

**О влиянии углового момента аккрецирующего вещества на структуру течения в режиме медленного оседания и при аккреции Бонди-Хойла**

*Л.И. Арзамасский<sup>1</sup>, В.С. Бескин<sup>1,2</sup>*

<sup>1</sup>Московский физико-технический институт (государственный университет)

<sup>2</sup>Физический институт им. П.Н.Лебедева РАН

В рамках идеальной гидродинамики рассмотрены ранее не исследованные режимы аккреции, связанные с вращением аккрецирующего вещества, а именно возмущения квазисферического течения в режиме медленного оседания, а также аккреция Бонди–Хойла при наличии осевого вращения. Для аккреции в режиме медленного оседания показано, что возмущения достаточно быстро растут при приближении к гравитирующему центру, так что во внутренних областях течение уже нельзя считать квазисферическим. Для аккреции же Бонди–Хойла показано, что на больших расстояниях от гравитирующего центра вблизи оси течения образуется вакуумная цилиндрическая полость. При этом скорость течения вне этой полости практически не зависит от расстояния до оси вращения.

Как известно, для описания осесимметричных стационарных течений удобно использовать метод уравнения Грэда-Шафранова, в рамках которого описание течения сводится к решению одного уравнения второго порядка на функцию потока  $\Phi(r, \theta)$ . В компактной форме это уравнение записывается как

$$r_{\perp}^2 \nabla_k \left( \frac{1}{r_{\perp}^2 n_p} \nabla^k \Phi \right) + 4\pi^2 n_p L \frac{dL}{d\Phi} - 4\pi^2 r_{\perp}^2 n_p \frac{dE}{d\Phi} + 4\pi^2 r_{\perp}^2 n_p \frac{T}{m_p} \frac{ds}{d\Phi} = 0 \quad (1)$$

Уравнение (1) представляет собой баланс сил в направлении, перпендикулярном линиям тока вещества.

При исследовании аккреции в режиме медленно оседания искалась зависимость малой поправки к сферически-симметричному течению от расстояния до звезды. Было показано, что поправка зависит от расстояния степенным образом, при этом ведущие степени отрицательны и по модулю больше 2.7. Поэтому при малых радиусах возмущения радиального течения должны быстро нарастать.

Для исследования влияния углового момента на структуру течения при аккреции Бонди-Хойла, уравнение (1) можно переписать как

$$-r_{\perp}^2 \nabla_k \left( \frac{1}{r_{\perp}^2 n_p} \nabla^k \Phi \right) = 0$$

С помощью решения этого уравнения была описана структура течения вблизи особой точки. Было показано, что вблизи оси вращения образуется вакуумная полость, параметры которой можно описать с помощью

$$r_{\min} \approx \varepsilon_2 \varepsilon_1^{-1/2} r_* \left( \frac{r}{r_*} \right)^{3(\Gamma-1)/4}$$

$$n_p(r, r_{\perp}) = \left[ 1 - \left( \frac{r_{\perp}}{r_{\min}} \right)^{-2} \right]^{1/(\Gamma-1)} n_{\infty}(r),$$

где  $\varepsilon_1 = v_{\infty} / c_{\infty}$  и  $\varepsilon_2 = v_{\phi}(R_c) / c_{\infty}$ .

Таким образом, как было показано выше, наличие даже небольшого углового момента у аккрецирующего вещества может существенно изменить структуру течения как в режиме медленного оседания, так и при аккреции Бонди–Хойла. Поэтому эффекты, связанные с вращением аккрецирующего вещества, могут существенно повлиять на общую картину явлений, обсуждаемую при анализе аккреции на компактные астрофизические объекты.

### Литература

1. *Bondi H., Hoyle F.* On the mechanism of accretion by stars. – MNRAS. – 1944. – N. 104. – P. 273 – 282.
2. *Bondi H.* On spherically symmetric accretion. – MNRAS. – 1952. – N. 112. – P. 195 – 204.
3. *Бескин В.С.* Осесимметричные стационарные течения в астрофизике. – М.:Физматлит, 2005. – 381 с.
4. *Бисноватый-Коган Г.С.* Физические вопросы теории звездной эволюции. – М.:Наука, 1989. – 485 с.
5. *Шакура Н.И., Постнов К.А., Кочеткова А.Ю., Ялмасдоттер Л.* Квазисферическая дозвуковая аккреция на рентгеновские пульсары. – УФН. – 2013. – №183. – С. 337 – 364
6. *Horedt G.P.* On the angular momentum of colliding interstellar clouds. – Astron. Astrophys. – N. 106. – P. 29 – 33.