

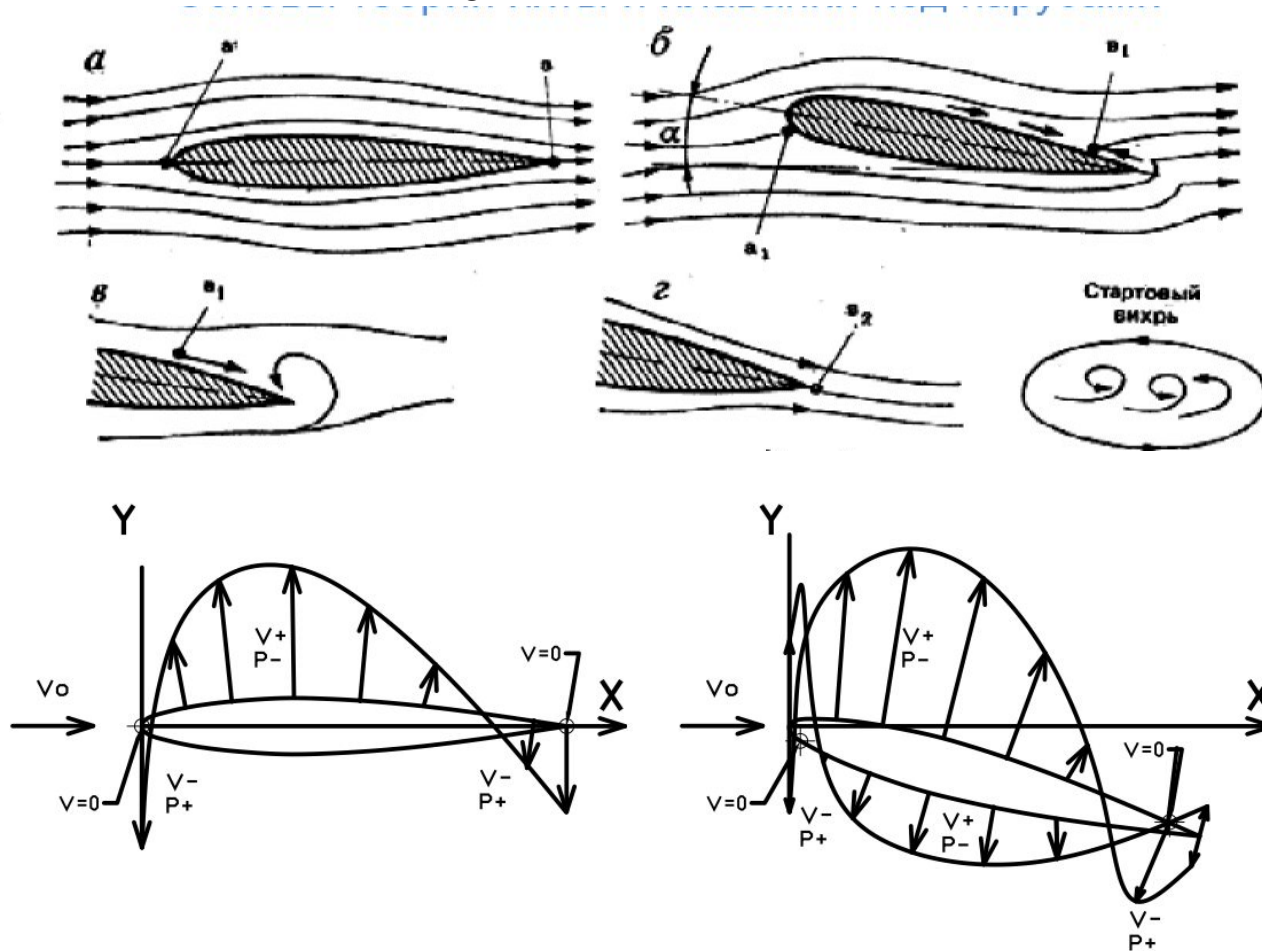
ГИДРОДИНАМИКА И НАСТРОЙКА ЯХТЫ



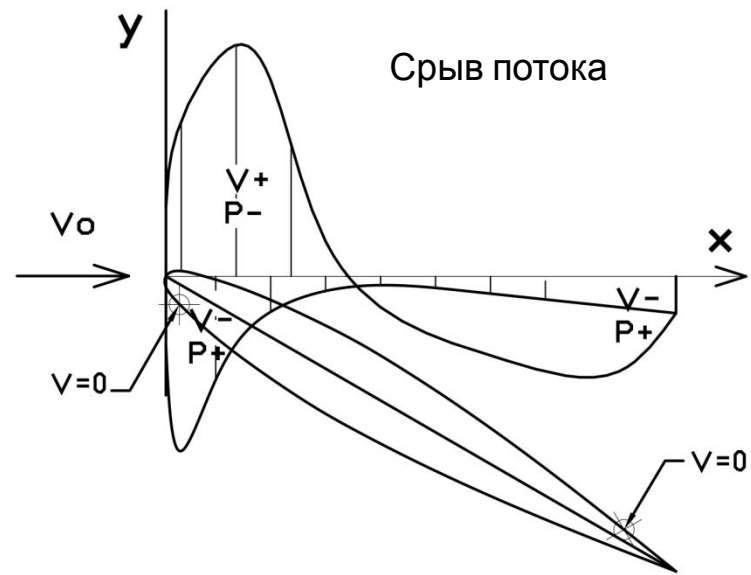
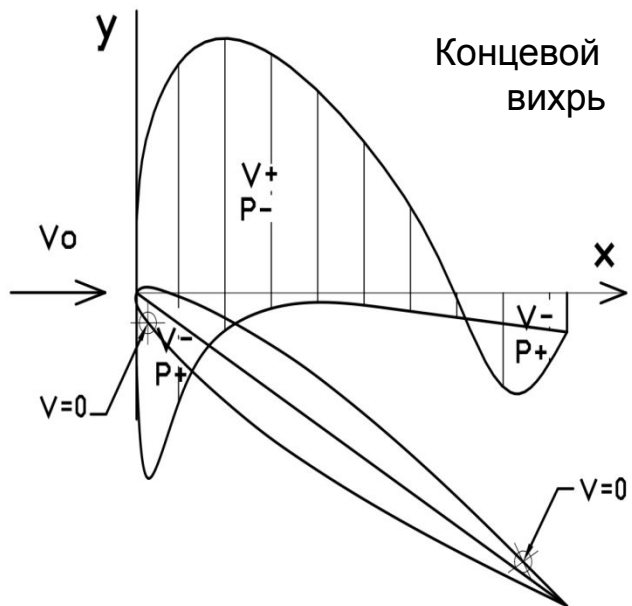
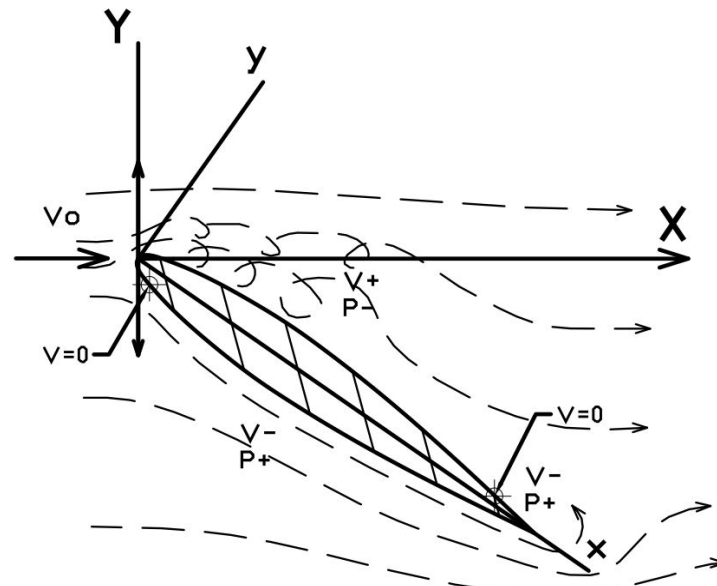
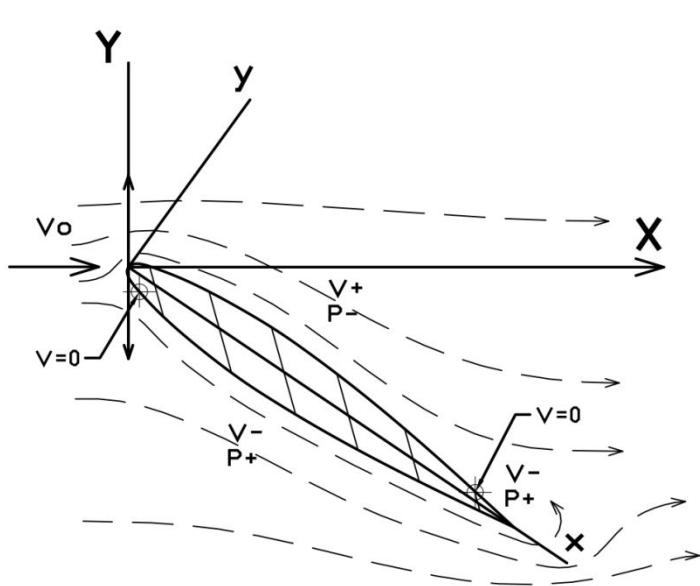
1. ОСНОВЫ ГИДРОДИНАМИКИ

1.1. Закон Бернулли:

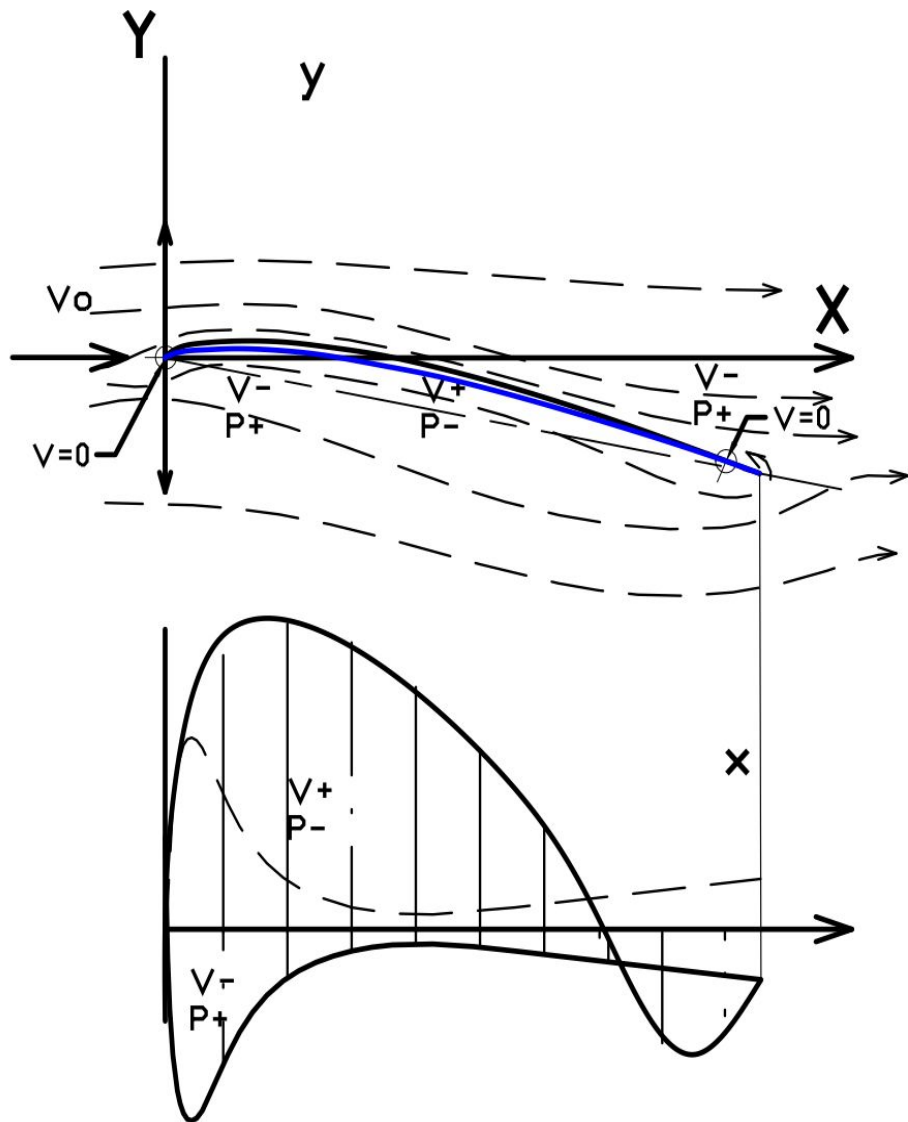
$$p_{\text{ст}} + \rho v^2/2 = \text{Const}$$



