

Ветер побережья.

Н. И. Новожилов, (из архивов журнала "Катера и Яхты").

Казалось бы, особенности ветра на море достаточно хорошо изучены за долгую историю мореплавания, которое до середины XIX в. было парусным. Моряки первыми освоили глобальные системы ветров, положенные затем в основу учения об общей циркуляции атмосферы, первыми познали законы бурь и многообразные особенности ветра, обусловленные влиянием берегов и островов. Но для современных яхт основное значение приобрели такие свойства ветра, которые в те времена не имели решающего значения. Так, в последнее время за рубежом в метеорологической литературе для яхтсменов основное внимание уделяется пульсациям скорости и направления ветра, т. е. его порывам.

На порывистость ветра в основном влияют два фактора: рельеф и термическая неоднородность подстилающей поверхности. Даже вдали от берега на структуру воздушного потока влияет не только волнистая поверхность моря, но и та незначительная термическая неоднородность этой поверхности, которая проявляется в виде так называемых теплых пятен, т. е. относительно небольших участков, температура которых отличается всего лишь на несколько десятых долей градуса.

Воздушные потоки, поступающие на водную поверхность, всегда несут с собой уже сформировавшиеся в них вихри; они всегда уже в какой-то мере турбулизованы, особенно это относится к холодному воздуху, поступающему на теплую поверхность воды. В холодных потоках воздуха сохраняется и усиливается над теплой водой термическая неустойчивость, которая в основном и определяет порывистость ветра.

Измерения над морем показали, что при вторжении холодного воздуха скорость ветра в порывах увеличивается почти в 2 раза, а между порывами уменьшается почти в 3 раза по сравнению со средней скоростью. При одной и той же скорости холодный ветер на море создает и более высокую волну, чем теплый, благодаря направленным вниз воздушным струям, "роющим" водную поверхность.

Наряду с беспорядочными "непредсказуемыми" порывами ветра, обусловленными его турбулентной природой, в воздушных потоках наблюдаются также сравнительно упорядоченные порывы или пульсации, которые объясняются влиянием облаков. Чередование солнца и тени вызывает удивительно закономерное чередование скорости ветра.

Вот солнце вышло из-за облака, и ветер почти сразу стих. Успокоились деревья и кусты, только отдельные листья трепещут в их густых кронах. Доверчиво выпрямилась трава. Но вдруг набежала тень облака, и вершины деревьев встревожились. Ветер неожиданно пригнул траву к земле и погнал по полю волны. Но это ненадолго. Облачная тень промчалась, выглянуло солнце, и ветер снова стих. Тени, то короткие, то длинные, чередуются с солнцем, и на эти чередования неустанно отзывается ветер. При частых облаках эти усиления и ослабления ветра воспринимаются на слух как ветровой прибой.

Наблюдения показывают, что если при солнце скорость ветра была, например, около 2 м/с, то при появлении тени, через 3-5 мин, скорость достигает 5-7 м/с. Такое резкое усиление ветра возможно только в результате поступления к земле быстро движущихся порций воздуха из более высокого слоя. При этом для сохранения баланса массы от земли должны подниматься вверх такие же порции воздуха. В те промежутки времени, когда участок земли освещается прямыми лучами солнца, воздух над ним поднимается вверх, а при появлении тени здесь преобладает опускание воздуха.

Чтобы за несколько минут ветер усилился на 3-5 м/с, необходимо, чтобы опускание воздуха происходило с высоты не менее 50 м, т. е. чтобы скорость опускания была около 0,5 м/с, а это вполне согласуется с фактическими данными. Усиление ветра при наступлении тени происходит в какой-то мере и под влиянием оседания воздуха, вызванного уменьшением его удельного объема вследствие охлаждения. Не следует также забывать, что в условиях конвекции приземный слой воздуха пронизан множеством потоков, и затемнение земной поверхности набегающим облаком способствует проникновению до земли уже имеющих вертикальных движений.

Весьма характерно, что если облачные тени сбегает с моря на берег, то при этом не наблюдается сколько-нибудь заметных колебаний скорости ветра на берегу, связанных с прохождением облаков. Температура воздуха над водой не успевает заметно измениться за несколько минут нагревания или охлаждения, конвективного обмена между слоями воздуха не возникает, и в воздушном потоке не наблюдается заметных пульсаций скорости. Не приходится ожидать пульсаций и от прохождения кучевых облаков над открытым морем вдали от берега. Однако ветер, дующий с берега на море, неизбежно будет иметь в прибрежной зоне шириной, по-видимому, не менее 500 м все пульсации, возникшие над берегом. Этот случай представляет наибольший интерес для яхтсменов.

