

В последнее время и любители и специалисты малого судостроения уделяют большое внимание применению на скоростных катерах и лодках обводов с повышенной килеватостью днища и продольными ребрами — реданами. За рубежом подобный тип обводов — «глубокое V» — получил признание уже давно, но с успехом используется и поныне, претерпевая различные изменения и модернизации. Чем же объясняется такой устойчивый интерес конструкторов к глубокому V?

В сборнике уже не раз отмечалось, что благодаря увеличению килеватости днища уменьшаются динамические перегрузки, испытываемые глсссирующим катером при ходе на волнении. Следовательно, повышаются комфортабельность и безопасность плавания, снижается вес корпусных конструкций, повышается срок их службы. И в этом смысле чем больше угол килеватости днища, тем лучше.

В то же время, как показывали многочисленные эксперименты, расчеты и испытания большого числа натуральных катеров, при повышении угла килеватости величина максимально достижимого гидродинамического качества должна существенно уменьшаться. Это обстоятельство и являлось до последнего времени самым серьезным аргументом против килеватых судов.

В действительности же дело обстоит несколько сложнее. Рост скоростей движения и бурное развитие водного туризма обуславливают постоянное повышение требований к комфортабельности и экономичности прогулочного флота. Это заставляет конструкторов снова и снова пересматривать все «за» и «против» килеватых судов, в практических условиях — на волне — нередко оказывающихся и более быстроходными, чем плоскодонные. При достаточно высоких скоростях движения гидродинамическое качество правильно спроектированного катера с килеватыми обводами днища может не уступать, а иногда даже превосходить качество плоскодонных катеров.

Попробуем рассмотреть это положение подробнее. Нам придется иметь дело с рядом величин и безразмерных коэффициентов, обычно используемых в гидродинамике глсссирующих судов. (Для начинающих конструкторов-любителей будет полезно напомнить их значение — см. подпись к рис. 1.)

Для приближенной оценки величины K при выборе оптимальных характеристик днища его довольно сложную поверхность условно представляют в виде пластины, несущей ту же нагрузку, но имеющей постоянные по длине, осредненные значения ширины и угла килеватости. Как показывает опыт, несмотря на такое упрощение, результаты расчетов оказываются справедливыми и для катеров с переменными по длине обводами.

Экспериментальные данные, полученные для пластин с килеватостью 0° ; 12° ; $17,5^\circ$ и $22,5^\circ$ А. С. Перельмутром и П. Венсхольдом, представлены на рис. 2—6. Здесь приводятся зависимости качества K пластины от удельной нагрузки для различных центровок и углов атаки.

Можно отметить, что максимальное значение $K \approx 10$ получается на плоской пластине ($\beta = 0^\circ$) в диапазоне $C_B = 0,015 \div 0,05$ и при $m_\Delta = 0,5 \div 1,2$, т. е. при расстоянии ЦТ от транца, равном $(0,5—1,2)B$, что соответствует $\psi \approx 4^\circ$. Отклонение в ту или иную сторону от оптимальных параметров приводит к снижению качества.

При увеличении углов килеватости уменьшается величина динамической подъемной силы, увеличивается смоченная поверхность, соответственно падает K . Особенно заметно падение качества при малых удельных нагрузках ($C_B = 0,03 \div 0,06$). С увеличением же коэффициента C_B до $0,08—0,11$ падение качества, по сравнению с плоскими пластинами, незначительно. Это может быть объяснено

снижением волнового сопротивления и сопротивления формы благодаря более острым очертаниям ходовых ватерлиний у килеватых пластин.

Как показали эксперименты, несколько повысить гидродинамическое качество килеватой пластины удается за счет уменьшения брызгообразования и увеличения давления у скул — применением поперечной профилировки днища (лекальные очертания шпангоутов, отгибы скулы, накладки; см. рис. 7). Однако, подчеркнем, наибольшее влияние на величину K оказывают значения C_B и m_Δ .