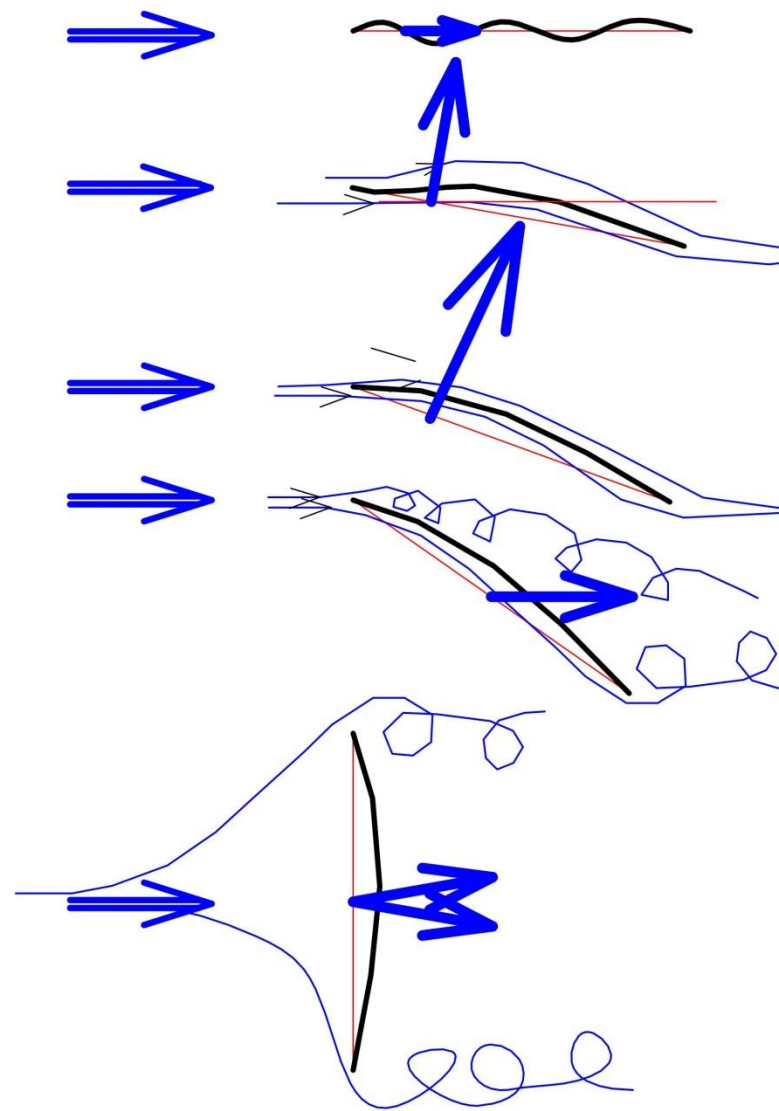
1.2. Критические точки при обтекании крыла



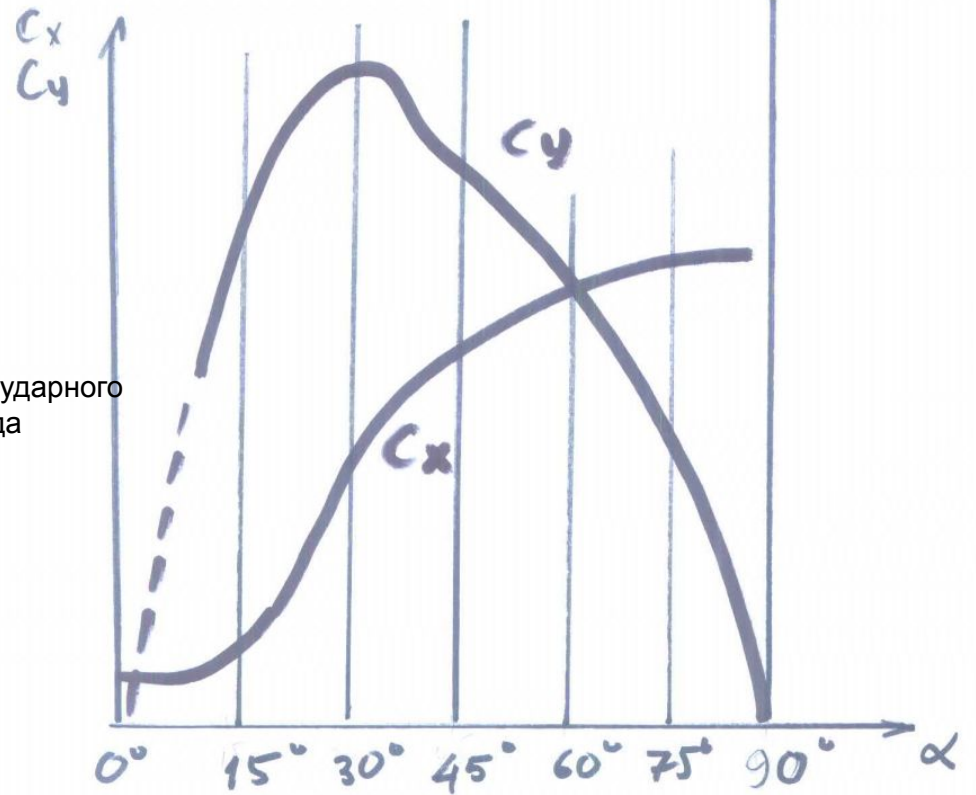
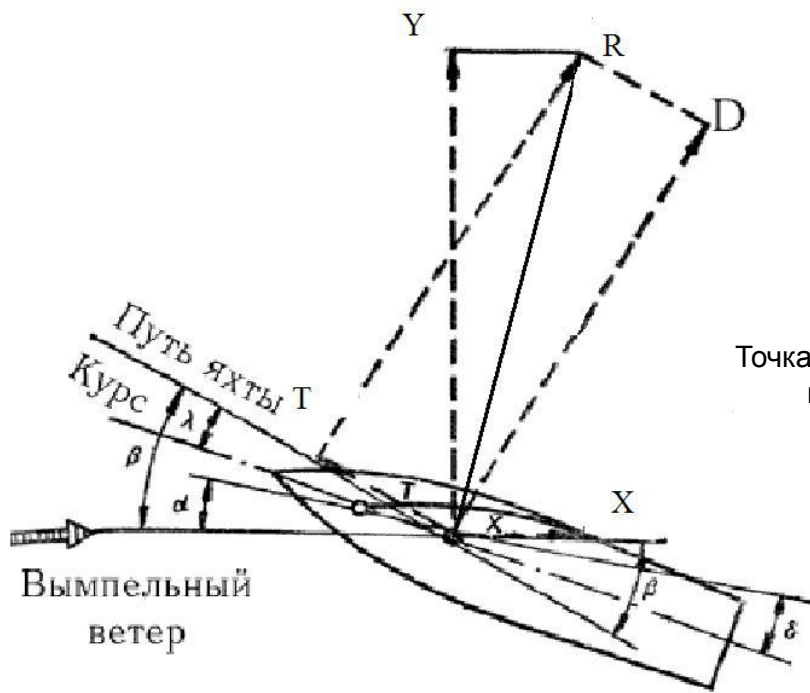
Безударный вход



Критические точки для мягкого крыла (паруса)



