

14. СТРУЙНЫЕ ТЕЧЕНИЯ

Ранние визуальные наблюдения за дрейфом перистых облаков указывали на существование сильных и преобладающе зональных ветров в верхней тропосфере. Визуальные наблюдения серебристых облаков (после извержения Кракатау в 1883 г.) также обнаружили существование на больших высотах сильных ветров восточного направления над экваториальной полосой и западного направления в средних широтах.

Ураганные ветры на высотах впервые были зарегистрированы в 20-х годах, но это были эпизодические наблюдения, и им не придали большого значения. Точных знаний о распределении сильных потоков в верхних слоях тропосферы не было получено вплоть до 1933 г., когда Бьеркнес построил меридиональные разрезы, используя температурное зондирование нескольких, удаленных друг от друга станций. Бьеркнес вычислил по градиенту изогипс геострофический ветер и подтвердил ранние качественные и эпизодические количественные наблюдения.

Но открытиям Бьеркнеса также не было уделено должного внимания до 1940 г., когда появилась довольно густая и обширная сеть зондирующих станций. Полученные наблюдения подтвердили, что в верхней тропосфере почти всегда существуют сильные узкие потоки больших скоростей ветра.

В 1945 г. американские пилоты над Японией встретили исключительно сильную струю, скорость в которой была около 250 миль/час (около 140 км/час). Тяжелые американские бомбардировщики, летавшие со скоростями 350-400 км/ч на высоте около 8 км, часто отклонялись от взятого курса или теряли скорость, иногда попадая в зону встречных ветров такой силы, что оставались в воздухе почти в неподвижном состоянии, зависая над теми или иными объектами.

Эти встречи породили интерес к струйным течениям и привели к обширным синоптическим исследованиям верхних ветров.

По определению Всемирной метеорологической организации «Струйное течение – это сильный узкий поток с почти горизонтальной осью в верхней тропосфере или нижней стратосфере, характеризующийся большими вертикальными и горизонтальными сдвигами ветра и одним или более максимумами скорости».

Длина струйного течения порядка тысяч километров, ширина – сотен километров, вертикальная мощность – нескольких километров.

Условно за нижний предел струйного течения принимаются скорости 30 м/с. Указанный предел скорости выбран с учетом того, что ветер, превышающий 100 км/ч, оказывает заметное влияние на путевую скорость самолетов, летающих в зоне струйных течений.

Области максимальных ветров на картах представлены в виде систем замкнутых изотих эллиптической формы, вытянутых вдоль потока (рис. 14). Эти подвижные максимумы перемещаются вдоль оси струйного течения в направлении потока. Они очень изменчивы и имеют продолжительность по времени от нескольких часов до суток.

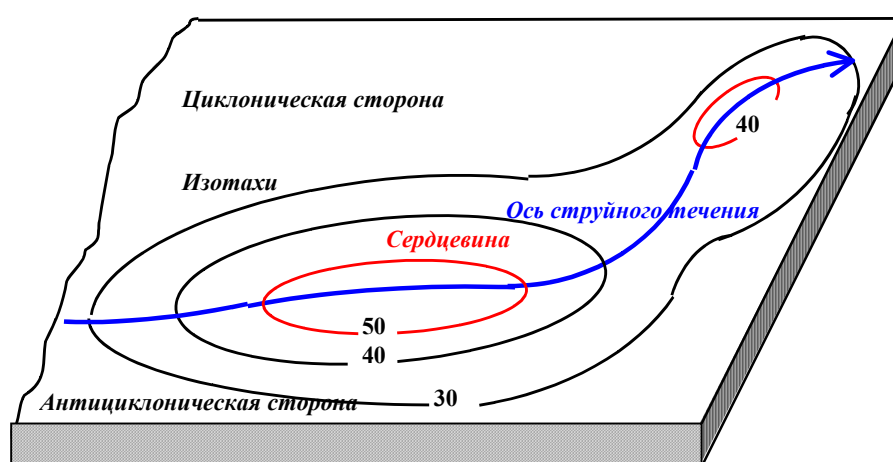


Рис. 14. Схема струйного течения

Центральную часть струйного течения, в которой скорости ветра наибольшие, называют сердцевинной. Поперечное сечение сердцевинной не превышает 50-100 км по горизонтали и 1-2 км по вертикали.