Пульсация скорости ветра, обусловленная прохождением облаков, была исследована английскими учеными Джибльтом и Дарстом еще в двадцатых годах нашего столетия. Для объяснения ее они предложили модель атмосферного образования под названием "ячейки-порыва". Модель эта связывалась с кучевым (шквалистым) облаком, в передней части которого наблюдается резкое усиление ветра, вызванное якобы опусканием воздуха с уровня облака, а в тыловой части ветер стихает в связи с подъемом воздуха к облаку. И хотя эта модель уже не удовлетворяет современных исследователей, она до сих пор успешно используется в практике парусного спорта: приближение облака указывает рулевому, где и когда ударит порыв. Частые порывы делают путь яхты змеевидным, и при лавировании рулевые пользуются старым правилом английских моряков, согласно которому время поворота яхты на другой галс определяется из расчета: секунда на фут (30,48 см) длины ватерлинии.

Наблюдения показали, что упомянутая модель оправдывается в большинстве случаев при вторжениях холодного воздуха на акватории закрытых бухт и внутриматериковых бассейнов. Пульсации скорости и направления ветра происходят тогда с периодом 3 - 5 мин. По-видимому, в этих пульсациях сказываются не только свойства холодного воздуха, но и влияние облачных теней, сбегающих с берега на море.

При прохождении мощных кучевых и грозовых облаков порывы имеют периодичность от 20 до 30 мин. Эти порывы обусловлены уже не влиянием облачных теней на конвективный обмен, а теми вихревыми движениями с горизонтальной осью, которые наблюдаются под грозовыми облаками.

Изменения направления ветра, остробенно при порывах с периодом до 30 мин, могут достигать 20-30°. Эти изменения, как было принято считать до последнего времени, имеют свою закономерность: при усилении ветер отклоняется (в северном полушарии) вправо, при ослаблении - влево. Однако более тщательными наблюдениями было установлено, что довольно часто усиление ветра связано с поворотом влево, а ослабление, наоборот, с поворотом вправо. В серии наблюдений английского метеоролога Вотса это было в 70-80% случаев, совпавших с наличием инверсий температуры.

В Акапулько (Мексика), где в октябре 1968 г. происходили Олимпийские состязания яхт, усиления ветра, как и затишья, не сопровождалось значительной переменой направления, отклонения от среднего направления оставались в пределах 10°. Но это относится к изменениям ветра с периодом 3-5 мин. Что же касается длиннопериодных изменений, которые в Акапулько составляли 10 - 20 мин, то изменения направления достигали 20°.

Чрезвычайно многообразно механическое влияние берега на ветер. Оно определяется не только высотой и крутизной его, но и такими особенностями рельефа, как расчлененность, извилистость, наличие мысов и т. п. Степень искажения ветра оказывается различной в зависимости от скорости и направления его, и определить это в конкретном месте можно только путем наблюдений. Вместе с тем имеются некоторые давно известные представления о типичных искажениях ветра, обусловленных берегом.

Так, в глубоких ущельях, в заливах типа фиордов, вблизи островов и мысов наблюдается усиление ветра; в подветренной части высоких крутых берегов создается затишье (ветровая тень); наименьшие искажения отмечаются вблизи ровных пологих берегов, наибольшие - вблизи извилисто-гористых (берега Белого моря, Байкала, югославское побережье Адриатического моря и др.). Ширина морской зоны, где сказывается влияние берега на ветер, дующий с берега на море, принимается приблизительно равной десятикратной высоте берега.

Еще одна разновидность прибрежного ветра, с которой очень часто приходится иметь дело яхтсменам, это бриз - ветер морских и озерных побережий, изменяющий свое направление в течение суток: днем он дует с моря на более нагретый берег (морской или дневной бриз), ночью с охлажденного берега на более теплое море (береговой или ночной бриз).

Дневной бриз появляется на берегу утром, от 9 до 11 час. Начинается он далеко в море на расстоянии (в умеренной зоне) около 20 км от берега и продвигается в виде вала, именуемого бризовым фронтом, скорость которого несколько меньше скорости ветра. Наибольшая скорость бриза на берегу не превышает 3-5 м/с. Ночной бриз появляется вечером после 20 час., скорость его не превышает 1-2 м/с.

Причина возникновения бриза - разность температуры воздуха над сушей и над морем. Чтобы возник бриз, эта разность (в слоях толщиной в несколько сотен метров) должна составлять, по крайней мере, несколько градусов. На Азовском море бризы в середине лета практически затухают в связи с большим прогревом воды.