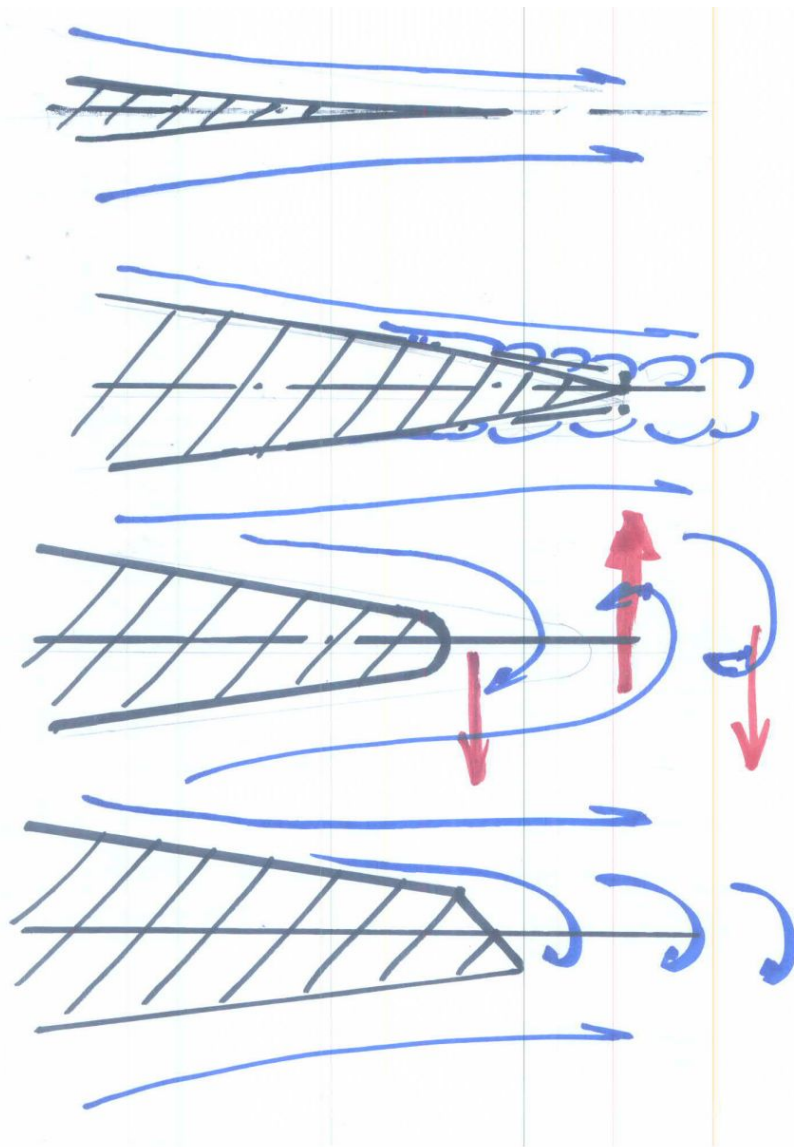
1.3. Системы координат и поляры паруса



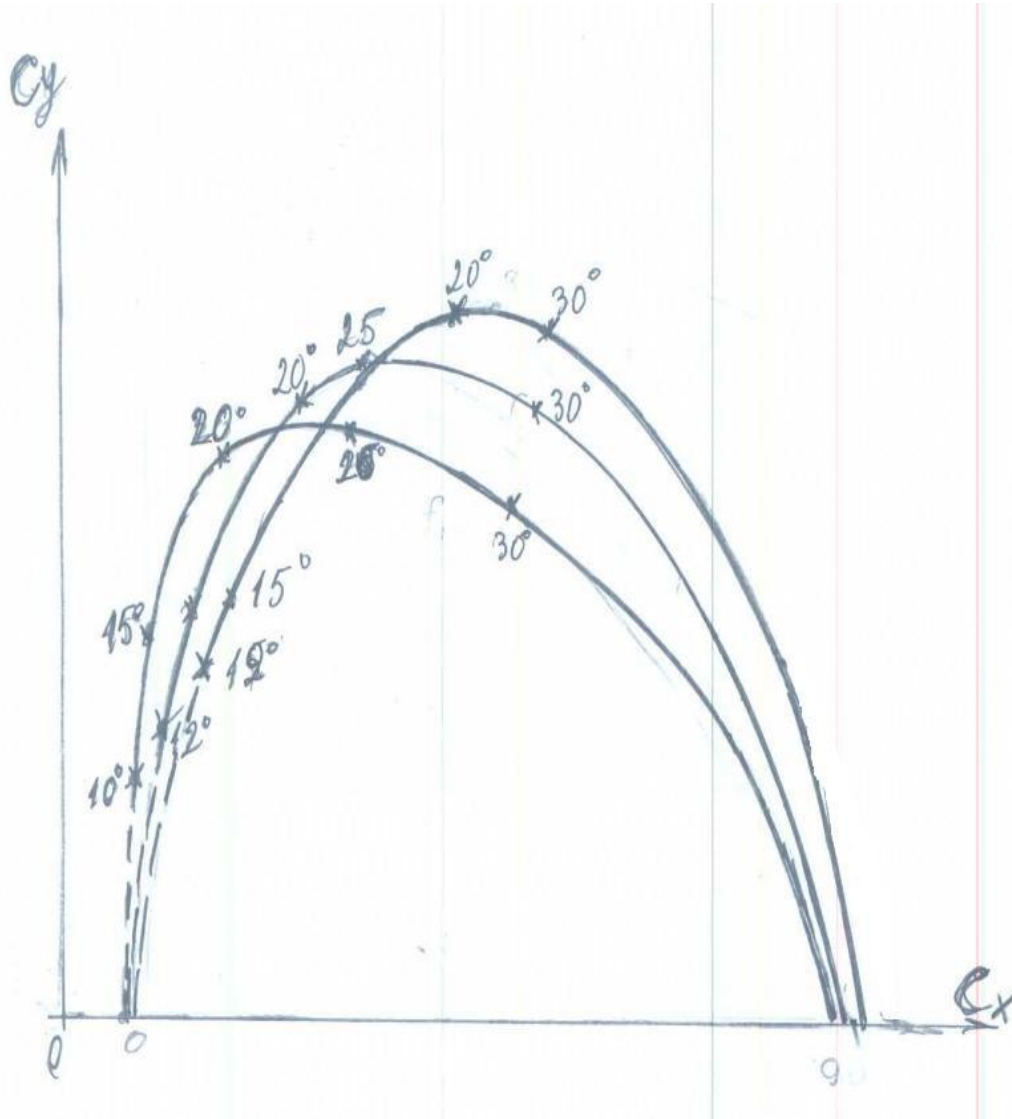
Качество крыла $K = C_y / C_x$

2 Влияние конфигурации крыла на его характеристики

2.1 Концевой вихрь

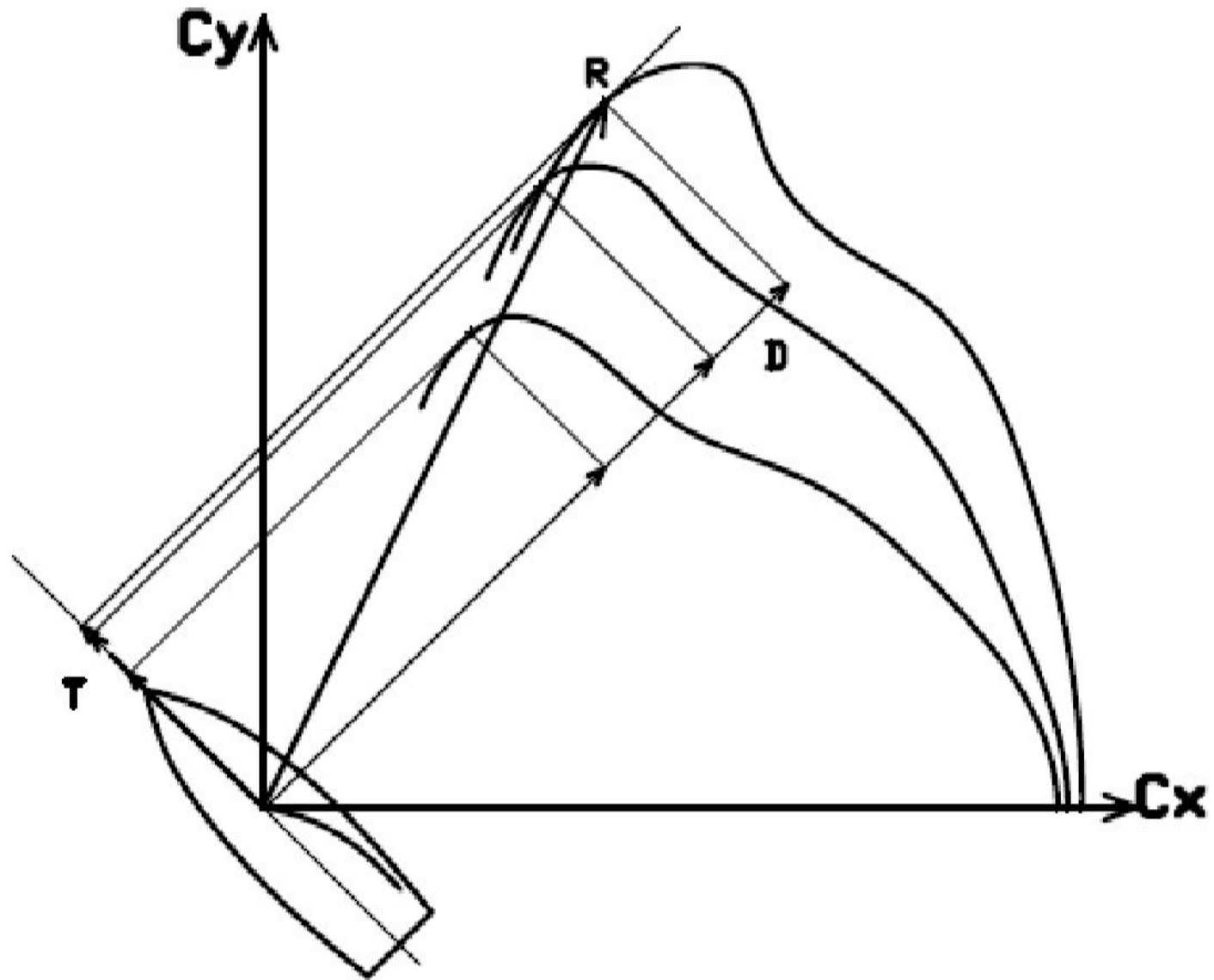


2.2. Влияние полноты паруса

