

L.A. Pavlova

Fesenkov Astrophysical Institute, Almaty, Kazakhstan
Lapavlova44@mail.ru

INVESTIGATING OF THE STRUCTURE AND MECHANISMS VARIABILITY IN ENVELOPES OF YOUNG STARS

Abstract. The Herbig Ae/Be (HAeBe) stars are pre-main sequence stars surrounded by gas- and dust-rich circumstellar discs often show a near-infrared excess. From interferometric observations imaged discs with developing cavities or wide gaps and thermal deficits in the mid-IR have identified with typical of the Meus group I HAe stars, as pretransitional disks. In some disks spiral arms have been found, and a few cases have demonstrated that these are also seen in dust and gas in the sub-millimeter, consistent with spiral density waves. Studying the circumstellar environment at small scales is possible through linear spectropolarimetry. The spectropolarimetric observations of 12 HAe/Be objects have the largest wavelength coverage, 4560A- 9480A. A change in linear polarisation across the H α line, is detected in all objects. Such a line effect reveals the fact that matter are not distributed in a spherically symmetric volume, suggesting the presence of small disks around these accreting objects. Different epochs of near-IR spectroscopy for a sample of 25 young stars, including T Tau, HAe/Be, and FU Ori objects is obtained K-band spectra of the BrGamma transition of hydrogen, with a resolution of ~ 3500 . Epochs were taken over a span of >1 year, sampling time-spacings of roughly one day, one month, and one year. The compare observed variability with expectations for rotationally-modulated accretion onto the central stars and time-variable continuum emission or extinction from matter in the inner disk. The characteristic timescale of this variability is often observed to be hours to days, similar to expectations for magnetically mediated accretion. In particular, optical spectroscopic variability on timescales comparable to stellar rotation periods has been interpreted as evidence for rotationally-modulated accretion along stellar magnetic field lines. Optical line profiles for many young stars appear to trace a combination of infalling and outflowing matter. It may be hard to distinguish whether observed variability is due to a variable accretion flow, a variable outflow, or a combination of both. The variability of the optical and near-IR lines are correlated, but suggest that the variability amplitude may be (marginally) smaller for Br emission than for H α emission. Z CMa indicate a complex environment in which each star has a circumstellar disk and drives a jet, and the whole system is embedded in a large dusty envelope. The C IV 1548,1550 \AA line luminosities are compared to non - simultaneous accretion rate estimates for AeBeX showing C IV emission. The younger objects are indeed accreting at a faster rate, and that the accretion rate diminishes more quickly for older HAeBe stars, which could be a consequence of disc dissipation.

Key words: young stars, circumstellar structure, magnitospheric accretion, outflow.

Л.А. Павлова

Астрофизический институт им В.Г. Фесенкова, Алматы, Казахстан

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И МЕХАНИЗМОВ ПЕРЕМЕННОСТИ В ОБОЛОЧКАХ МОЛОДЫХ ЗВЕЗД

Аннотация. Звезды AeBe Хербига относятся к молодым объектам, эволюционирующих к Главной Последовательности, они окружены газово-пылевыми околозвездными дисками, которые создают избытки ближнего инфракрасного излучения. По интерферометрическим наблюдениям обнаружены диски с развитыми полостями или широкими разрывами и дефицитом тепла в средней ИК области, которые относятся к группе I Ae звезд Хербига. Недавние наблюдения позволили предположить, что многие объекты гр. I с

вспыхивающими дисками имеют разрыв, тогда как гр. 2 с вытянутыми дисками этих разрывов не имеют. В некоторых дисках находят спиральную структуру, аналогичную структуре в субмм диапазоне, согласующуюся со спиральными волнами плотности. Методом линейной спектроскопии исследовалась околозвездная среда 12 AeBe звезд Хербига в широком диапазоне длин волн 4560А-9480А, которые показали изменения линейной поляризации через линию H α во всех объектах. Это свидетельствует о несферической симметрии оболочки, предполагая присутствие малых дисков вокруг аккрецирующих объектов. На примере 25 молодых звезд, среди которых Т Тау, XAe/Be, and FU Ori, получена спектроскопия в ближней ИК области в полосе К линии Br γ с разрешением 3500. Эпоха наблюдений более 1года с интервалом один час, один день, один месяц, один год. Проведено сравнение наблюдаемой переменности с ожидаемым для вращательно модулированной аккреции на звезду и временная переменность непрерывной эмиссии или экстинкция от среды внутреннего диска. Характерное время переменности наблюдалось в пределах часа или дней указывает на магнитную аккрецию. Переменность в оптической спектроскопии на шкале, сравнимой с периодом звездного вращения, интерпретируется в рамках вращательно модулированной аккреции вдоль линий звездного магнитного поля. Оптические профили линий часто показывают комбинацию падающего и истекающего материала. Потому трудно разделить природу переменности благодаря аккреционным потокам, истечению, или их комбинации. Переменность в оптике и ИК коррелирует, но амплитуда переменности в оптике в линии H α выше, чем в линии Br-гамма. Комплексная структура вокруг двойной системы Z CMa показала диски и джеты около каждой из звезд, погруженных в общую большую пылевую оболочку. По линиям C IV 1548,1550 А было показано, что в юных объектах скорость аккреции выше и она уменьшается с возрастом по мере диссипации диска.