С ростом скорости сохранить оптимальное гидродинамическое качество можно только за счет уменьшения расчетной ширины пластины при одновременном смещении ЦТ к кормовому срезу днища. Если же по тем или иным причинам переместить ЦТ к транцу не удастся, уменьшение расчетной ширины приводит к росту величины m_Δ и падению гидродинамического качества.

В реальных условиях обеспечить оптимальные параметры глсссирования катера часто бывает невозможно по ряду как конструктивных, так и гидродинамических причин. Наиболее существенной из них является потеря продольной устойчивости движения, наступающая на достаточно высоких скоростях при малых значениях коэффициента m_Δ . В зоне неустойчивого движения сопротивление катера возрастает из-за постоянного изменения осадки, смоченной длины и отклонения углов дифферента от оптимальных величин.

На снимке А. Кузнецова — новый катер с обводами глубокого V, построенный по проекту автора статьи.



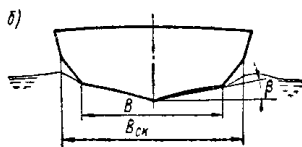
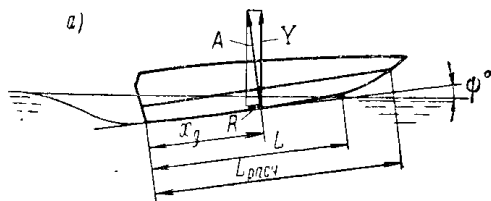


Рис. 1. Основные параметры, характеризующие глиссирующее судно, и схема действующих сил.

На ходу на днище глиссирующего катера действует гидродинамическая сила A , которую можно разложить на составляющие: подъемную силу Y , действующую вертикально вверх, и силу сопротивления R , горизонтальную и направленную против хода катера. Первая уравнивается весом катера (или его водоизмещением) D , вторая — упором гребного винта P .

Характеристикой гидродинамических качеств судна является отношение этих двух сил — коэффициент глиссирования

$$\varepsilon = \frac{R}{D}$$

или обратная величина — гидродинамическое качество

$$K = \frac{1}{\varepsilon} = \frac{D}{R}$$

Основные параметры, влияющие на качество:

$$C_{\Delta} = \frac{D}{B^3} \text{ — удельная нагрузка на днище на стоянке; всюду } B \text{ — ширина глиссирующей поверхности днища, м; } D \text{ — водоизмещение, т;}$$

$$C_B = \frac{D}{\frac{\rho V^2}{2} B^2} \text{ — коэффициент динамической нагрузки или удельная нагрузка при глиссировании } \left(\rho = 102 \frac{\text{кг} \cdot \text{сек}^2}{\text{м}^4} \text{ — массовая плотность воды; } V \text{ — скорость судна, м/сек}; \right)$$

β — угол килеватости днища;
 ψ — угол ходового дифферента (угол атаки);
 L — смоченная длина (длина глиссирующего участка днища), м;

X_g — расстояние от центра тяжести до кормового обреза днища (транца), м;

$$m_{\Delta} = \frac{X_g}{B} \text{ — относительная центровка катера;}$$

$\lambda = \frac{L}{B}$ — относительная смоченная длина или удлинение глиссирующего участка днища;

$$Fr_{\Delta} = \frac{V}{\sqrt{g \lambda D}} \text{ — число Фруда по водоизмещению или относительная скорость движения } (g = 9,81 \text{ м/сек}^2 \text{ — ускорение силы тяжести}).$$

При разработке проекта конструктор должен определить мощность двигателя, необходимую для движения катера с заданной скоростью V . Она обычно определяется формулой

$$N = \frac{RV}{75\eta} \text{ л. с.,}$$

где η — пропульсивный к. п. д. двигателя.

Если при проектировании мощность двигателя задана, то, преобразуя эту формулу, можно определить достижимую скорость.