Линия максимального ветра внутри сердцевинной называется осью струйного течения. Максимальные скорости на оси струйного течения могут достигать 50-100 м/с. Ось струйного течения не строго горизонтальна, поэтому не прослеживается на какой-либо изобарической поверхности.

Сдвиг ветра в области струйного течения около 5-10 м/с на 1 км по вертикали и 5-10 м/с и более в горизонтальном направлении.

Слева от оси, если смотреть по направлению потока, расположена циклоническая сторона струйного течения, справа — антициклоническая. Для тропосферных

струйных течений применяют названия «тёплая» (антициклоническая сторона струйного течения) и «холодная» (циклоническая сторона струйного течения).

Поверхность, которая проходит через точки с максимальной скоростью на вертикальных профилях ветра в разных частях струйного течения, называется поверхностью максимального ветра. Ось струйного течения лежит на этой поверхности. Часто для отображения струйных течений используют поверхность АТ300, которая расположена вблизи оси струйных течений умеренных широт.

Наименьшие высоты поверхности максимального ветра обычно наблюдаются левее оси струйного течения. Чем сильнее ветер на данном участке струи, тем ниже располагается уровень его максимальной скорости. Наиболее низко ось струйного течения лежит в барических ложбинах, наиболее высоко – в барических гребнях.

Одновременно с изменением высоты оси струйного течения вдоль потока изменяется и скорость ветра на оси: образуются подвижные области повышенных скоростей ветра, а в промежутках между ними – области более слабых ветров. Причины такой неоднородности связаны, главным образом, с неоднородной адвекцией ветра и температуры в нестационарных процессах, а также с мезомасштабными явлениями.

Главной причиной изменения скорости ветра вдоль оси струйного течения и образования подвижных областей максимальных ветров и областей более слабых ветров между ними являются динамические факторы (дивергенция, перенос вихря, процессы вихреобразования и диссипации вихря); играет роль и термический фактор – адвекция.

В струйных течениях сконцентрирована максимальная кинетическая энергия атмосферы.

Положение струйных течений совпадает с положением области наиболее сильных меридиональных градиентов температуры и давления в тропосфере, т.е. с положением высотной фронтальной зоны. Струйные течения умеренных широт связаны с главными фронтами тропосферы – полярными и арктическими.

Всякое струйное течение является составной частью планетарной высотной фронтальной зоны (ПВФЗ), состоящей из нескольких (обычно, из 3-5) высотных фронтальных зон. Длина ПВФЗ может достигать 5 000-12 000 км.

Над каждым полушарием всегда можно найти несколько тропосферных струйных течений, в общем направленных с запада на восток. Однако, ориентировка их может сильно меняться и отличаться от зональной, они могут значительно перемещаться

по широте, меандрировать. Подобно слиянию и раздвоению ВФЗ, возможно и слияние, и раздвоение струйных течений

Каждому типу ПВФЗ соответствует характерный диапазон высот струйного течения и ряд других характеристик.

По условиям географической локализации различают:

- Струйное течение арктического фронта (арктическое СТ), располагающееся на высотах 6-8 км с максимальными скоростями, достигающими 60-100 м/с и выше.

- Струйное течение полярного фронта (струйное течение умеренных широт), которое наблюдается в зоне 65-45 ° с.ш. Оно располагается на высотах 9-12 км. Максимальные скорости достигают 80-100 м/с, иногда 120-130 м/с. Наибольшие скорости ветра отмечаются над восточным побережьем Северной Америки и особенно Азии. Струйное течение хорошо выражено на ежедневных картах максимальных ветров.

- Субтропическое струйное течение располагается на высотах 11-16 км. Наибольшие скорости отмечаются на восточном побережье Азии, преимущественно над югом Японии, а также на восточном побережье США. Над Японией максимальная скорость ветра иногда достигает 180-200 м/с.