Ключевые слова: молодые звезды, околозвездная структура, магнитосферная аккреция, истечения.

Введение

Исследование природы сложных структур околозвездных оболочек молодых звезд с массами 2-15 M_{\odot} является одним из наиболее информативных и коротких этапов в формировании звезд, который позволяет понять ход эволюции и рождение планетных систем. Изучение физики и морфологии околозвездных структур ведется разными методами и в широком спектральном диапазоне. На основе разных методов наблюдений возможно выделение основных структур околозвездной оболочки и зон действия механизмов - звездного и дискового ветра, аккреции, истечения и падения вещества, областей испарения пыли, внутреннего газового диска и магнитосферы. Изучение околозвездной среды на малых шкалах возможен методом спектрополяриметрии, способным измерять рассеяние фотонов на свободных электронах в плотном ионизованном газе и магнитные поля по параметрам Стокса. Анализ переменности профилей эмиссионных линий в оптике и инфракрасном диапазоне позволяет анализировать физические и динамические процессы в околозвездных оболочках. ИК спектро-интерферометрия позволяет исследовать внутреннюю структуру дисков вокруг молодых звезд и выявлять мультиплетные эмиссионные компоненты. Данные поляризации дают информацию об асимметрии среды около звезд, эволюционирующих к Главной Последовательности, так как в плотных молекулярных облаках формирование звезд и их околозвездных структур происходит вдоль силовых линий магнитных полей. Именно поэтому можно ожидать связь между величиной и ориентацией собственной поляризации излучения молодых звезд с направлением магнитного поля и с вытянутостью околозвездных структур. Так наличие дисков может привести к значительной собственной поляризации, степень которой зависит от количества рассеивающей пыли, сплюснутости диска и его ориентации по отношению к наблюдателю. Необходимы длительные мониторинги большого числа AeBe звезд Хербига во всем спектральном диапазоне с высоким разрешением для более однозначного выбора механизмов переменности и определения изменений околозвездных структур в процессе эволюции. В данной работе рассматриваются современные наблюдения объектов, полученные на больших телескопах Европейских обсерваторий, для анализа механизмов и структур звезд с оболочками.

Методы исследования

Многочисленные поляризационные наблюдения молодых объектов за последние 30 лет показали выровненность между околозвездной поляризацией и межзвездными магнитными полями. Магнитные поля играют большую роль на больших масштабах в процессах коллапса гигантских молекулярных облаков и на малых шкалах при формировании протозвездных джетов и истечений и околозвездных дисков [1].

Современная ИК-интерферометрия позволяет довольно точно определить наклон диска. Углы истечений или джетов можно получать из карт протяженной оптической и радио эмиссии. На прямых снимках областей молодых звезд оптические джеты позволяют определить плоскости неразрешенных дисков, предполагая ортогональность этих структур. Данные таблицы 1 показывают ортогональность джетов и дисков и связь направлений данных структур с собственной поляризацией звезды. Данные ИК поляриметрии подтверждают зависимость ориентации поляризации от оптической толщи диска: оптически тонкий диск имеет

угол поляризации перпендикулярно плоскости диска, тогда как оптически толстый диск производит поляризацию параллельно диску [3,4].

Таблица 1 - Параметры собственной поляризации AeBe звезд Хербига и ориентация межзвездных и околозвездных структур [2,3]

Object	Alt. Name	Sp	θ_{out}	θ_{disk}	Pol. θ^*	θ_{gl}	θ_{cl}
V594 Cas	BD+61.154	B8	2	83	100	83	178
HD 200775	MWC 361	B2	70	7	96	40	170
LkHa 208		B7	4	90	17	150	0
MWC 137		B0	30	152	162	162	30
MWC 147	V700 Mon	B6		80	168	162	80
R Mon		B0/8	5	90	91	156	0
MWC 297		B0	164	95	112	40	40
BD+40 4124	V1685 Cyg	B3		110	14	40	170
MWC 1080	V628 Cas	B0	60	55	75	70	70
HD163296		A0	40	135	28	40	40
AB Aur	HD 31293	A0		79	160	170	176

В Таблице 1- 1и2 столбцы-имя звезды, 3-спектральный класс, 4-угол истечения,5-ориентация диска, 6-собственная поляризация звезды, 7- ориентация плоскости Галактики, 8-вытянутость облака.