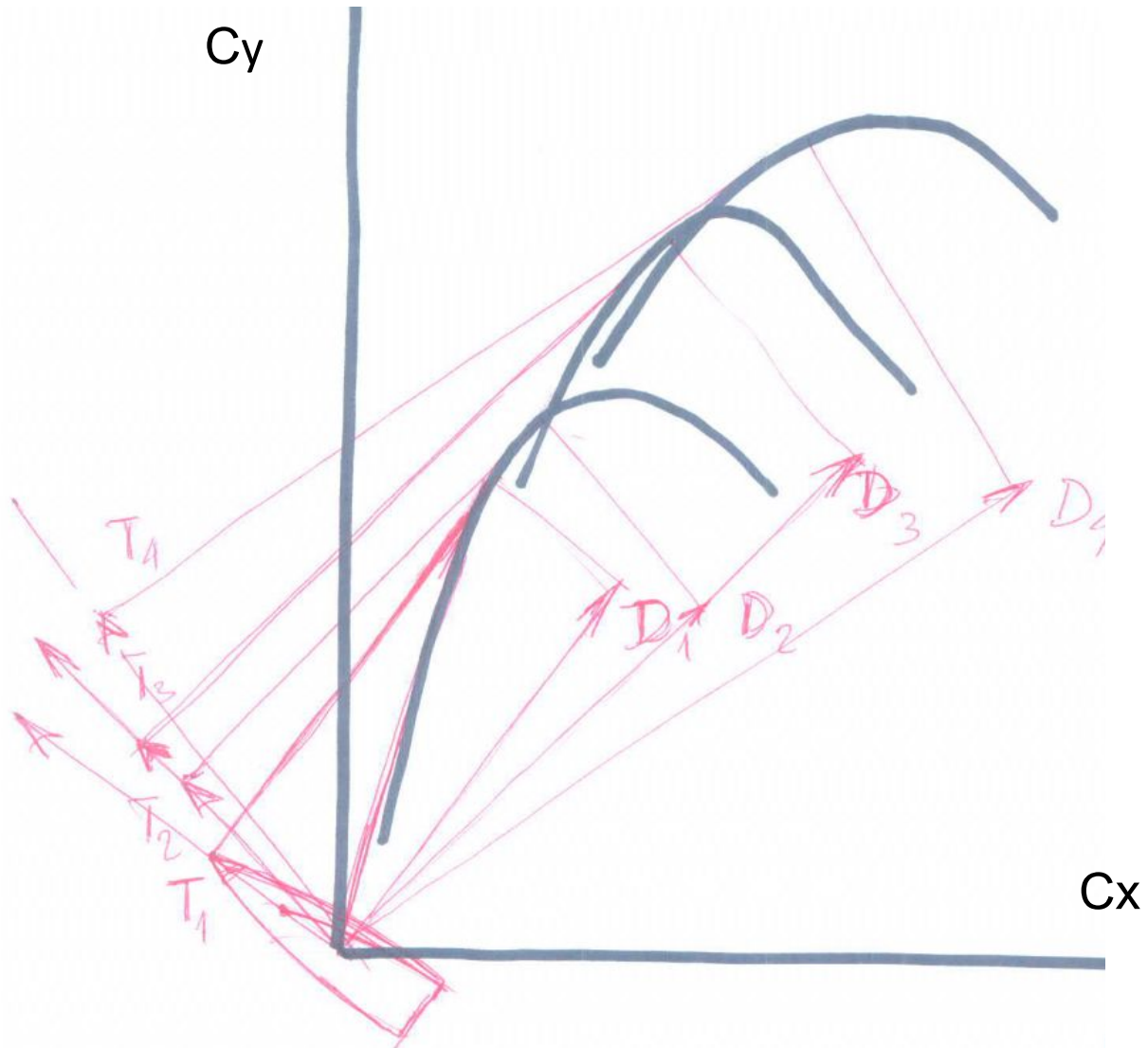


Поляры парусов разной
полноты

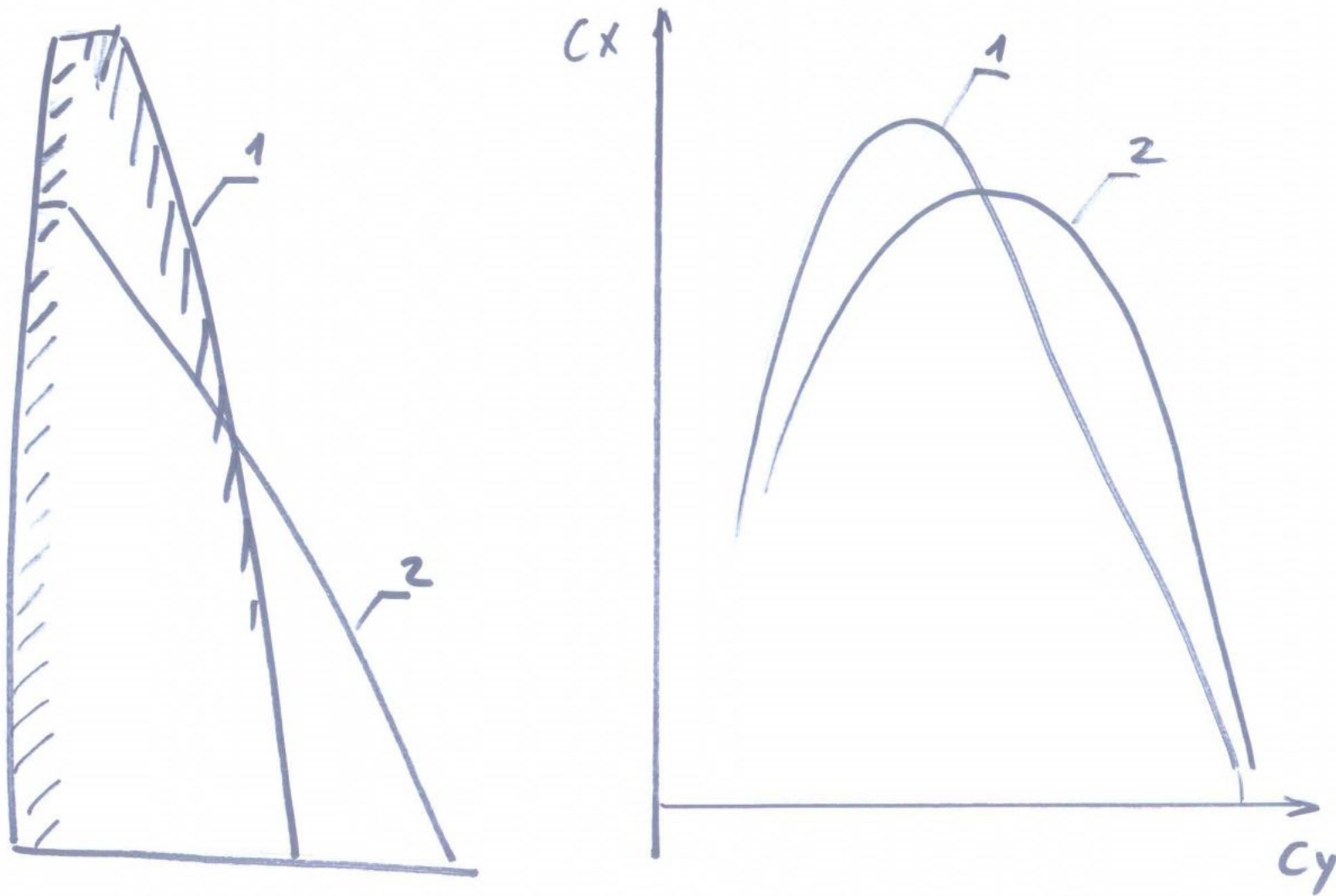
Влияние полноты паруса на тягу и дрейф



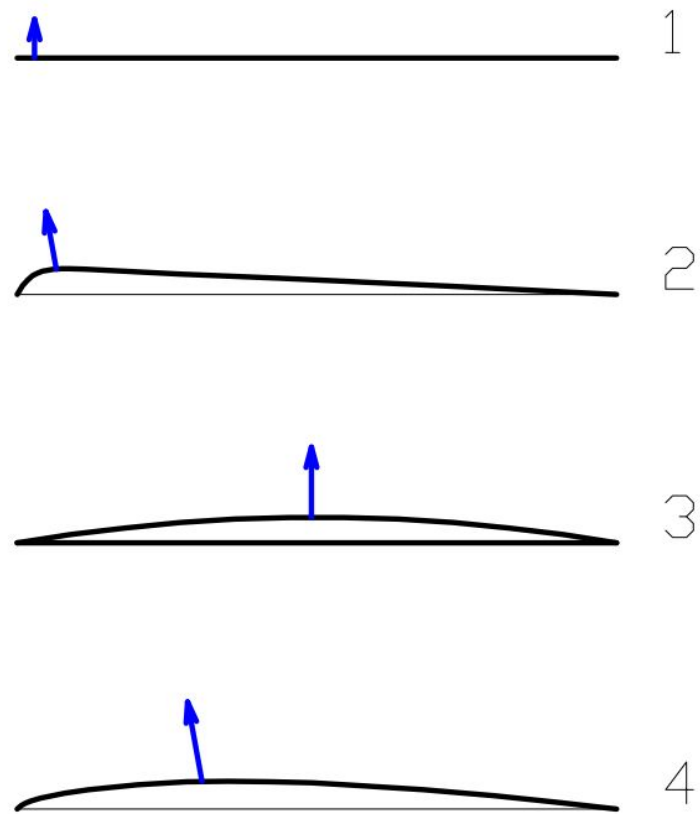
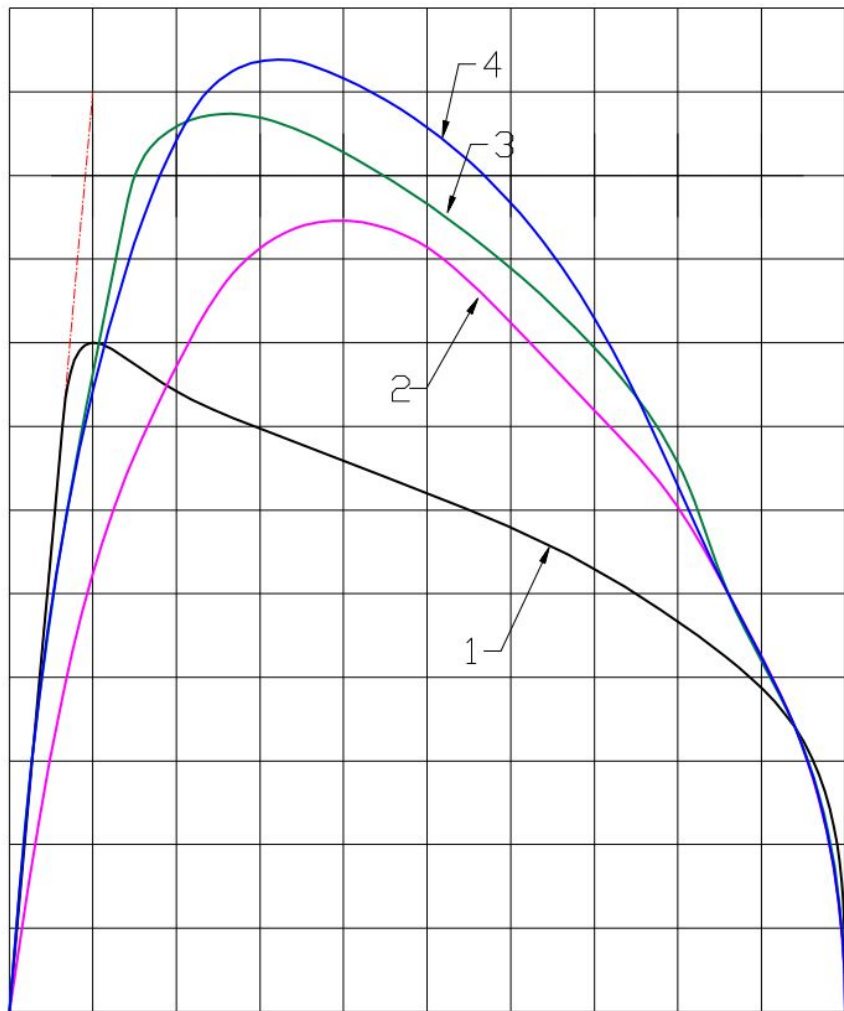
Возможности парусов разной полноты