Полное сопротивление глиссирующего судна можно представить состоящим из сопротивления корпуса $R_{кор}$ и сопротивления выступающих частей $R_{в.ч.}$. Соотношение между этими составляющими зависит от скорости движения и типа выступающих частей и может меняться в довольно широких пределах. $R_{в.ч.}$ в основном зависит от геометрических размеров валов, кронштейнов, рулей, обтекателей редукторов угловых коленок и т. п. Как правило, при заданной мощности силовой установки $R_{в.ч.}$ не может быть существенно изменено, и основным резервом повышения скорости судна является уменьшение сопротивления собственно корпуса. Последнее может быть определено через величину гидродинамического качества как

$$R_{кор} = \frac{D}{K},$$

т. е. сопротивление корпуса прямо пропорционально водоизмещению. Поэтому при проектировании быстроходных катеров конструктор должен принимать меры к максимальному снижению веса конструкции корпуса и оборудования.

Возникновение неустойчивости (дельфинирования и рикошетирования) зависит от целого ряда факторов, характеризующих нагрузку, центровку, размерения и форму обводов днища. При движении на границе устойчивости наличие даже небольшого волнения может вызвать потерю устойчивости.

Условно дельфинированием можно назвать такое неустойчивое движение, при котором в большей степени изменяется ходовой дифферент. Дельфинирование характерно для умеренных скоростей движения (до $Fr_{\Delta} \approx 6$). С дальнейшим ростом скорости при очень малых значениях удельной нагрузки на днище ($C_{\Delta} \leq 0,02$), наступает иной вид потери устойчивости — рикошетирование, когда днище катера только периодически касается воды почти без изменения дифферента. Вертикальная сила ударов об воду при этом значительно превосходит вес судна.

Гидродинамическое качество судов, двигающихся в неустойчивом режиме на тихой воде, не превосходит качества хорошо спроектированных катеров с устойчивым движением. На умеренном волнении, однако, при-

рост сопротивления у катеров неустойчивых оказывается меньше, чем у катеров, двигающихся в устойчивом режиме (поэтому и можно встретить ряд спортивных судов, для которых рикошетирование — нормальный режим движения; например, катер Е-02 — з. м. с. В. Исакова или моторная лодка SB м. с. Е. Семёнова).

Безусловно, подобные суда для отдыха и туризма непригодны — частые и сильные удары в днище делают длительные поездки некомфортными; конструкция корпуса требует дополнительного усиления, что приводит к нецелесообразному увеличению веса.

На устойчивость движения в большей степени влияют отстояние центра тяжести от транца, продольный профиль днища и продольный момент от упора гребного винта, т. е. факторы, обуславливающие угол ходового дифферента и смоченную длину днища.

Существует ряд методов проверки устойчивости катеров при глиссировании. Один из них, предложенный М. М. Буньковым, рассмотрен в № 22 сборника; можно сослаться также на работы Л. А. Эпштейна,

А. С. Перельмута и других исследователей.

Как показывает практика, до относительных скоростей $Fr_{\Delta} \approx 6$ устойчивость движения безреданных катеров, имеющих обводы с постоянной килеватостью и прямыми батоксами в кормовой части днища, обеспечивается при $X_g > 0,9$ для водоизмещения $D = 200$ кг, $X_g > 1,2$ для $D = 400$ — 500 кг, $X_g > 1,5$ для $D = 800$ — 1000 кг. При этом отгиб днища вниз у транца, уменьшая ходовой дифферент, увеличивает устойчивость движения, тогда как выпуклые кормовые ветви батоксов вызывают дельфинирование. Положительно сказывается увеличение наклона гребного вала, особенно на судах с подвесными моторами. В меньшей степени на устойчивость движения влияет килеватость днища.

Таким образом, при повышении скорости вследствие ограничения смещения ЦТ в корму при одновременном уменьшении ширины днища значительно увеличивается относительная центровка m_{Δ} ; при этом оптимальные значения C_B возрастают при увеличении $m_{\Delta} > 0,8$.