За последние 10 лет на очень больших телескопах с интерферометрами получены наблюдения большого числа протопланетных дисков. Коронোগрафические наблюдения в ИК области показали, что вблизи молодых звезд AeBe Хербига обнаружены диски с разрывами у звезд HD 142527, Oph IRS 48, SAO 206462, HD 169142, HD 100546, где разрыв в NIR чаще меньше, чем разрыв в субмм диапазоне. Для объектов гр.1 были найдены диски с развитыми полостями или широкими разрывами и дефицитом тепла среднем ИК. Эти разрывы могут быть связаны с формированием массивных тел (экзопланет).

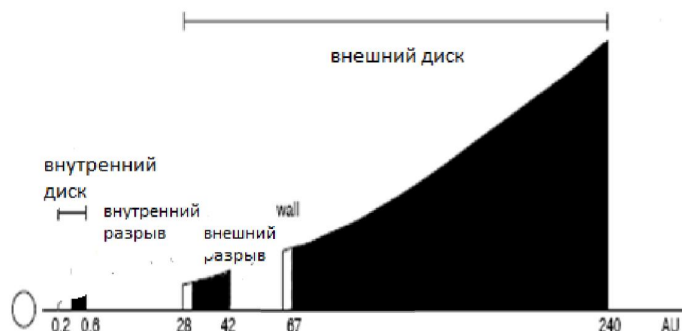
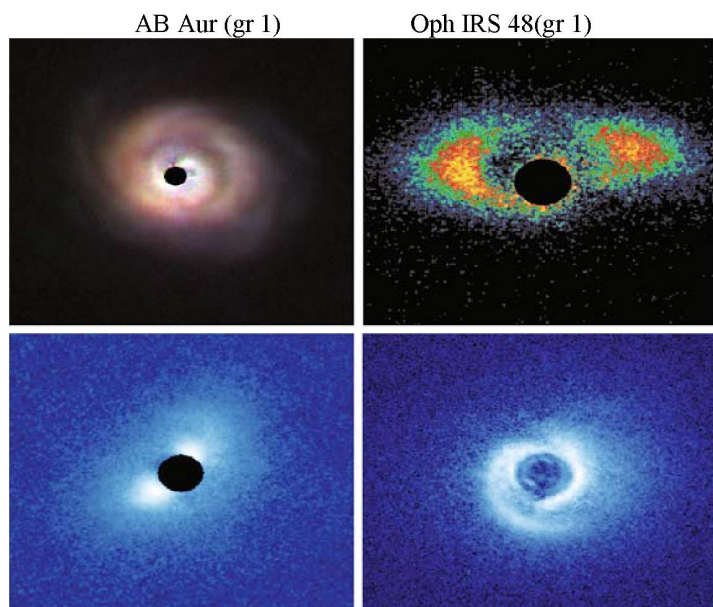


Рисунок 1 - Схема структуры околозвездной оболочки с разрывами

Недавние наблюдения позволили предположить, что многие объекты гр.1 с вспыхивающими дисками имеют разрыв, тогда как гр. 2 с вытянутыми дисками этих разрывов не имеют. Было обнаружено, что некоторые объекты гр.2 имеют размеры и цвета подобно источникам гр.1 переходных дисков. Это указывает на возможность подобия структур. Вероятно, есть популяция объектов гр.2 с разрывами и вытянутые диски с разрывами возможно происходят из вытянутых дисков без разрывов. Или разрывы в вытянутых дисках формируют отдельную популяцию, или некоторые из них могут принадлежать к вспыхивающим дискам с большими разрывами [5]. На рис.2 приведены примеры коронোগрафических наблюдений в ИК области объектов гр.1 с ярко выраженной спиральной структурой.

Наиболее примечательной особенностью NIR изображений оказались спиральные рукава в 8 звездах Хербига и одной G-типа системы. Число рукавов варьируется от диска к диску от одного (HD 34282; V 1297 Ori; Oph IRS 48) до 5 и более (HD142527; AB Aur; HD 100546). Когда имеются CO наблюдения, то они тоже следуют этим структурам. Асимметричные спиральные рукава затемняют внешние диски у SAO 206462, MWC 758 и HD 142527. Затемнение большей доли внешнего диска предполагает, что спиральные рукава, видимые в NIR, имеются на высоких широтах по отношению к диску и они оптически толстые.

