

ширения О. в. с. оказывается сопоставимой со скоростью хаотич. движений окружающего газа: О. в. с. становится кинематически неотличимым от межзвёздной среды.

Типичные представители. Представителем О. в. с. I типа является О. в. с. Тихо Браге. Его радиоизображение характеризуется ярко выраженной оболочечной структурой (рис. 3). Спектр синхротронного радиоиз-

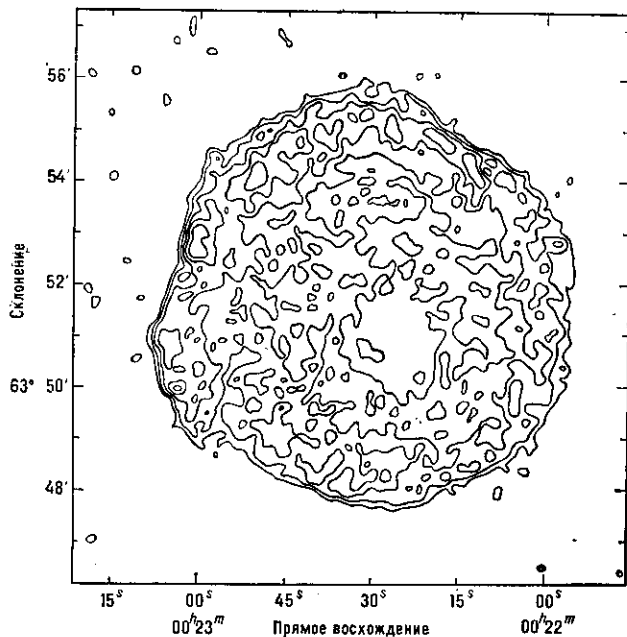


Рис. 3. Радиоизофоты остатка вспышки сверхновой Тихо Браге на частоте 2700 МГц. Внешний контур изображения близок к фронту основной ударной волны, интервал между изофотами соответствует разности яркостных температур 11,6 К.

лучения О. в. с. степенной, спектральный индекс $\alpha = 0,53$. Степень линейной поляризации радиоизлучения ок. 5%. В оптич. диапазоне наблюдаются только бальмеровские линии водорода H_α и H_β , к-рые излучаются тонкими волокнами вблизи внеш. границ протяжённого нетеплового радиоисточника. Рентг. излучение О. в. с. Тихо Браге имеет тепловую природу и исходит от двух пространственно разделённых горячих областей с темп-рой газа соответственно $\approx 8 \cdot 10^6$ К и $\approx 8 \cdot 10^7$ К. Первая область — это выброшенный газ, сжатый и нагретый возвратной ударной волной, а вторая — нагретый окколозвёздный газ, нагретый осн. ударной волной. Область с более низкой темп-рой, имеющая повыш. содержание тяжёлых элементов, даёт яркие эмиссионные рентг. линии, в частности линии Si и S, а излучение высокотемпературной плазмы образует непрерывный рентг. спектр. Масса выброшенного газа в О. в. с. Тихо Браге составляет 1—2 M_\odot , и он находится в фазе перехода из стадии свободного разлёта в адиабатич. стадию.

Крабоподобная туманность, 3C58 и подобные им О. в. с. II типа наз. п л е р и о н а м и. Период характеризуется увеличением яркости радиоизлучения к центру О. в. с., пологим спектром с $\alpha = 0-0,3$, регулярной структурой магн. поля и высокой степенью линейной поляризации ($\sim 20-30\%$). Эти свойства и нетепловое синхротронное излучение в диапазоне от радио- до рентг. частот обусловлены находящимся в плерионе пульсаром. Помимо собственно плерионов, обнаружены комбиниров. О. в. с., к-рые содержат плерион внутри оболочечной структуры.

Радиоисточник Кассиопея А, относящийся к «богатым кислородом» О. в. с., имеет оболочечную структуру.

