne zvijezde većinom nastaju istovremeno, iz iste međuzvezdane tvari (plin i prašina). No zašto su komponente simbiotskog sustava toliko različite? Odgovor leži u masi pojedinih komponenti jer o njoj ovisi brzina evolucije zvijezde. Izvor energije u zvijezdama su termonuklearne fuzijske reakcije u njenoj unutrašnjosti. Zvijezda, poput našeg Sunca, većinu vremena provodi stvarajući energiju fuzijom atoma vodika u helij, što predstavlja najefikasniji proces proizvodnje energije u prirodi. Nakon iscrpljivanja vodika u središtu, vanjski dijelovi zvijezde se prošire, 'napušu', a zvijezda postaje crveni div. Izvor energije u crvenom divu je fuzija vodika u ljusci oko središta (jezgre) građenog od helija. U sljedećoj fazi dolazi do otpuštanja vanjskih, proširenih dijelova zvijezde koji su slabo gravitacijski vezani, zbog čega preostane samo kompaktna vruća jezgra velike gustoće – bijeli patuljak. Bijeli patuljak se dugotrajno hladi i polako smanjuje sjaj, što može trajati milijardama godina. Ukoliko je zvijezda masivnija, nakon faze crvenog diva u njenom središtu započinje fuzija helija u ugljik. Nakon iscrpljivanja helija, vanjski dijelovi zvijezde se ponovno šire, a zvijezda postaje asimptotski div (AGB). Otpuštanjem vanjskih slojeva i ovdje dolazi do nastanka bijelog patuljka kao ostatka središta ovih divovskih zvijezda. Brzina evolucije i trošenja nuklearnog goriva ovisi o masi zvijezde – masivnije zvijezde imaju bržu evoluciju jer brže troše nuklearno gorivo. Ukoliko je jedna komponenta u dvojnog sustavu masivnija, ona će brže evoluirati do bijelog patuljka, dok manje masivna komponenta može biti u fazi crvenog ili asimptotskog diva (Mire). Nastanak bijelog patuljka može biti ubrzan utjecajem druge komponente kroz međusobni prijenos materije. Pri tome jedna zvijezda dobiva, a druga gubi masu i vanjske slojeve što vodi do bržeg nastanka bijelog patuljka.

Supernova nastaje kataklizmičkim kolapsom i uništenjem dovoljno masivne jezgre zvijezde ili bijelog patuljka, pri čemu se oslobađa velika količina energija, a sjaj postane velik poput sjaja cijele galaksije. Simbiotski sustavi ozbiljni su kandidati za razumijevanje jedne od podvrsta supernova, one tipa Ia. Nestabilnost masivnog bijelog patuljka može uzrokovati kataklizmički kolaps ukoliko mu masa postane veća od 1.4 Sunčevih masa. U simbiotskom sustavu, hladni div može izgubiti vanjske dijelove zvijezde i postati bijeli patuljak. Orbite se u ovakvom dvojnog sustavu bijelih patuljaka smanjuju zbog čega će se oni sudariti i ostvariti potrebnu masu za eksploziju supernove, iako svaki za sebe nisu bili dovoljno masivni. U drugom scenariju, u simbiotskom sustavu postoji prijenos mase sa crvenog diva na bijelog patuljka. Ukoliko je prijenos mase dovoljno velik, bijeli patuljak može doseći kritičnu granicu mase potrebnu za fuziju ugljika u središtu zvijezde, što oslobađa veliku količinu energije i stvara udarni val. Udarni val će uništiti bijelog patuljka, sjaj će porasti i nastat će supernova. Ozbiljni kandidat za ovakav scenarij supernove je simbiotski sustav *RS Ophiuchi* s masivnim bijelim patuljkom (slika 1).

Prašina oko simbiotskih Mira

Simbiotske Mire, asimptotski hladni divovi, posjeduju dovoljno nisku temperaturu u zvjezdanoj atmosferi za nastanak molekula. Iako prevladavaju molekule vanadij-oksida (VO) i titan-oksida (TiO), moguć je nastanak i kompleksnih molekula ugljikovodika. Prisustvo molekula možemo utvrditi opažanjem spektra u kojem su vidljive molekulske