Спиральные структуры, обнаруженные в некоторых дисках, часто видны и субмм диапазоне как спиральные волны плотности. Обнаружение таких волн зависит от положения объекта на луче зрения, т.е. наилучшая ситуация вид с полюса [5].



HD34282 (V1366Ori) (gr 1) MWC 758(HD 36112) (gr 1)
Рисунок 1 - Распределение околозвездной среды в ИК области для объектов гр.1.

Результаты исследования

Эволюционный статус AeBe звезд Хербига (AeBeX) предполагает присутствие нестационарных процессов как в самой звезде, так и в околозвездной оболочке, отвечающей за значительную переменность наблюдаемых эмиссионных линий в широком спектральном диапазоне. Такие проявления позволяют определять структуру оболочки и механизмы, ответственные за формирование переменности. Так в спектрах многих звезд наблюдаются линии высокой ионизации и эмиссия X-лучей. Отмечена вращательная модуляция резонансных линий, которая может быть объяснена модуляцией структуры ветра в магнитном поле. Но прямых признаков аккреции в спектрах AeBeX звезд пока недостаточно, но для объяснения больших инфракрасных избытков излучения она необходима. Однако возможность наблюдений аккреции вблизи горячих звезд на начальной стадии эволюции и роль магнитных полей в формировании аккреционных дисков остается открытой проблемой. Анализ наблюдаемых скоростей эмиссионных линий показывает, что области, где идут процессы истечения и аккреции, расположены на одних и тех же расстояниях вблизи звездной поверхности. Наблюдаемые смены этих механизмов для ряда объектов зависят от изменения оптической толщи, которая может меняться в зависимости от положения вращающейся неоднородной оболочки на луче зрения. Данные моделирования показали преимущество для модели падения/ истечения с присутствием газа на радиусе $0.01a.e.$ Была поддержана гипотеза о том, что эмиссия в основном идет по магнитосферному течению аккреции и/или истечения в юных системах с диском, создавая наблюдаемые активные явления. Процессы аккреции являются эволюционным индикатором формирования молодых звезд, но для звезд AeBe Хербига они плохо идентифицируются, хотя многие наблюдательные явления часто связывают с магнитной активностью. Временная характеристика переменности в пределах часа или дней, подобно ожидаемого от магнитной аккреции. Спектроскопическая переменность на шкале, сравнимой с периодом вращения интерпретируется как очевидность для вращательной модуляции аккреции вдоль линий магнитного поля звезды. Позднее были проведены подобные мониторинги и для более массивных аналогов звезд AeBe Хербига. Для некоторых звезд сила магнитных полей измерена в пределах нескольких сот гаусс, что говорит о слабой аккреции. Наблюдается ясная корреляция между периодом вращения звезды и силой магнитной активности у этих звезд, которые создают важные переменные физические эффекты в аккреционных течениях. Скорее всего, максимум переменности в скорости масс - аккреции достигается на временной шкале вращения, которая показывает, что вращательная модуляция является ключом для понимания аккреции.

Наблюдения показывают, что газ и пыль распределены неоднородно, область газовой эмиссии расположена близко к звезде и более компактна, чем пылевая. Так данные эмиссии в линии V γ -гамма в ИК области вокруг некоторых массивных звезд показывают, что газ более протяжен, чем пыль, предполагая образование этой эмиссии в следах истечения. Было предположено возникновение V γ - гамма эмиссии на расстояниях меньше $0.1 a.e.$ Наиболее реалистичная физическая модель запыленного околозвездного диска

предполагает, что эмиссия от горячей пыли доминирует вблизи радиуса сублимации пыли и включает газовую эмиссию до внутреннего края. Предполагается, что пылевая эмиссия возникает в круге с радиусом около 0,2 а.е. с достаточной температурой для сублимации пыли [6].