Связанная с ним оптич. туманность состоит из т. н. быстрых волокон (скорость расширения ≈ 6000 км/с) и стационарных конденсаций ($\approx 100-400$ км/с). По собств. движениям волокон и угл. размерам О. в. с. установлено, что вспышка сверхновой произошла в 1658 ± 3 . Хим. состав быстрых волокон сильно отличается от солнечного: почти полностью отсутствует водород; обилие кислорода; аргона и серы в десятки раз больше нормального. Высокие скорости и хим. состав быстрых волокон указывают на то, что они состоят из выброшенного при вспышке газа. Стационарные конденсации имеют хим. состав, близкий к солнечному, и, по-видимому, представляют собой сгустки окколозвёздного вещества, обжатые и ускоренные осн. ударной волной. Рентг. излучение Кассиопея А, подобно О. в. с. Тихо Браге, имеет тепловую природу и характеризуется двумя темп-рами. Масса выброшенного газа ок. 10 M_\odot . Кассиопея А находится на стадии свободного разлёта.

Из старых галактич. О. в. с. наиб. детально изучена Петля Лебеда. Эта тонковолокнистая туманность имеет линейный размер ≈ 40 пк, возраст $\approx 2 \cdot 10^4$ лет и находится на адиабатич. стадии расширения. Масса нагретого межзвёздного вещества $\approx 200 M_\odot$. Оптич. излучение ярких волокон сосредоточено в линиях H, O, N, S и образуется за фронтом ударной волны, распространяющейся в плотных облаках межзвёздной среды, где концентрация газа $(1-3) \cdot 10^2$ см $^{-3}$, темп-ра достигает $(1-6) \cdot 10^4$ К. Оптич. волокна наблюдаются на фоне менее яркого диффузного свечения. Рентг. излучение носит тепловой характер и возникает в горячей плазме с темп-рой $(2-4) \cdot 10^6$ К за фронтом осн. ударной волны, бегущей со скоростью ≈ 400 км/с по межоблачной среде с концентрацией $0,2-1$ см $^{-3}$. В радиодиапазоне изображение Петли Лебеда имеет оболочечную структуру. Нетепловое радиоизлучение О. в. с. представляет собой синхротронное излучение релятивистских электронов в межзвёздном магн. поле, усиленном за фронтом осн. ударной волны.

Гигантские размеры О. в. с. и их число в Галактике показывают, что они занимают значит. долю объёма галактич. диска и, следовательно, играют важную роль в динамике межзвёздной среды, в обогащении её тяжёлыми элементами, в образовании огромных областей горячего разреженного газа. Порождаемые вспышками сверхновых ударные волны могут генерировать космич. лучи, а при взаимодействии с плотными газопылевыми облаками способны инициировать процесс звездообразования.

Лит.: Шк л о в с к и й И. С., Сверхновые звезды и связанные с ними проблемы, 2 изд., М., 1976; Chevalier R. A., The interaction of supernovae with the interstellar medium, «Ann. Rev. Astron. and Astrophys.», 1977, v. 15, p. 175; С п и т ц е р Л. мл., Физические процессы в межзвёздной среде, пер. с англ., М., 1981; R a u m o n d J. C., Observations of supernova remnants, «Ann. Rev. Astron. and Astrophys.», 1984, v. 22, p. 75; Л о в и н с к а я Т. А., Сверхновые звезды и звёздный ветер. Взаимодействие с газом Галактики, М., 1986.

В. П. Утробин.

ОСТОЙЧИВОСТЬ — способность плавающего тела (судна), выведенного из положения равновесия, возвращаться вновь к исходному положению после прекращения действия возмущающих сил. О. судов зависит от взаимного расположения по высоте корпуса судна, его центра тяжести и метацентра. Устойчивость равновесия рассматривается лишь по отношению к таким перемещениям тела, при к-рых сохраняется объём тела, погружённый в жидкость, т. е. когда под действием возмущающих сил происходит поворот тела вокруг горизонтальной оси, лежащей в плоскости плавания. Плоскостью плавания наз. всякая плоскость, отсекающая от тела упомянутый пост. объём. По отношению к любому вертикальному поступат. перемещению равновесие всегда является устойчивым, а к любому горизонтальному поступат. перемещению и к любому повороту вокруг вертикальной оси равновесие тела, плавающего в однородной жидкости, очевидно, будет безразличным.