vrpce na određenoj valnoj duljini koje predstavljaju univerzalni 'otisak' pojedine vrste molekula. Temperatura u neposrednoj cirkumstelarnoj okolini diva može postati dovoljno niska, 1000–1400 K, za kondenzaciju i nastanak zrnaca prašine. Zrnca prašine kondenziraju se iz cirkumstelarnog plina na udaljenosti od oko 5 a.j. od simbiotske Mire. Zbog prisustva prašine, ovaj tip simbiotskih sustava se i naziva D ('dusty') tipom. Prašina je najčešće silikatnog sastava, sastavljena od različitih vrsta silicij-oksida, slična sastavu pijeska i stijena na Zemlji. Silikati su različitog sastava, od silicij-oksida (kvarcni pijesak, SiO_2), pa do egzotičnih minerala olivina, piroksena, forsterita ili enstatita koji se razlikuju po udjelu magnezija i željeza u silikatu. Zrna prašine su vrlo sitna, oko $0.1 \mu\text{m}$, veličine čestica dima, iako mogu narasti do mikronskih dimenzija. Prašina se oko zvijezde nalazi u ovojnici ili ljusci, sa šupljinom u neposrednoj okolini zvijezde u kojoj je temperatura previsoka da bi prašina mogla postojati. Gustoća prašine opada kako se udaljavamo od zvijezde, a najveća je u području gdje nastaje, najbliže zvijezdi.

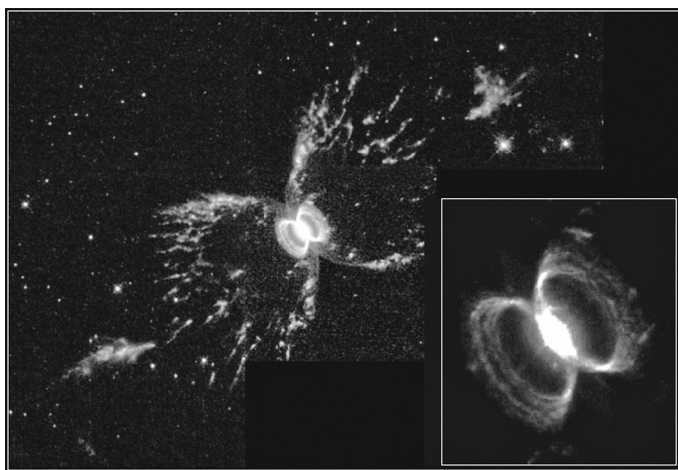
Prašina ima važnu ulogu u nastanku zvjezdanih vjetrova. Zvjezdani vjetar je tok čestica plina, prašine i elementarnih čestica (elektroni, protoni, itd.) usmjeren sa zvijezde u međuzvjezdani prostor kojim zvijezda gubi masu. Prisustvo prašine može višestruko pojačati zvjezdani vjetar, a time i gubitak mase zvijezde. Kako prašina pojačava zvjezdani vjetar? Svako zračenje sastoji se od fotona koji nailaskom na zrno prašine djeluju tlakom zračenja i silom, uzrokujući ubrzanje zrna. Prema tome, zrna prašine se ubrzavaju kada su obasjana zračenjem sa zvijezde. Snaga zračenja simbiotskih Mira je vrlo velika (i do 10 000 puta veća nego kod Sunca), pa je i ubrzanje zrnaca veliko. Ubrzana zrna prašine na svom se putu sudaraju s česticama okolnog plina te i njih ubrzavaju. Posljedica ovog lančanog procesa je ubrzano širenje ovojnice prašine i plina koja se raspršuje u međuzvjezdani prostor. Ovim procesom višestruko se povećava gubitak plina i prašine, odnosno gubitak mase ovih asimptotskih divova. Brzina gubitka mase simbiotskih Mira može narasti do 10^{-6} Sunčevih masa godišnje, što znači da takve zvijezde u samo milijun godina mogu izgubiti jednu Sunčevu masu. Evolucija i sudbina ovakvih zvijezda je stoga određena gubitkom mase kroz zvjezdani vjetar i prijenosom na vruću komponentu, a ne raspoloživošću goriva za fuziju kako je slučaj s drugim zvijezdama. Simbiotske Mire mase do dvije Sunčeve mase, s ovako jakim zvjezdanim vjetrom ne mogu postojati dulje od milijun godina, što je vrlo kratko razdoblje u usporedbi s trajanjem nuklearne fuzije od nekoliko milijardi godina. Ovojnice prašine mogu nastati samo oko simbiotskih Mira u D tipu simbiota jer je jedino u njima razmak između komponenata dovoljno velik da vruća komponenta ne uništi prašinu. Kod S tipa simbiota vrući je pratioc preblizu da bi prašina mogla opstati.