Переменность в скорости аккреции может привести к изменениям в структуре внутреннего диска, связанную с временной переменностью околозвездной экстинкции. Наблюдаемая переменность в оптических эмиссионных линиях часто интерпретируются в терме переменной аккреции, которая дает эмпирические корреляции светимости линий со скоростью аккреции. Для многих молодых звезд прослеживается комбинация падения и истечения вещества. И порой трудно разделить наблюдаемую переменность происходит она за счет падения или истечения, или их комбинации. Не все звезды с P Cyg эмиссионным профилем в оптике повторяются в ИК области в профиле линии Vg гамма, которая чаще показывает признаки аккреции по обратному P Cyg профилю. Многие исследования показывают корреляцию оптической и ИК переменности, но амплитуда переменности эмиссии в ИК меньше, чем в линии H α . Один из путей разрешить эту проблему - мониторинг Vg гамма эмиссии, которая тоже коррелирует со скоростью аккреции. С этой целью были проведены спектроскопические наблюдения 25 молодых звезд в области K полосы в линии водорода Vg гамма с разрешением 3500 для выявления особенностей переменности среди T Tau, 17 AeBeX и 3 объектов типа FU Ori. Спектроскопический мониторинг звезд в оптическом диапазоне привел к некоторому пониманию о кинематике газа и переменности вокруг молодых звезд. Среди AeX звезд эмиссия определена во всех объектах с амплитудой переменности похожей на T Tau. Но для звезд с двойным профилем HD 141569 и 51 Ori предполагается другая морфология эмиссии. Практически все BeX звезды показали сильную Vg гамма эмиссию и более переменную, кроме, LkHa 169 и V361 Ser. Наиболее массивный объект V645 Cyg показал признаки звездного ветра во всех эпохах. Однако MWC 297- еще один массивный объект не показал таких профилей в эмиссионных линиях. Не все звезды с P Cyg эмиссионным профилем в оптике повторяются в ИК области в профиле линии Vg гамма, которая более часто показывает признаки аккреции по обратному P Cyg профилю. Многие исследования показывают корреляцию оптической и ИК переменности, но амплитуда переменности эмиссии в ИК меньше, чем в линии H α . [7]

Обсуждение результатов исследования

Распространенная точка зрения о том, что AeBeX звезды окружены дисками, через которые материал непрерывно аккрецирует на звезду, но точного сценария еще нет. Требуется изучение структуры и механизмов в околозвездных оболочках, через которые вещество падает на звезду по аккреционным каналам. Необходимы методы, способные исследовать среду очень близкую к звезде, где возможно изучение влияния действия магнитосферной аккреции. Ключевая роль наблюдений состоит в определении структуры ионизованных областей – являются они сферически симметричными или нет. Если нет, то тогда вытянутые структуры возможно поддерживают наблюдения для сценария дисковой аккреции, отвечающей за формирование таких звезд. Изучение околозвездной среды на таких малых шкалах возможно методами спектрополяриметрии, способной измерять рассеяние фотонов на свободных электронах в плотном ионизованном газе. Получены данные спектрополяриметрических наблюдений 12 AeBeX звезд в более широкой оптической области от 4560Å до 9480Å, чем ранее. В спектре есть рекомбинированные линии водорода, Ca II, Fe II, OI and He I и несколько запрещенных линий [O I], [Fe II] и [S II]. Уровень непрерывной поляризации в объектах от 0,3% до 12% (HD 85567 и R Mon соответственно). Поляризация континуума в некоторых случаях не следует закону Серковского, но предполагает собственную поляризацию, переменность которой значительна по сравнению с межзвездной. Изменения в поляризации вдоль линии H α определены во всех объектах, что связано с уплощенной структурой оболочки. [8]

Звезды AeBe Xербига расположены между низко массивными и массивными звездами и могут помочь в объяснении формирования многих наблюдаемых механизмов. На примере 91 звезд AeBeX проведено большое однородное спектроскопическое исследование данных, для получения темпа аккреции. Измерения в УФ были промоделированы в контексте магнитосферной аккреции, для прямого определения скорости аккреции. Определены различные корреляции между аккрецией и свойствами звезд: юные и часто массивные звезды имеют сильную аккрецию и соотношение 1:1 между светимостью аккреции и звездной светимостью. Несмотря на общую тенденцию увеличения скорости аккреции в AeBeX по сравнению с классическими T Tau звездами, видны различия в корреляции между AeX и BeX звездами. Это приводит к трудностям в использовании модели магнитосферной аккреции для некоторых BeX звезд, что дает основание для предположения другой формы аккреции для звезд BeX. [9].

Для Be звезды Xербига MWC147 были проведены спектральные наблюдения в области H α в АФИФ на протяжении многих лет, которые позволяют понять некоторые особенности излучения такого типа объектов. Спектральные наблюдения и данные других авторов показали временные изменения эмиссионного профиля линии H α , которые свидетельствуют в пользу присутствия аккреции и истечения в разные моменты времени

[10,11]. Это проявлялось в переменности пиков V и R двойного профиля в соотношениях интенсивности $V>R$ (аккреция) или $V<R$ (истечение). Инфракрасные наблюдения этого объекта в близкой и средней области (в полосах NIR H и K, в полосах MIR 8мкм и 13 мкм) из данных VLTI/MIDI и AMBER позволили построить не только геометрию распределения яркости, но и радиальное распределение температуры в диске [12]. На основе этих наблюдений было проведено детальное моделирование интерферометрических данных спектрального распределения энергии моделями 2-Д переноса излучения. Модели Кеплеровского диска с эмиссией от оптически толстого внутреннего газового аккреционного диска (внутри зоны сублимации пыли) хорошо воспроизводят ИК наблюдения. Был сделан вывод, что непрерывная эмиссия в NIR от MWC147 доминирует за счет аккреционной светимости от оптически толстого внутреннего газового диска, а MIR эмиссия за счет вклада от внешнего пылевого диска. ИК спектро-интерферометрия позволяет исследовать внутреннюю структуру дисков вокруг молодых звезд и выявлять мультиплетные эмиссионные компоненты.