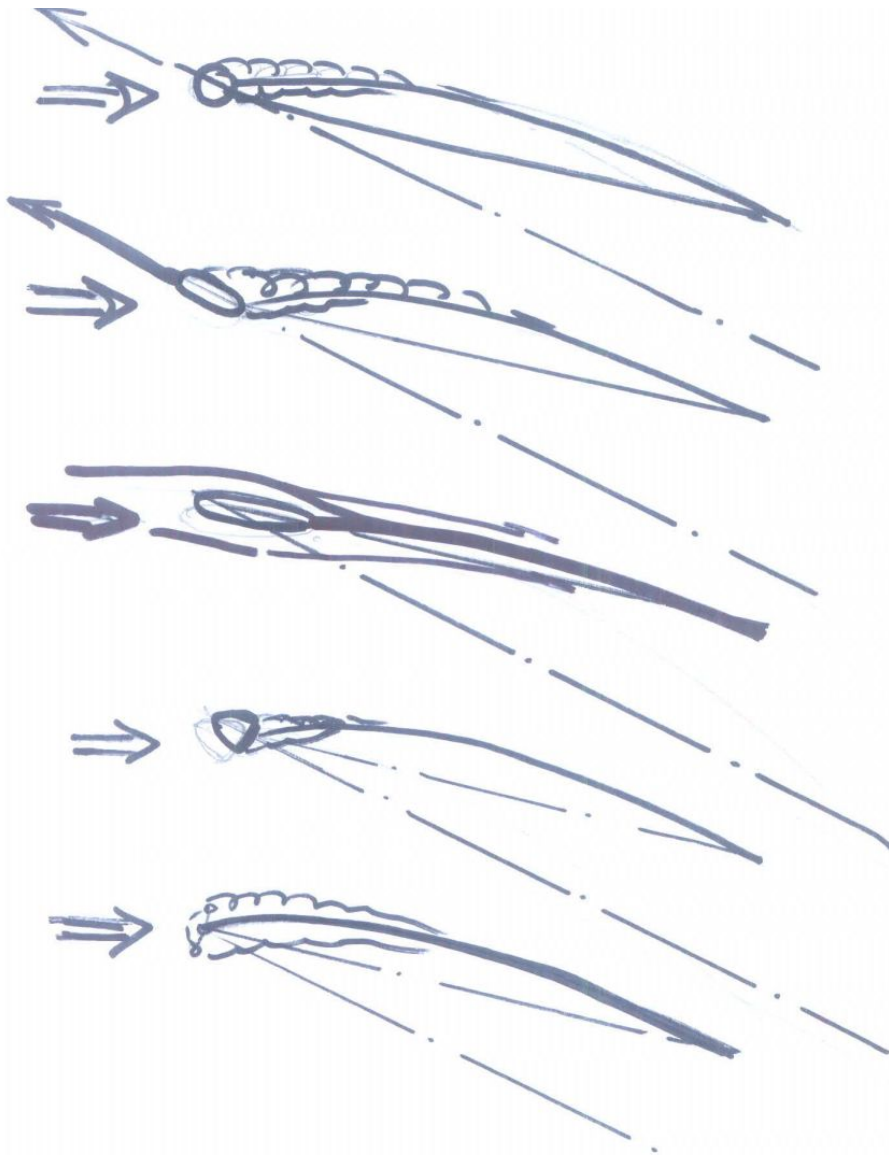
2.3. Влияние удлинения паруса



2.4 Влияние профиля крыла



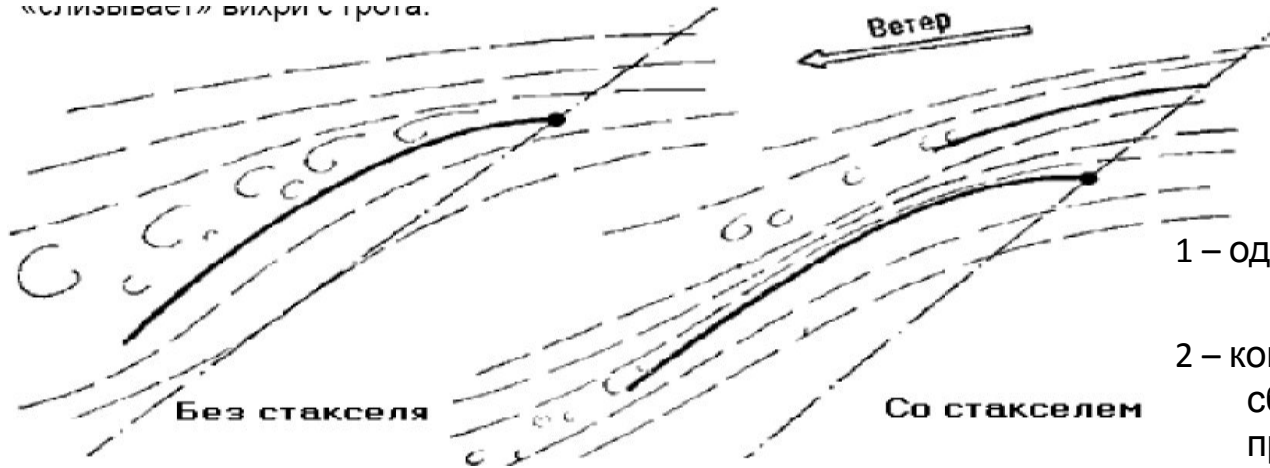
2.5. Влияние мачты



- 1 – круглая мачта
- 2 – эллиптическая мачта
- 3 – поворотная мачта – крыло
- 4 – дельтавидная мачта
- 5 – парус на штаге с болтающимся фалом

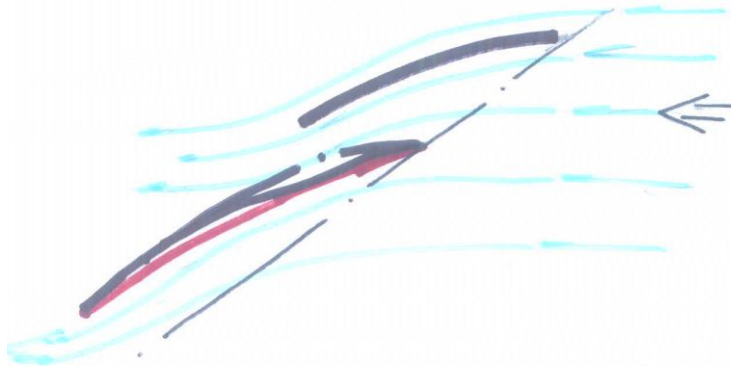
2.6. Совместная работа парусов

«слизывает» видри с гота.

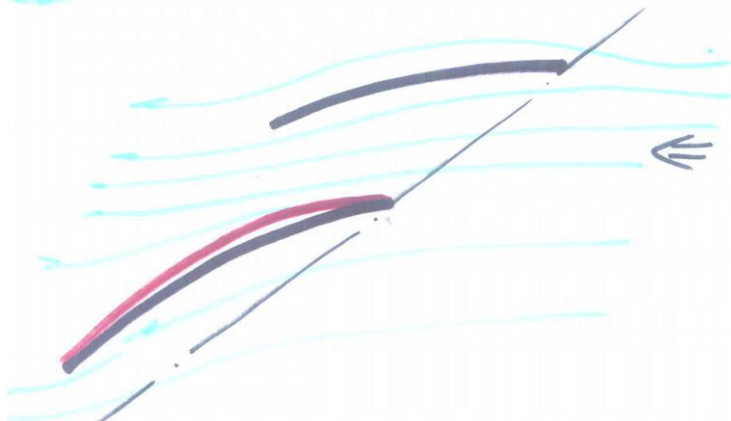


1 – одиночный парус

2 – компоновка гот + стаксель
сбалансирована
правильно

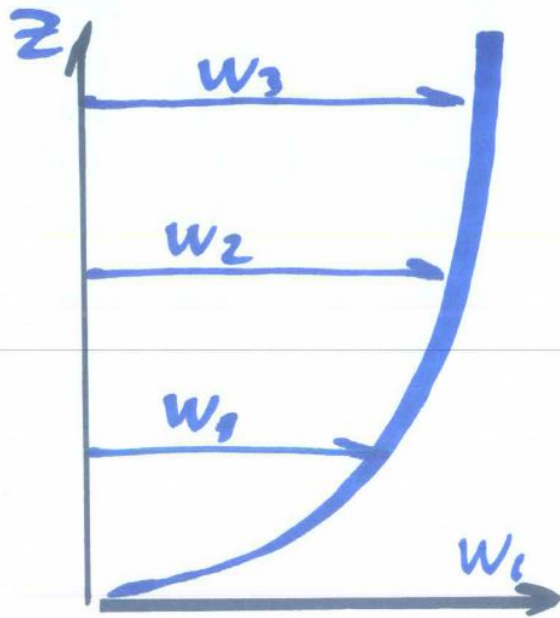


3 – стаксель перебран, нужно
уплотнить и подбирать
гот

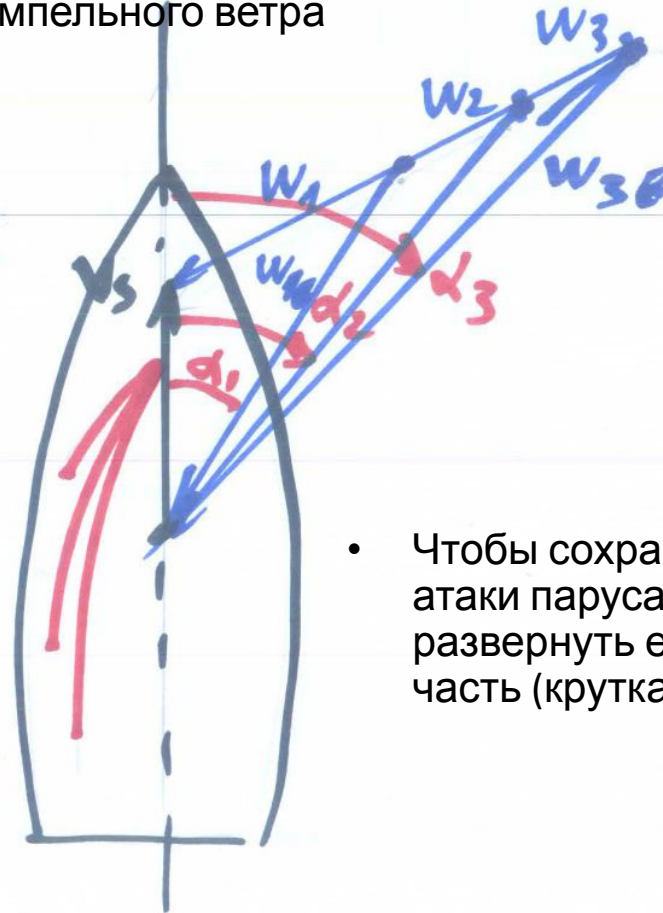


4 – стаксель перетравлен,
нужно приполнять и
травить гот

2.7. Изменение ветра по высоте и крутка паруса



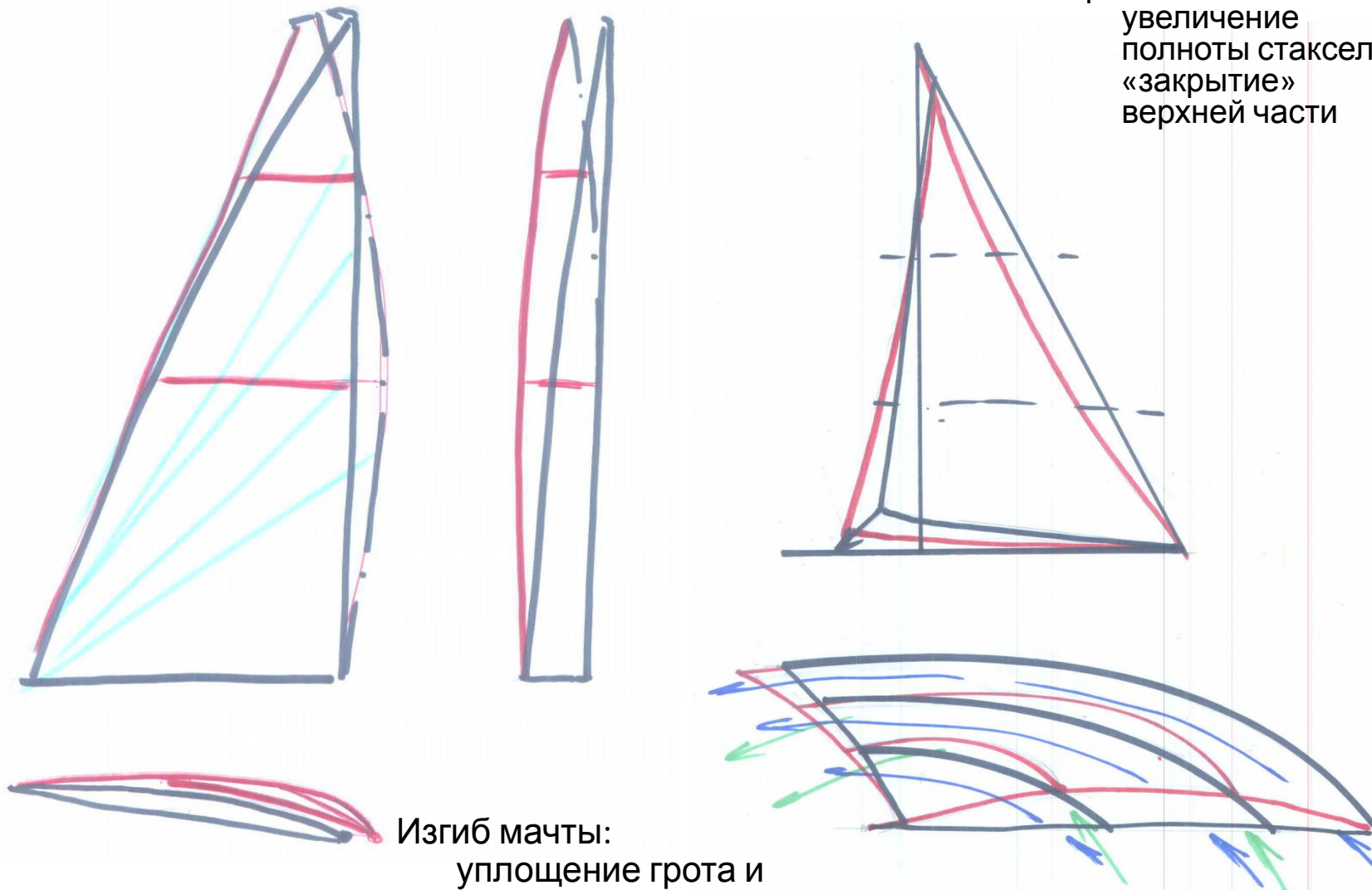
Из-за усиления ветра с высотой увеличивается курсовой угол вымпельного ветра