Субтропическое струйное течение относится к наиболее устойчивым и прослеживается в виде почти непрерывного пояса сильных западных ветров на северной периферии субтропических областей высокого давления. Положение его оси испытывает значительные сезонные изменения.

- Экваториальное струйное течение с максимальной скоростью 40-50 м/с обычно имеет восточное направление и может наблюдаться в течение всего года на уровнях 100-10 гПа. Экваториальное СТ наблюдается над Африкой, Юго-Восточной Азией, Австралией, Атлантическим и Тихим океанами в полосе между экватором и 15 ° обоих полушарий.

В северном полушарии экваториальное СТ далее всего от экватора отмечается в июле, ближе к экватору оно в январе.

Оси арктического, полярного и субтропического струйных течений практически всегда находится в верхней тропосфере, хотя сами они могут охватывать как верхнюю тропосферу, так и нижнюю стратосферу. Эти СТ называют тропосферными струйными течениями.

Ось экваториального СТ всегда наблюдается выше 20-30 км (50-10 гПа), и его относят к стратосферным СТ.

Струйные течения и ПВФЗ с их большими скоростями и сдвигами ветра, со значительными отклонениями ветра от геострофического, являются зонами хорошо развитой дивергенции и конвергенции скорости в верхней тропосфере. Эти зоны вызывают соответствующие изменения давления у поверхности Земли. Поэтому структура полей ветра в СТ и ПВФЗ играют важную роль в возникновении и развитии циклонов и антициклонов умеренных широт. Наиболее благоприятные условия для развития циклонических вихрей создаются в передней (правой) части макромасштабной высотной ложбины ПВФЗ – там, где убывает циклоническая кривизна изогипс по потоку.

Развивающийся циклон обычно находится впереди и правее замкнутой области максимальных ветров в СТ и перемещается вместе с ней. Развивающийся антициклон, как правило, находится позади и левее замкнутой области максимальных скоростей ветра в СТ и перемещается с этой областью. Скорость ветра на оси струйного течения над холодным фронтом обычно больше, чем над тёплым фронтом. Ось струйного течения находится непосредственно за холодным и перед тёплым участками атмосферных фронтов.

С развитием (углублением циклона) ось струйного течения постепенно отходит на тёплую периферию циклона и теряет с ним связь.

В системе антициклона происходят аналогичные процессы, с тем различием, что по мере усиления антициклона струя перемещается в сторону его холодной части.

В том и другом случаях одновременно с развитием барических образований скорости воздушных течений над ними в верхней тропосфере ослабевают.

На спутниковых фотографиях облачность струйных течений обычно имеет форму обширного массива или длинной широкой полосы, а иногда ряда длинных полос перистых облаков, вытянутых вдоль потока. Край облачности струйного течения на циклонической стороне резко очерчен и хорошо виден на фоне подстилающей поверхности, если в нижележащих слоях нет облаков.

В случае фронтальной облачности край облаков виден по тени, отбрасываемой на нижележащие облака. Облачная полоса повторяет конфигурацию струйного течения, огибая высотные гребни и ложбины.

В нижней тропосфере в пределах пограничного слоя также отмечаются протяженные зоны сильных ветров (мезоструйные течения). Их протяженность в направлении по потоку обычно составляет несколько сотен километров.

Скорости ветра на оси струйных течений нижней тропосферы достигают 60-70 м/с и превышают в 1-1.5 раза скорость геострофического ветра. В качестве критерия для выделения струйных течений нижней тропосферы чаще всего используют нижний предел скорости 15 м/с.

Нефронтальные струйные течения нижней тропосферы наблюдаются чаще всего в задерживающих слоях атмосферы, преимущественно в слоях инверсий, причем, в их нижних частях.

Фронтальные струйные течения нижней тропосферы располагаются перед тёплыми и холодными фронтами параллельно им.

Струйные течения нижней тропосферы способствуют возникновению и усилению опасных явлений погоды: сильных ветров, интенсивной конвекции. Вследствие больших сдвигов ветра в нижней части они представляют опасность для авиации.