Исследование околозвездной среды вблизи звезды Z СМа, состоящей из звезд ВеХ и FU Ori, разделенных на 100а.е., показали комплексное окружение у каждой звезды, у которых есть околозвездный диск и джет, а вся система заключена в большую пылевую оболочку. Цель работы – проба среды в пределах 400а.е. около Z СМа с использованием высоко контрастных поляриметрических изображений в H и K полосах, которые показали сложную внутреннюю среду в деталях и хорошим контрастом. Центральная двойная показала три ярких и сложных структуры: общую пылевую оболочку, протяженную особенность в прямом свете и загадочное яркое пятно южнее двойной, но пространственно связанной с протяженной особенностью. [13]

Спектры с высоким разрешением в ультрафиолете небольшого числа звезд AeBeX были проанализированы для выяснения природы высоких температур газа (около 10^5 K) в этих звездах. Светимость линий C IV 1548,1550Å сравнивалась с оценками скорости аккреции, полученных для других объектов с этими эмиссионными линиями. Было показано, что нет очевидности для горячего оптически толстого ветра в приведенных примерах. Все объекты показали двойные профили эмиссии в C IV. Морфология и пики скоростей этих линий дает основание предполагать, что они сформированы в слабом, оптически тонком ветре, а не в аккреционных потоках, как в случае горячих линий в классических T Tau (CTTS) звездах. Отсутствие сильного сигнала истечения и отсутствие очевидности для формирования линий в аккреционных потоках вполне согласуются с выводами исследований в оптике линии He I 10830Å для AeBeX звезд, которые показали, что близкая околозвездная среда звезд AeBeX, в целом, отличается от среды около CTTS. Сигнал истечения наблюдался в высоко температурных линиях C IV в некоторых AeBeX звездах. Для AB Aur, BD+46. 3471, HD 250550, и BD+61.154 первые модели формирования линии C IV в расширяющейся хромосфере показали, что температура в ветре 15000 – 20000K и потере массы $5 \cdot 10^{-8}$ Мо/год. Сигналы сильного звездного ветра при умеренной температуре около 20000K видны во многих AeBe звездах Хербига в линии He I 10830Å. [14,15]

Выводы

Современные методы наблюдений позволяет разрешать внутренние (0.1а.е) области между звездой диском. Это позволяет исследовать детально структуру и физику околозвездной оболочки, которая включает пыль и излучающий газ, морфологию диска, роль магнитных полей в формировании механизмов падения или истечения газа. Данные показывают преимущество для модели падения/ истечения и согласуются с присутствием газа на радиусе 0.01а.е. Обнаружены спиральные рукава в околозвездных структурах в ИК и субмм диапазонах, видимые как спиральные волны плотности. Анализ наблюдаемых скоростей эмиссионных линий показывает, что области, где идут процессы истечения и аккреции, расположены на одних и тех же расстояниях вблизи звездной поверхности. Характерное время переменности наблюдалось в пределах часа или дней указывает на магнитосферную аккрецию. Переменность в оптической спектроскопии на шкале, сравнимой с периодом звездного вращения и интерпретируется в рамках вращательно модулированной аккреции вдоль линий звездного магнитного поля. Оптические эмиссионные профили линий часто показывают комбинацию падающего и истекающего материала. Наблюдаемая эмиссия идет по магнитосферному течению аккреции и/или истечения в юных системах с диском, создавая наблюдаемые активные явления. По эмиссионным линиям в разных спектральных диапазонах было показано, что в юных объектах скорость аккреции выше, и она уменьшается с возрастом по мере диссипации диска.