- Чтобы сохранить угол атаки паруса, нужно развернуть его верхнюю часть (крутка паруса, твист)

2.8. Влияние натяжения такелажа и изгиба мачты

Прогиб штага:
увеличение
полноты стакселя и
«закрытие»
верхней части

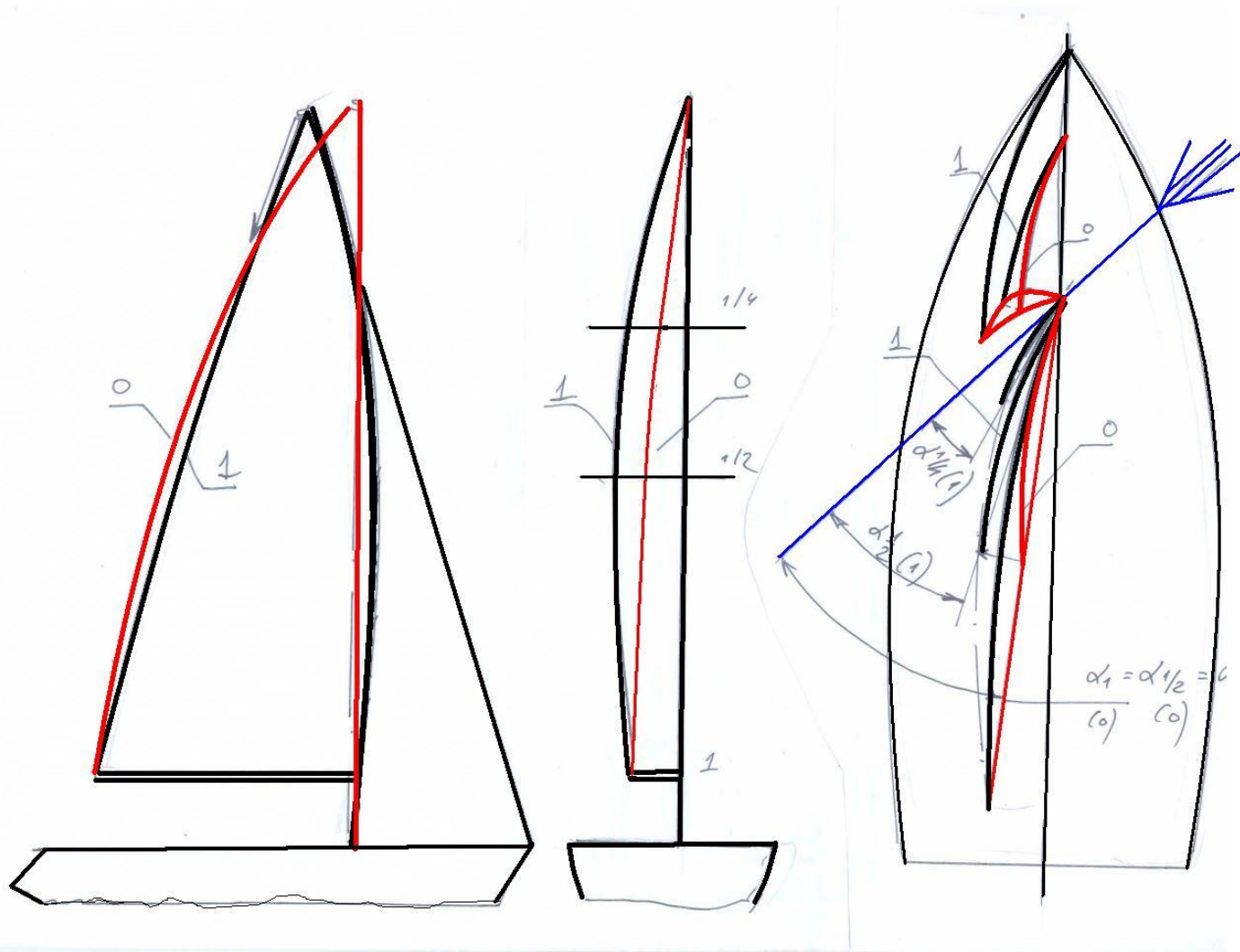


Изгиб мачты:
уплощение грота и
скручивание его
верхней части

Настройка стакселя (колдунчики)



2.9 Совместная работа стакселя и грота при изгибе мачты и ослаблении такелажа



Влияние изгиба мачты на форму грота, рис.1-2



Влияние изгиба мачты на форму грота, рис. 3



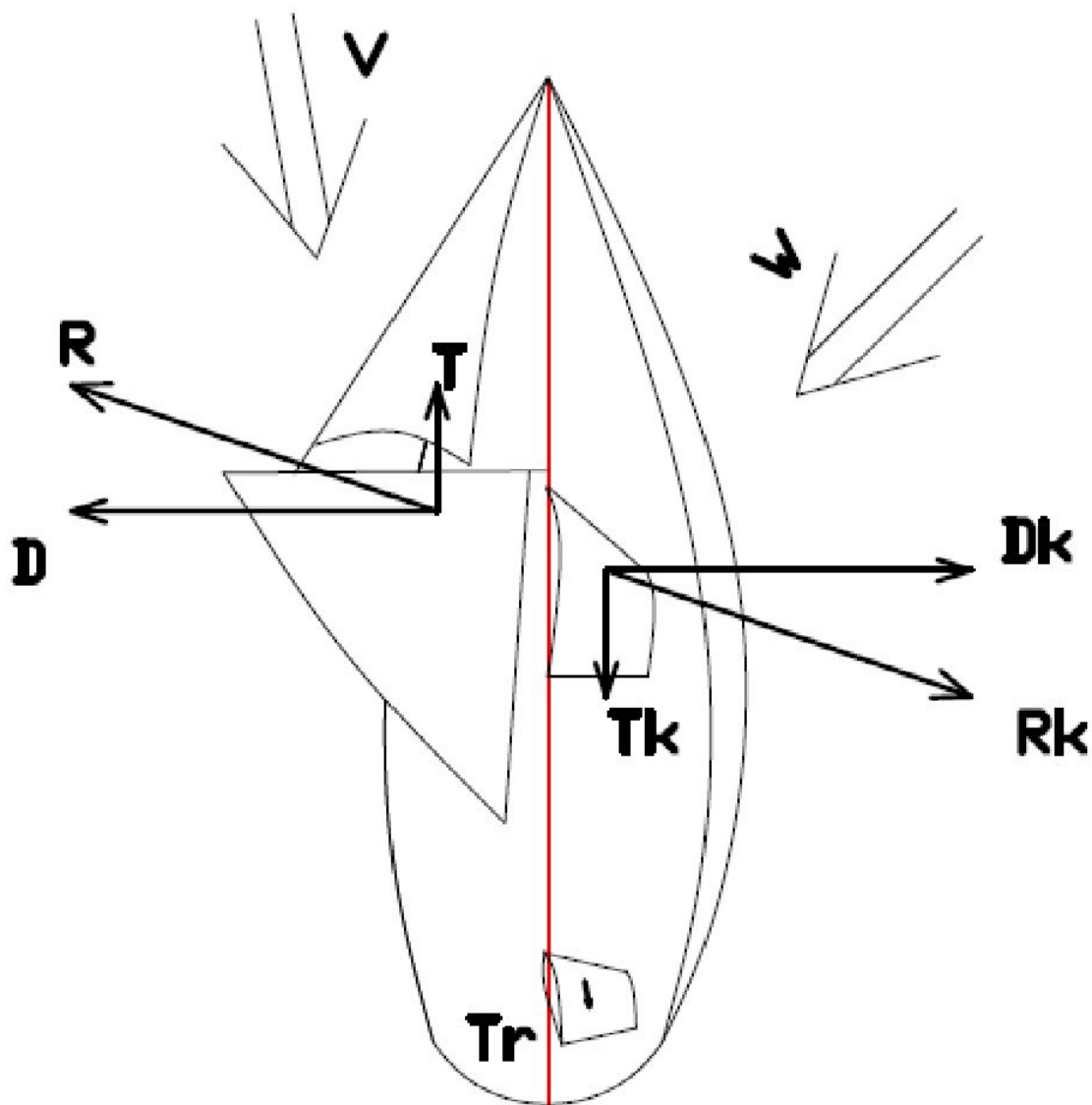
Влияние изгиба мачты на форму грота, рис. 4