Povremeno možemo kod simbiotskih Mira vidjeti pojačano izbacivanje plina koje vodi do pojačane kondenzacije prašine čime se stvara nova ljuska prašine. U takvim je ljuskama potaknut rast većih zrna uslijed veće gustoće i lakšeg sljubljanja manjih zrna. Nastanak nove prašinaste ljuske zaklanja pogled prema zvijezdi, pa joj sjaj opada u infracrvenom dijelu spektra gdje je zvijezda najbolje vidljiva – nastaje zamračenje prašinom.

Simbiotska nova i termonuklearne erupcije

Opisani prijenos mase s hladnog diva na vrući kompaktni bijeli patuljak često vodi do nastanka akrecijskog diska oko bijelog patuljka. Disk se može zagrijati na vrlo visoke temperature uslijed viskoznosti (trenja) između čestica plina. Zbog promjena u pritjecanju materijala u disk iz smjera diva i istjecanju iz diska na površinu bijelog patuljka, mogu se javiti nestabilnosti u disku. One mogu dovesti do naglog izbacivanja materijala iz diska, stvaranja snažnog zvjezdanog vjetra oko bijelog patuljka i povećanja

sjaja. Nagomilavanje novih količina materije na površini bijelog patuljka može povećati njegovu masu i pokrenuti fuziju vodika u helij u površinskim slojevima zvijezde. Pokretanje termonuklearne fuzije u površinskim slojevima eksplozivni je proces koji vodi do oslobađanja velikih količina energije i povećanja sjaja bijelog patuljka i do 500 puta. Ovakvo iznenadno povećanje sjaja uslijed aktiviranja termonuklearne fuzije naziva se erupcijom nove, a simbiotski sustav postaje 'simbiotska nova'. U S tipu simbiota, u kojima je razmak između komponenti manji, a prijenos mase s diva na bijelog patuljka veći, u relativno kratkom vremenu (desetak godina) može se nakupiti dovoljno mase na površini bijelog patuljka za pokretanje fuzije i nastanak nove. U erupciji nove, nagomilana materija na površini biva izbačena u međuzvjezdani prostor (slika 3), zbog čega erupcija nove i povećanje sjaja traje kratko (nekoliko tjedana). Nakon prestanka erupcije, obnavlja se prijenos i nagomilavanje nove mase na površini bijelog patuljka sve dok se ponovno ne postigne kritična masa za pokretanje fuzije i novu erupciju nove. Na taj se način u S tipu simbiota erupcije nove mogu periodički ponavljati, pa se one nazivaju rekurentnim (ponovljivim) novama. RS Ophiuchi (slika 1) takav je primjer rekurentne nove koja se ponavlja svakih 20 godina.



Slika 3. Simbiotski sustav Hen2-104 (Južna rakovica) s hladnom pulsirajućom Mirom i vrućim bijelim patuljkom. Vidljivi su ostaci nekoliko erupcija nova u obliku pješčanih satova različitih veličina. Erupcije se povremeno događaju nakon što bijeli patuljak nakupi dovoljno mase na svojoj površini za termonuklearnu eksploziju (autor R. Corradi i dr., NASA).

Za D tip simbiotskih sustava karakteristično je da faza erupcije i termonuklearnog gorenja vodika na površini, pa tako i povećanog sjaja, može biti stabilna i ravnomjerna dugi niz godina, pa govorimo o sporoj novi. Samo vrlo razdvojeni simbioti, oni s Mirom, asimptotskim divom, tvore spore nove, pa su stoga veliki razmak među komponentama i snažan gubitak mase simbiotske Mire glavni preduvjeti za nastanak ove vrste nove. I u ovim simbiotima erupcije nove se mogu ponavljati (slika 3).

Simbiotske zvijezde, iako ih je danas poznato samo 250, predstavljaju interesantnu, egzotičnu vrstu dvojnih sustava u kojima se susreću ekstremni uvjeti i svojstva zvijezda – s jedne strane divovska zvijezda s najnižim površinskim temperaturama, a s druge bijeli patuljak, najmanja zvijezda s najvišim površinskim temperaturama i gustoćama. Simbiotski sustavi su stoga jedinstveni astrofizički laboratorij za istraživanje ekstremnih procesa i pojava koje je vrlo teško ili gotovo nemoguće pronaći drugdje u svemiru. Spomenimo da su ovi sustavi važni i s kozmološkog i evolucijskog aspekta jer vjerojatno uzrokuju nastanak supernova tipa Ia, važnih indikatora za mjerenje kozmoloških udaljenosti u svemiru.