Работа выполнена в рамках гранта №0075/ГФ4

ЛИТЕРАТУРА

[1] Targon C.G., Rodrigues C.V., Cerqueira A.H., Hickel G.R. Correlating the interstellar magnetic field with protostellar jets and its sources. Ap.J.2011. V.743.P.54

- [2] Павлова Л.А. Влияние магнитных полей на формирование околозвездных структур. *Известия МОН РК. НАН РК* 2001. №4.с.56-60.
- [3] Павлова Л.А. Исследования поляризации и магнитных полей в Орионе. *Известия МОН РК. НАН РК* 2012 .№3 №4.с.56-60.
- [4] Pereyra A. et.al. Near Infrared polarimetry of a sample of YSOs? 2009. arXiv:0903.4212.
- [5] Grady C., Fukagawa M., Maruta Y., et.al. The outer disks of Herbig stars from the UV to NIR. *Astrophys Space Sci* (2015) 355:253–266
- [6] Mottram J.C. et.al On the difference between Herbig Ae and Be stars. *MNRAS* 2007, 377, 1363
- [7] Eisner J.A., Rieke G.H., Rieke M.J. et.al. Time-monitoring observation of Br γ emission from Young stars. *MNRAS* 2015.V.447.P.202
- [8] Ababakr M., Oudmaier R.D., Vink J.S. Linear spectropolarimetry across the optical spectrum of Herbig AeBe stars.// *MNRAS* 2016. V.461. P.3089
- [9] Fairlamb J.R., Oudmaijer R.D., Mendigutia I., Ilee J., van den Ancker M.E. A spectroscopic survey of Herbig AeBe stars with X-shooter I: Stellar parameters and accretion rates // *MNRAS*-2015.-V453.P.976].
- [10] Курчаков А.В., Рспаев Ф.К. Спектральные и фотометрические наблюдения Be звезды MWC 147. *Изв.НАН РК.*- 2009.- N4.- С.46.
- [11] Pavlova L.A., Kondratyeva L.N., Valiullin R.R. Spectral variations of AeBe Herbig stars in the Mon R1 *Astron.and Astrophys. Transactions*- 2005.-V.24.P.-307.
- [12] Kraus S., Preibisch Th., and Ohnaka K. Resolving the inner active accretion disk around the Herbig Be star MWC147 with VLTI/MIDI+AMBER spectro-interferometry. arXiv:0801.4377v1
- [13] Canovas H., Perez S., Dougados C., et.al. *A&A* 2015V.578.P.1
- [14] Wilson Cauley P., Johns –Krull C.M. Diagnosing Mass Flows around Herbig AeBe stars
- [15] using HeI 10830 line. *Ap.J.*-2014.-V.-797.-P.112.
- [16] Wilson Cauley P., Johns –Krull C.M. INVESTIGATING THE ORIGIN OF HOT GAS
- [17] LINES IN HERBIG AE/BE STARS. arXiv:1605.04187v1

REFERENCES

- [1] Targon C.G., Rodrigues C.V., Cerqueira A.H., Hickel G.R. Correlating the interstellar magnetic field with protostellar jets and its sources. *Ap.J.*2011.V.743.P.54 (in Eng.)
- [2] Pavlova L.A. Vliaynie magnitnih polei na formirovanie okolozvezdnykh struktur. ***Izvestiya MON RK, NAN RK*** ,2001. №4.с.56-60.(in Russ)
- [3] Pavlova L.A. Issledvaniya polarizatsii i magnitnih polei v Orione. ***Izvestiya MON RK, NAN RK*** . 2012 .№3 №4.с.56 60. (in Russ)
- [4] Pereyra A. et.al. Near Infrared polarimetry of a sample of YSOs? 2009. **arXiv:0903.4212**. (in Eng.)
- [5] Grady C., Fukagawa M., Maruta Y., et.al. The outer disks of Herbig stars from the UV to NIR. ***Astrophys Space Sci*** 2015.V 355.P.253–266 (in Eng.)
- [6] Mottram J.C. et.al. On the difference between Herbig Ae and Be stars. ***MNRAS*** 2007, V. 377.P.1363 (in Eng.)
- [7] Eisner J.A., Rieke G.H., Rieke M.J. et.al. Time-monitoring observation of Br γ emission from Young stars. ***MNRAS*** 2015.V.447.P.202 (in Eng.)
- [8] Ababakr M., Oudmaier R.D., Vink J.S. Linear spectropolarimetry across the optical spectrum of Herbig AeBe stars. ***MNRAS*** 2016. V.461. P.3089 (in Eng.)
- [9] Fairlamb J.R., Oudmaijer R.D., Mendigutia I., Ilee J., van den Ancker M.E. A spectroscopic survey of Herbig AeBe stars with X-shooter I: Stellar parameters and accretion rates. ***MNRAS***-2015.-V453.P.976 (in Eng.)
- [10] Kurchakov A.V., Rspaev F.K., Spectral and fotometric observation Be stars MWC 147. ***Izvestiya MON RK, NAN RK*** . 2009. N4. С.46.
- [11] Pavlova L.A., Kondratyeva L.N., Valiullin R.R. Spectral variations of AeBe Herbig stars in the Mon R1 ***Astron.and Astrophys. Transactions***, 2005,V.24,P.307. (in Eng.)
- [12] Kraus S., Preibisch Th., and Ohnaka K. Resolving the inner active accretion disk around the Herbig Be star MWC147 with VLTI/MIDI+AMBER spectro-interferometry. **arXiv:0801.4377v1** (in Eng.)
- [13] Canovas H., Perez S., Dougados C., et.al. ***A&A*** 2015V.578.P.1(in Eng.)
- [14] Wilson Cauley P., Johns –Krull C.M. Diagnosing Mass Flows around Herbig AeBe stars
- [15] using HeI 10830 line. ***Ap.J.***2014.V.797.P.112. (in Eng.)
- [16] Wilson Cauley P., Johns –Krull C.M. INVESTIGATING THE ORIGIN OF HOT GAS
- [17] LINES IN HERBIG AE/BE STARS. **arXiv:1605.04187v1** (in Eng.)