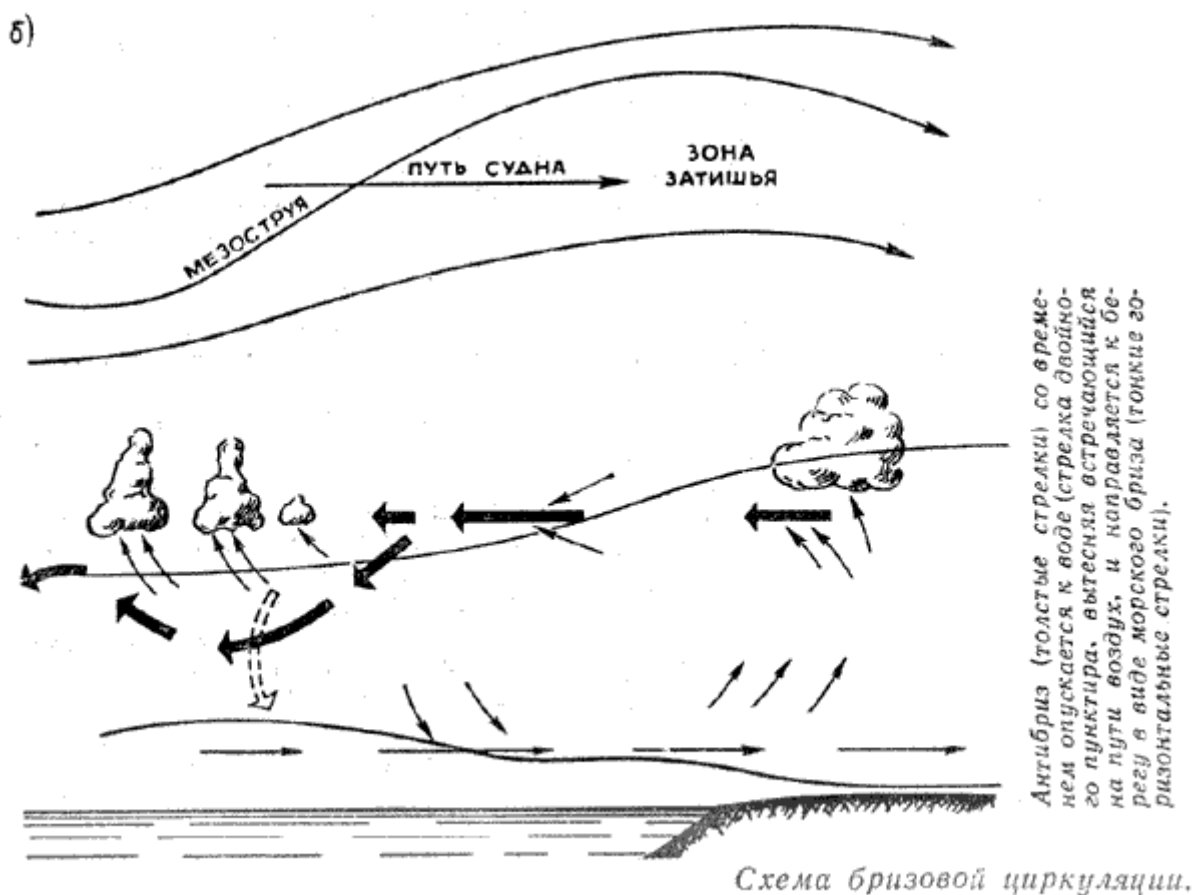
Бриз может наблюдаться только при отсутствии значительного общего переноса воздуха, обусловленного синоптическими процессами. Скорость ветра у земли 5-7 м/с, связанная с этим переносом, практически делает невозможной бризовую циркуляцию.

Характерным признаком бриза служит так называемый бризовый пояс облаков над морем; этот пояс может служить для яхтсменов ориентиром при определении ширины бризовой зоны над морем, а также показателем активности и устойчивости бризовой циркуляции.

Бризовый пояс представляет собой гряды или цепочки облаков, тянущуюся над морем параллельно берегу на расстоянии 15-20 км от берега. Иногда эта цепочка бывает узкой, иногда многорядной. В бризовом поясе обычно преобладают башенно-образные облака, часто в виде узких столбов - "взбросов", характерных, вообще говоря, для облаков пассатной зоны. Но на некоторых участках бризового пояса облака оказываются плоскими, растянутыми в сплошную или прерывистую цепочку. Возникают они в ранние утренние часы, до появления бриза на берегу, а наибольшего развития достигают в дополуденные часы. В умеренной зоне они никогда не переходят в мощные кучевые и никогда не дают осадков. Для них весьма характерна быстрая изменчивость вида: башеннообразные наросты на них сохраняются не дольше 20 мин и, исчезнув на одних участках гряды, сразу же вырастают на соседних.

В утренние часы, как только воздух над сушей прогреется, давление на высоте нескольких сотен метров оказывается больше, чем на той же высоте над морем. Под влиянием барического градиента, направленного в сторону моря, возникает воздушный поток (антибриз) с суши на море. С уменьшением наклона изобарической поверхности в сторону моря скорость антибриза уменьшается, и в некоторой зоне он начинает опускаться. Однако опускаясь, антибриз вытесняет порции воздуха, встречающиеся на его пути. В этих вытесненных порциях морского воздуха, более влажных, чем антибриз, и возникают облака, фиксирующие зону его опускания.