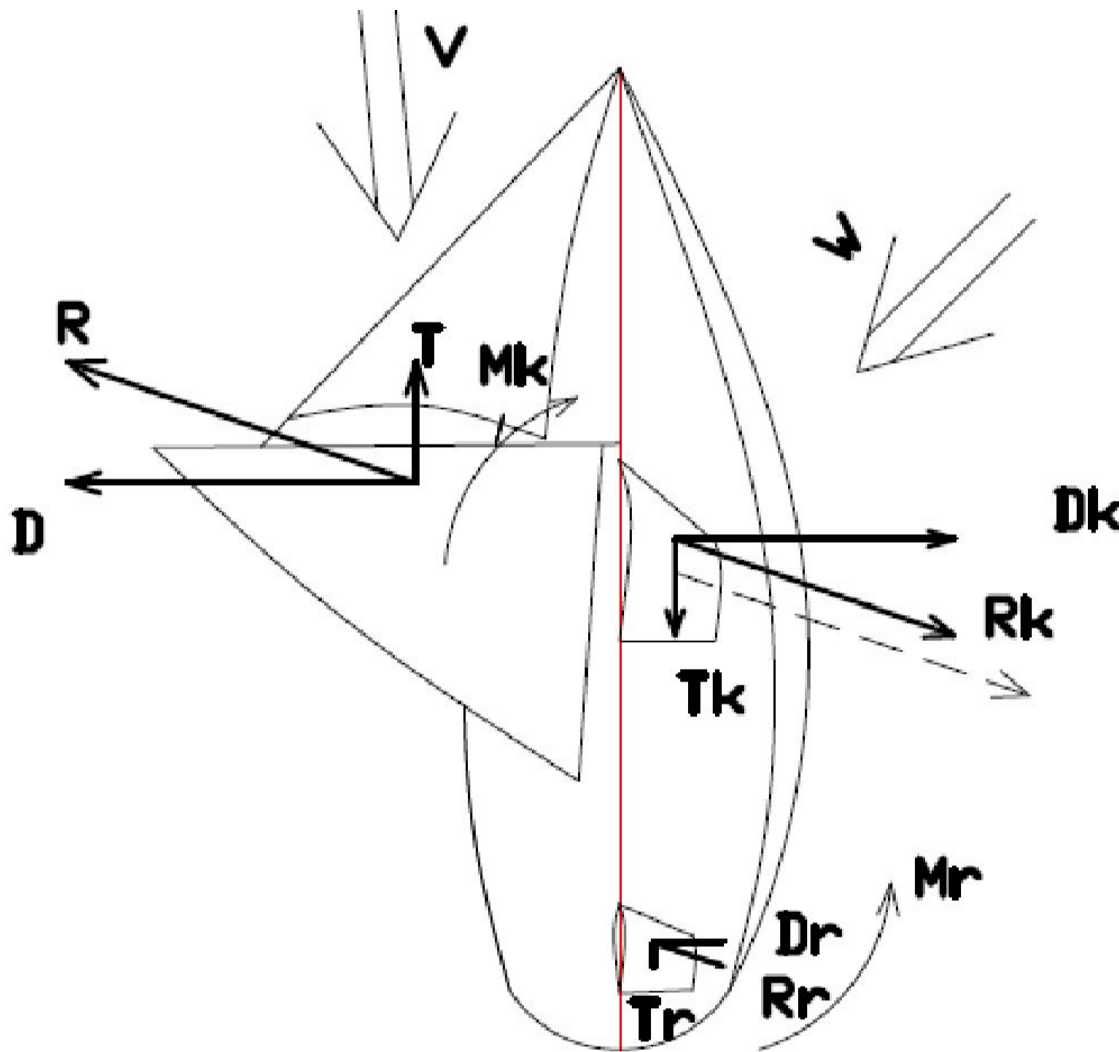
РЕЗЮМЕ:

- «Пузатые» и «закрытые» паруса – больше тяга, больше дрейф; плоские и открытые – меньше тяга, меньше дрейф.
- 2 паруса всегда эффективнее одного
- Туго набитый такелаж – возможность идти круче к ветру, ослабленный такелаж – увеличение тяги стакселя, но потеря крутизны.
- Высокие паруса большого удлинения:
 - Возможность ловить верхний ветер
 - Теоретически больше эффективность паруса; НО
 - Увеличение крена,
 - Увеличение потерь на парусе из-за сопротивления мачты;
 - Ранний срыв потока – снижение эффективности на большой волне
 - Сложность контроля формы для мягких парусов.

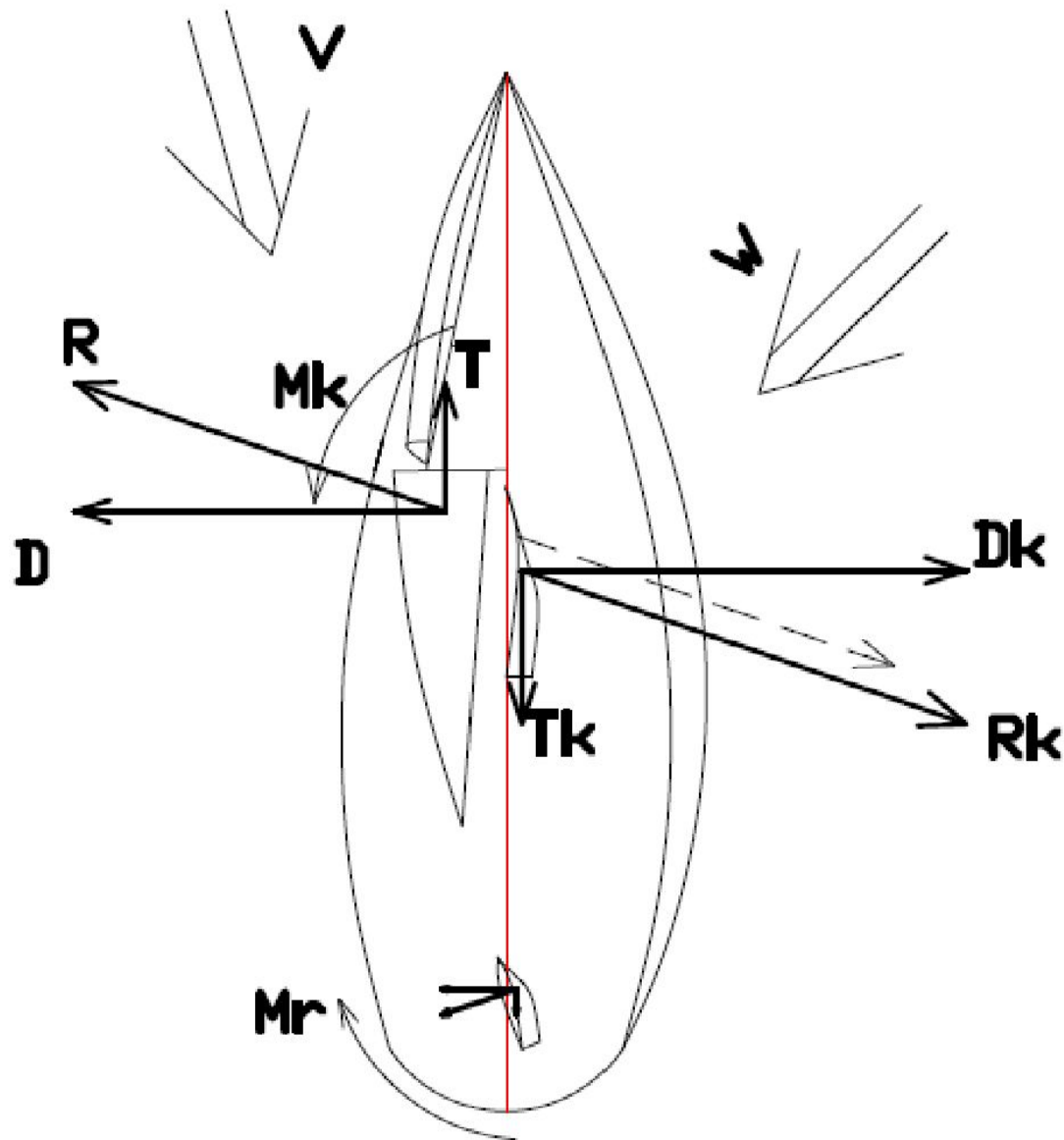
3. Динамическое равновесие яхты



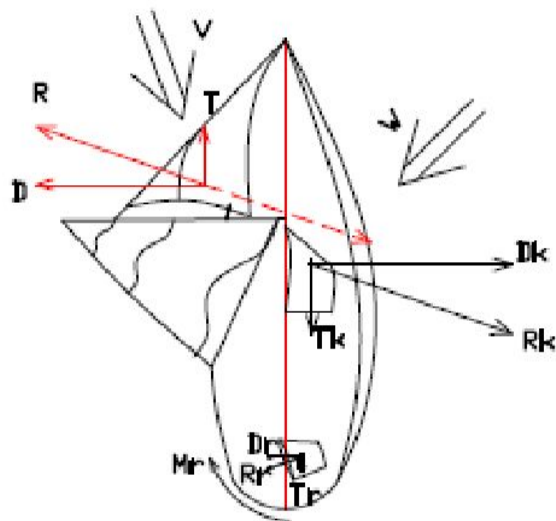
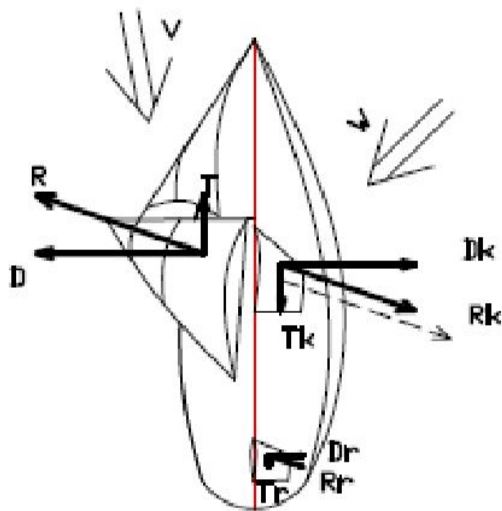
1) Равновесие яхты по моментам на парусах и киле/руле. Сила на парусе уравновешена силой на киле, руль находится во флюгерном положении



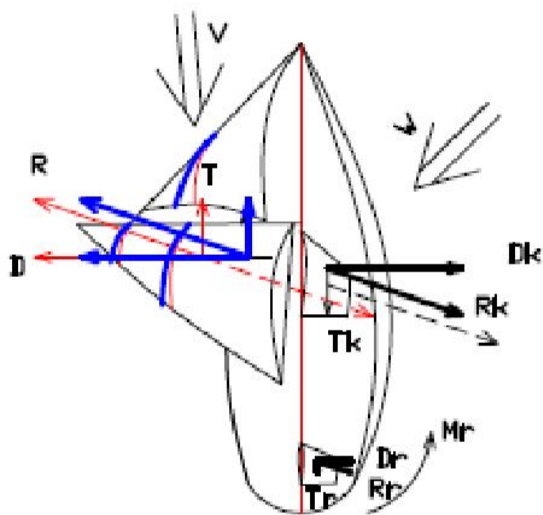
2) из-за увеличения крена точка приложения силы на парусе смещается за борт, возникает приводящий момент. Для его компенсации необходимо переключать руль на увал. На руле возникает подъемная сила, которая частично разгружает киль; угол дрейфа уменьшается. Это можно использовать для увеличения крутизны хода на лавировке



- 3) При уменьшении крена точка приложения силы на парусе смещается к ДП, возникает уваливающий момент. Для его компенсации необходимо переключать руль на привод. На руле возникает подъемная сила, направленная под ветер, угол дрейфа увеличивается



- Попытка уменьшить крен потравливанием грота приводит к смещению силы тяги парусов вперед и появлению уваливающего момента, что, в свою очередь, увеличивает дрейф

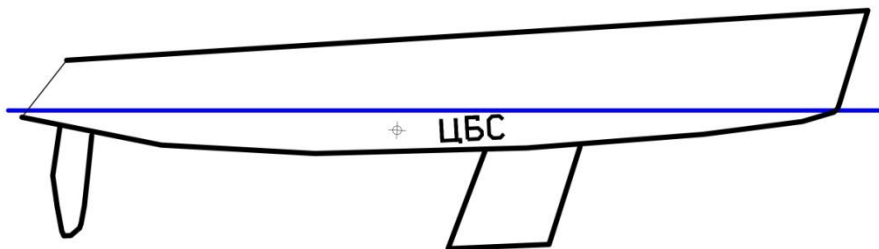
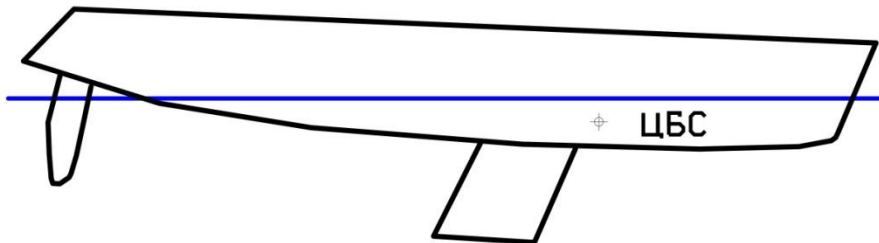
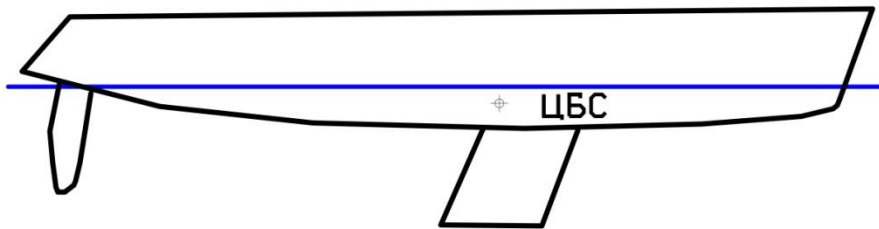