Л.А. Павлова

В.Г. Фесенков атындағы Астрофизика институты, Алматы қ., Қазақстан

**ЖАС ЖҰЛДЫЗДАР ҚАБАТТАРЫНДАҒЫ АЙНЫМАЛЫЛЫҚТЫҢ
ҚҰРЫЛЫМДАРЫН ЖӘНЕ МЕХАНИЗМДЕРІН ЗЕРТТЕУ**

Аннотация. Хербигтің AeBe жұлдыздары Бас Жүйелілікте эволюцияланушы жас жұлдыздарға жатады, олар жақын инфрақызыл сәулелену артылуын құрайтын газ-тозаңды жұлдыз маңындағы жұлдыздармен қоршалған. Интерферометриялық бақылаулар бойынша Хербигтің Ae жұлдыздар 1 тобына жататын дамыған жолақтармен және орташа ИҚ аймақтарда алшақ ажыраулармен және жылудың жетіспеушілігімен дискілер табылды. Жақындағы бақылаулар 2 топтағы созылған дискілерде ажыраулар жоқ кезде, 1 топтағы көптеген объектілер тұтанған дискілермен ажырауы бар екендігін болжауға мүмкіндік берді. Бірнеше дискілерде тығыздықтың шиыршық толқындарымен келісілген субмма диапазонда бірегей құрылымында шиыршық құрылым табады. Сызықтық спектрофотометрия әдісімен 4560А-9480А толқындар бойлығы кең диапазонында барлық объектілерде сызықтық поляризация $H\alpha$ сызығы арқылы өзгерістер көрсеткен Хербигтің AeBe жұлдыздардың жұлдыз маңындағы ортасы зерттелді. Бұл аккрецияланған объектілер айналасында кіші дисктердің болғанын жобалай отырып қабықтың сфералық емес симметриясы жөнінде растайды. Мысалы арасында T Tau, XAe/Be, and FU Ori бар 25 жас жұлдыздар 3500 келісіммен BrG сызығында K жолағына жақын ИҚ аймағында спектроскопия алынды. 1 жылдан аса бақылау дәуірі бір сағат, бір күн, бір ай, бір жыл интервалымен. Жұлдыздарға айналмалы үлгілендірілген аккреция және үздіксіз эмиссия уақытша айнымалылығы немесе ішкі диск орнасынан екстинкция үшін күтілілген бақылған айнымалылықтың салыстырылуы жүргізілді. Айнымалылыққа тән магниттік аккреция көрсететін уақыт сағат немесе күндер шегінде бақыланды. Жұлдыздардың айналу кезеңімен салыстырылатын шкалада оптикалық спектроскопия айнымалылығы жұлдыздық магниттік өріс сызығы бойында айналмалы үлгілендірілген аккреция аясында түсіндіріледі. Сызықтардың оптикалық салалары құлаған немесе аққан материалдың комбинациясын көрсетеді. Сондықтан аккрециялық ағымдар, өтулер немесе олардың комбинациялары арқылы айнымалылықтың қасиетін бөлу қиын. Оптикада және ИҚ айнымалылық ара қатынас орнатады, бірақ айнымалылық амплитудасы оптикада $H\alpha$ сызығы V γ -гамма сызығына қарағанда биік. Z CMa қос жұлдыздар айналасында кешенді құрылым жалпы үлкен тозаң қабығымен толтырылған әрбір жұлдыздың маңында дискілерді және джеттерді көрсетті. C IV 1548,1550 А сызықтары бойынша жас объектілерде аккреция жылдамдығы жоғары және диск диссипация өлшемі бойынша ол азаятыныны көрсетілді.

Тірек сөздер: жас жұлдыздар, жұлдыз маңындағы құрылым, магнитосфералық аккреция, өту.