Давление воздуха в этой зоне становится несколько увеличенным по сравнению с давлением на берегу, и поэтому антибриз, как только он опускается до поверхности воды, направляется к берегу в виде морского бриза.



С момента достижения антибризом поверхности воды его опускание происходит, по-видимому, без значительного вытеснения морского воздуха; во всяком случае, образование бризовых облаков часто прекращается, как только на берегу появляется бриз, но в некоторых случаях бризовый пояс в виде гряды плоских облаков сохраняется до конца дня. Важно то, что морская зона между берегом и бризовым поясом облаков шириной до 15-20 км и является зоной бриза. А вот какой ветер за пределами этого пояса - направлен ли он к берегу, или в результате растекания опускающегося антибриза там возникает отток, направленный от берега, - это пока неизвестно, и, по-видимому, яхтсмены могли бы раньше других ответить на этот вопрос.

При бризе наряду с морским поясом облаков наблюдается также и береговой пояс. Он представляет собой гряду кучевых облаков над берегом, расположенную параллельно ему на удалении до 5 км от воды. Являясь результатом подъема бриза, прогретшегося над берегом, он возникает позднее морского пояса, а наибольшего развития достигает после распада облаков над морем.

Для образования морского пояса требуется достаточно развитая бризовая циркуляция, захватывающая зону моря шириной не менее 20 км. Для возникновения такой циркуляции необходим не только определенный контраст температур между сушей и морем, но и достаточная акватория шириной не менее 50 км. Морской бризовый пояс часто можно видеть, например, над Рижским заливом и над Ладожским озером, но он не наблюдается над узкой восточной частью Финского залива.

Бризы оказывают существенное влияние на течения и на волнообразование. Согласно работам американской специальной экспедиции 1971 г. по изучению течений, вызываемых морским бризом вблизи Флориды, было установлено появление волн высотой до 60 см спустя полчаса после достижения бризом наибольшей скорости (это наблюдается примерно в 13 ч), а также появление вызванных бризом прибрежных течений со скоростью до 25 см/с через 3-5 ч после начала бриза.

Несколько слов о двух довольно редких, но представляющих интерес для яхтсменов явлениях. Это утренние шквалы и зоны затишья. Причиной обоих служит низкая ветровая струя среднего масштаба - мезоструя.

В ясные тихие ночи воздух у земли охлаждается сильнее, чем на некоторой уже небольшой высоте, и к утру в нижнем слое атмосферы образуется инверсия температуры, т. е. температура не убывает с высотой, а, наоборот, увеличивается. На верхней границе инверсии, на высоте не более 100-200 м, часто возникает ветровая мезоструя, имеющая в результате колебаний волнообразный характер. В тех случаях, когда амплитуда колебания мезоструи оказывается достаточно большой, ложбина ее может опуститься до земной поверхности. Тогда вслед за прохождением над головой наблюдателя крутящегося облачного вала, характерного для гребня волны, у земли вдруг пронесется шквал, продолжающийся не более 1-2 мин. Обычно он не повторяется, и с его окончанием снова устанавливается прежнее затишье или слабый ветер.



Особенности ветра, обусловленные наличием мезоструи вблизи земной поверхности:

а — появление шквала при прохождении над местом наблюдения низко опустившейся струи; б — появление зоны затишья в результате отклонения мезоструи, расположенной у земли.

Хотя это явление типично для суши, оно, тем не менее, как "белый шквал" вполне вероятно и в прибрежной части моря.

В некоторых случаях мезоструи наблюдаются вблизи земли, на высоте буквально нескольких метров. Тогда их волнообразный характер проявляется не в вертикальной плоскости, а в горизонтальной, и прямолинейно движущееся судно может неожиданно оказаться в зоне затишья.

Обобщая все вышеизложенное, скажем, что:

- если яхтсмен, собираясь в -плаванье, оценит прежде всего, является ветер холодным или теплым до отношению к воде, и на этом основании представит себе степень его порывистости;
- если, видя бегущие над головой облака, он уловит в порывах ветра что-то подобное регулярному ветровому прибою;
- если, проходя на яхте вблизи берега, он будет следить за его конфигурацией и подготовится в зависимости от этого к изменениям ветра;

- если в ровном ветре с моря он узнает бриз, а увидев бризовый пояс облаков над морем, учтет, что на всем пространстве между берегом и бризовым поясом господствует морской бриз;

если, наконец, встретив ранним утром скоротечный шквал на воде иди неожиданно на полном ходу вдруг потеряв ветер, он не сочтет эти явления необъяснимыми - то цель этой статьи будет достигнута.