- Увеличение скручивания грота (путем набивки ахтерштага) уменьшает силу на верхней части грота и уменьшает кренящий момент без нарушения центровки



- Сильно «закрытый» грот увеличивает крен яхты без большого увеличения тяги

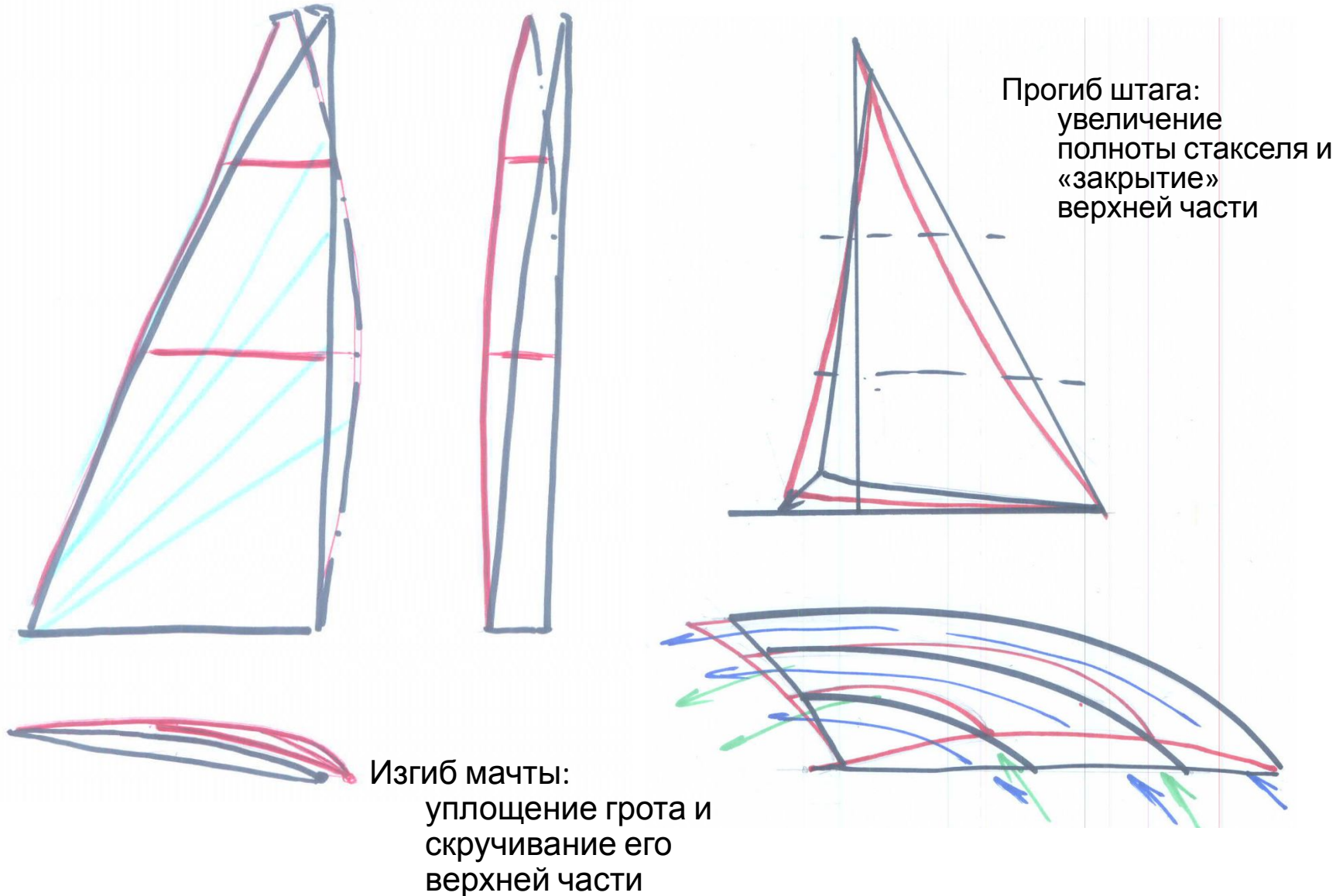
Влияние дифферента на положение ЦБС



- Корпус яхты – это крыло очень малого удлинения. У такого крыла подъемная сила невелика, но приложена на передней кромке крыла (у носового конца ватерлинии), поэтому заметно влияет на центровку яхты.
- Когда в воду погружается острый нос яхты. ЦБС сильно смещается вперед, и возникает приводящий момент.
- Если экипаж дифферентует яхту на корму, то нос яхты выходит из воды, а плоская кормовая часть корпуса почти не создает бокового сопротивления. В результате ЦБС смещается назад, возникает уваливающий момент

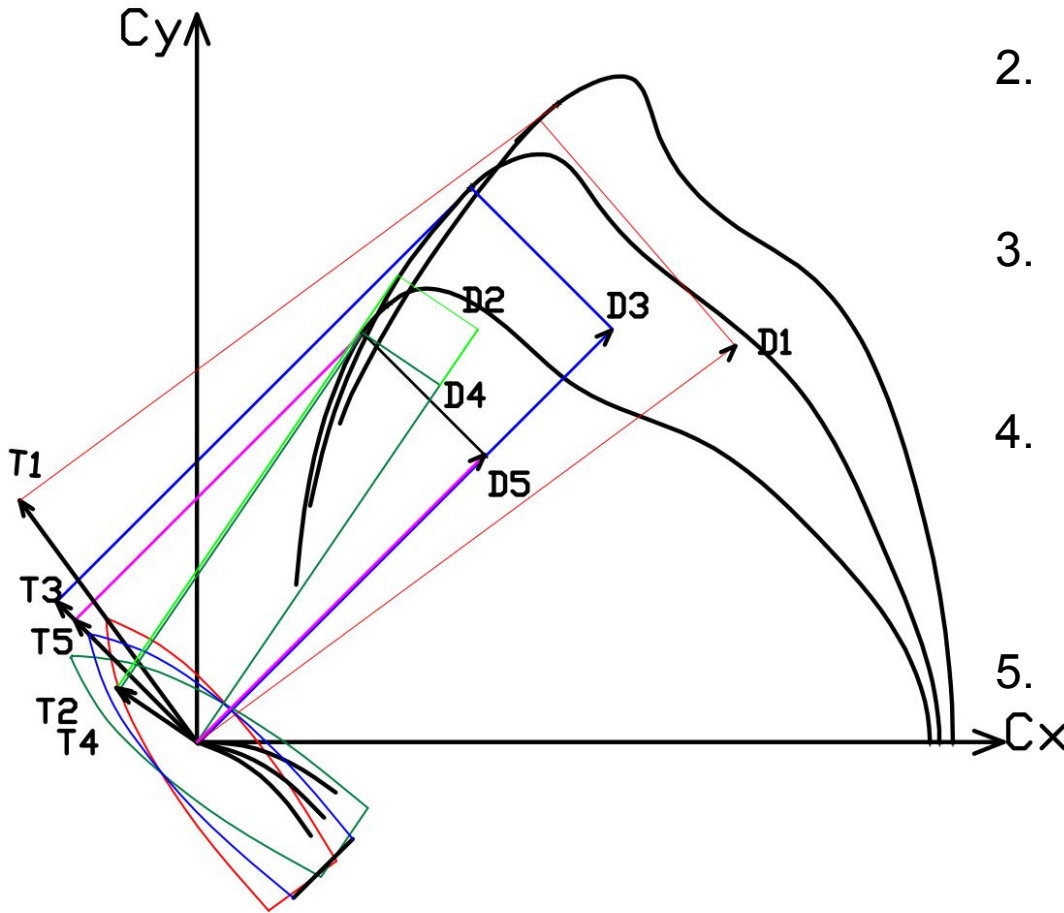
4. Принципы настройки яхты

4.1. Принципы настройки парусов (возврат к рис. 2.8)



4.2. Что нам нужно:

1. Слабый ветер: максимум тяги – полные паруса, искусственное открытие (твист)
2. Умеренный ветер, гладкая вода: максимум крутизны – плоские паруса
3. Умеренный ветер, тяжелое волнение: максимум тяги – полные закрытые паруса
4. Сильный ветер, гладкая вода: яхта не откренивается; максимум крутизны – плоские открытые паруса
5. Сильный ветер, тяжелое волнение: яхта не откренивается, волна останавливает яхту – открытые паруса умеренной полноты, ход в увал.



1. Слабый ветер

- «Пузатые» паруса
- Искусственный твист
- Мачта прямая
- Твист за счет топенанта или жесткой оттяжки
- Ни в коем случае не набивать фал (вертикальные складки недопустимы, см. рис. 2.4)
- Штаг ослаблен, чтобы создать пузо (рис.4.1)
- Стаксель-шкот выносятся к борту
- Ход в увал: дрейф уменьшается за счет скорости хода

2. Умеренный ветер, гладкая вода: яхта полностью откренивается, сопротивление минимально

- Такелаж туго набит
- Плоский стаксель обеспечивает крутизну хода
- Грот умеренной полноты обеспечивает тягу.

3. Умеренный ветер, тяжелое волнение:
яхта полностью откренивается; максимум
тяги – полные закрытые паруса

- Грот: мачта прямая, задняя шкаторина закрывается искусственно оттяжкой (на разных классах может быть по-разному, в зависимости от жесткости мачты)
- Стаксель: штаг ослаблен, чтобы создать пузо
- Задняя шкаторина закрыта
- Взаимное положение: грот не должен заполаскивать.
- Ход в увал. Скорость уменьшает дрейф.

4. Сильный ветер, гладкая вода: яхта не откренивается;
максимум крутизны – плоские открытые паруса

- Такелаж туго набит.
- Мачта загнута ахтерштагом или оттяжкой
- Крутка грота благодаря изгибу мачты
- Диагональные морщины на гроте убрать
- Стаксель плоский благодаря туго набитому такелажу.
- Открыть заднюю шкаторину стакселя, чтобы не задувал в грот.

5. Сильный ветер, тяжелое волнение; яхта не откренивается, волна останавливает яхту: открытые паруса умеренной полноты, ход в увал

- Мачта загнута ахтерштагом
- Диагональные морщины убрать
- Штаг умеренно провисает из-за большой нагрузки на стаксель. На нек. яхтах дополнительно ослабляют такелаж.
- Пузо стакселя обеспечивается провисом штага
- Задняя шкаторина открыта, чтобы стаксель не задувал в грот.

Брочинг

