

СТЮАРТА ЧИСЛО — безразмерная величина S , определяющая устойчивость течений в магнитной гидродинамике. Названо по имени англ. учёного Дж. Стюарта (G. Stuart). С. ч. характеризует отношение силы эл.-магн. торможения $jHc^{-1} \sim \sigma v H^2 c^{-2}$ к силе инерции $\rho v^2 d^{-1}$ (H — напряжённость магн. поля, j — электрич. ток, σ — электропроводность, v — скорость, ρ — плотность жидкости, d — характерный размер). С. ч. равно произведению Рейнольдса числа магнитного R_m и Альвена числа A :

$$S = R_m \cdot A = \sigma d H^2 / \rho v c^2.$$

Ламинарное течение слабопроводящей жидкости в узкой цилиндрич. трубке вдоль магн. поля устойчиво при $S > 0,1$ (см. Пуазёйля закон).

СУББУ́РЯ — возмущения в магнитосфере (М.) Земли, вызванные изменениями в солнечном ветре и сопровождающиеся повышенной диссипацией поступающей и (или) уже поступившей в М. (накопленной) энергии солнечного ветра. С. проявляется в целом комплексе геофиз. явлений, охватывающем практически всю М. В связи с этим различают С. в полярных сияниях, магн. С. (см. Магнитные вариации), ионосферную С., С. в энергичных заряж. частицах и т. д., объединяемых общим понятием магнитосферной С.

При повороте межпланетного магн. поля (ММП) к югу увеличивается поток энергии солнечного ветра внутрь М. вследствие процессов пересоединения на магнитопаузе (см. Магнитосфера Земли). Эта энергия начинает накапливаться в хвосте М. в виде кинетич. и тепловой энергий плазмы, магн. энергии крупномасштабных токов, текущих в плазменном слое или вдоль магн. силовых линий между плазменным слоем и авроральной ионосферой. Одновременно (с временной задержкой в 10—20 мин из-за индуктивности системы М.—ионосфера) начинается повышенная, связанная с усилением крупномасштабной магнитосферной конвекции диссипация энергии в авроральной ионосфере в форме джоулева тепла (прямая диссипация, процесс прямого действия). По достижению критич. уровня запасённая в хвосте энергия высвобождается взрывообразным образом (взрывная диссипация, процесс разгрузки). Часть высвобождаемой в процессе разгрузки энергии появляется во внутр. М. в форме кольцевого тока, джоулева разогрева, вторжения авроральных частиц, др. часть в виде образовавшегося в хвосте М. плазмоида (см. ниже) возвращается обратно в солнечный ветер. Оба процесса (прямого действия и разгрузки) дают в среднем одинаковый вклад в энергетику С., однако в индивидуальных С. один из них может преобладать. В период сильных С. диссипация энергии может достигать $\sim 10^{12}$ Вт (в спокойном состоянии М. $\sim 10^{10}$ Вт). Продолжительность изолированной С. прибл. 2—3 ч, но такая С. довольно редкое явление. Обычно С. возникают «сериями», новая С. начинается ещё до окончания предшествующей. Выделяют 3 фазы элементарной изолированной С.: подготовительную (фазу зарождения, роста, предварительную), развития (активную, взрывную), восстановления (затухания) (рис.).

Начало подготовительной фазы С. совпадает с поворотом ММП к югу и началом роста запаса энергии в хвосте М. Увеличивается перенос магн. потока с дневной

стороны М. в хвост, что проявляется в смещении в более низкие широты дневного каспа и дневного сектора овала полярных сияний. Увеличение магн. потока в хвосте М., рост напряжённости магн. поля и накопленной в хвосте энергии сопровождаются увеличением токов в плазменном слое хвоста и плавным уменьшением на поверхности Земли горизонтальной компоненты магн. поля в ночном секторе авроральной зоны. Это приводит к вытягиванию в хвост магн. силовых линий на геоцентрич. расстояниях 7—12 R_3 (R_3 — радиус Земли), приближению к Земле внутр. границы плазменного слоя и соответственно смещению в более низкие широты экваториальной дуги ночного сектора овала. В результате поворота ММП к югу увеличивается напряжённость направленного с утренней стороны на вечернюю электрич. поля во внутр. М., начинает уменьшаться толщина плазменного слоя и, как следствие этого, увеличиваются размеры полярной шапки, усиливается крупномасштабная магнитосферная конвекция. На этой фазе С. процессы накопления энергии в хвосте М. и в кольцевом токе преобладают над диссипацией энергии в авроральной ионосфере. Продолжительность фазы от 0,5 до 1 ч.

Подготовит. фаза прерывается внезапным, практически взрывным усилением диссипации энергии, к-рое свидетельствует о начале активности, т. е. о переходе С. в фазу развития. Активность может обуславливаться энергией, запасённой в хвосте М., даже после прекращения поступления энергии из солнечного ветра. Так что уменьшение поступления энергии не обязательно означает переход от фазы развития в последующую фазу восстановления С. В конце подготовит. фазы из-за уменьшения толщины плазменного слоя и изменения конфигурации магн. силовых линий плазма в хвосте приближается к неустойчивому состоянию. Вблизи нейтрального слоя хвоста развивается бесстолкновит. неустойчивость тиринг-моды (см. Неустойчивости плазмы), к-рая приводит к возникновению на геоцентрич. расстоянии $\geq 15R_3$ макроскопич. нейтральной линии и началу бурного процесса пересоединения магн. силовых линий долей хвоста. Энергия, высвобождаемая при развитии тиринг-неустойчивости в хвосте М., считается ответственной за фазу развития С. Начало этой фазы характеризуется бурными процессами ускорения плазмы во внутр. М., генерацией интенсивных продольных токов, что на поверхности ночной стороны Земли сопровождается уярчением дуг полярных сияний, образованием авроральной выпуклости (области с активными полярными сияниями) и её расширением к полюсу, формированием движущегося к западу изгиба полярного сияния и интенсивной авроральной западной электроструи, появлением пульсаций геомагн. поля типа P_2 . Вторжения энергичных частиц из М. приводят к увеличению проводимости ионосферы, возникновению поляризац. электрич. полей и интенсивных токов, к-рые составляют ионосфер. часть трёхмерной токовой петли, возникающей на фазе развития С. Через ионосферную часть трёхмерной токовой петли диссипирует значит. часть энергии, запасённая в хвосте М. Токи втекают в ионосферу в утреннем секторе и вытекают в вечернем. Суммарная интенсивность токов в хвосте уменьшается, и конфигурация магн. поля в ближней (к Земле) части хвоста приближается к дипольной. В дальней части хвоста в результате пересоединения вытянутые в хвост линии разрываются, образуя замкнутые петли. Весь этот район плазменного слоя перестаёт быть связанным магн. силовыми линиями с Землёй и может свободно удаляться от неё под влиянием градиента плазменного давления. Отделившись от Земли и движущаяся в хвост часть плазменного слоя, пронизанная замкнутыми петлями магн. поля и содержащая нейтральную линию, наз. плазмойдом. Плазмойд довольно быстро (за ~ 10 мин) перемещается в хвост на расстояние $\geq 60R_3$. Таким образом, М. сбрасывает избыток плазмы и энергии, к-рую не может больше удерживать в геомагн. хвосте.

После ухода плазмоида начинается восстановление плазменного слоя, сопровождающееся быстрым движением активных сияний и западной электроструи к полюсу.



Идеализированная схема связи вводимой в магнитосферу (W_1) и диссипирующей в виде джоулева тепла (W_2) энергий и фаз магнитосферной суббури; пунктир — прямая диссипация, штриховая часть — взрывная диссипация.