Такой переход на большие удель-

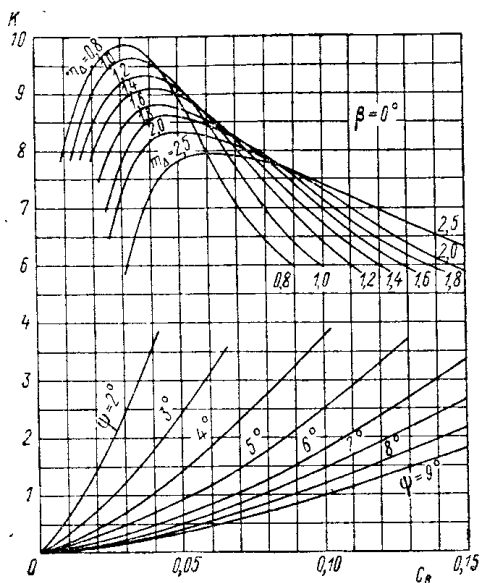


Рис. 2. Зависимость гидродинамического качества от удельной нагрузки и центровки и график для определения ходового дифферента (угла атаки) глиссирующей пластины ($\beta = 0^\circ$).

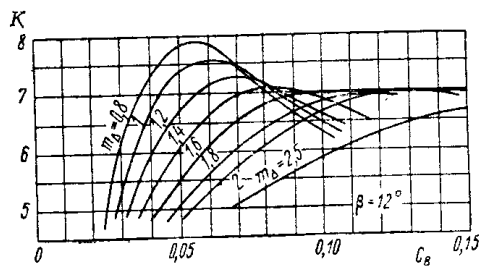


Рис. 3. Зависимость гидродинамического качества от удельной нагрузки и центровки ($\beta = 12^\circ$).

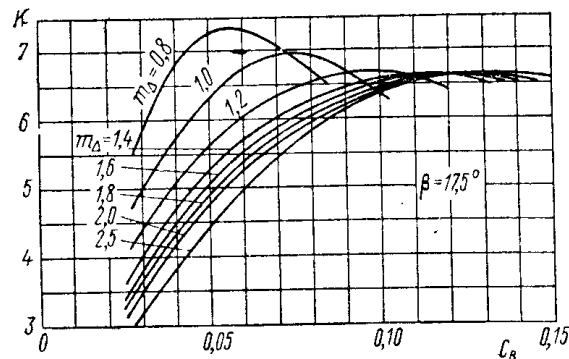


Рис. 4. Зависимость гидродинамического качества от удельной нагрузки и центровки ($\beta = 17^\circ 30'$).

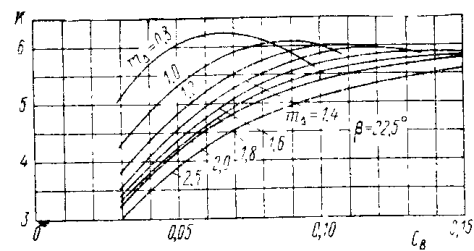


Рис. 5. Зависимость гидродинамического качества от удельной нагрузки и центровки ($\beta = 22^\circ 30'$).

Рис. 6. Зависимость гидродинамического качества от удельной нагрузки при оптимальных углах атаки для плоско-килеватых профилей.

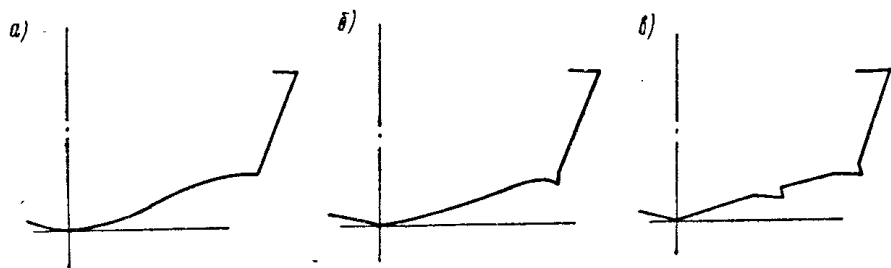


Рис. 7. Поперечная профилировка килеватых днищ глиссирующих катеров с повышенным гидродинамическим качеством: а — лекальный профиль; б — профиль со скелозым отгибом; в — плоско-килеватый профиль со скелозыми накладками.

Рис. 8. Зависимость вертикальных перегрузок «п» (в величинах «g») плоско-килеватых профилей от динамической нагрузки и угла килеватости (при жестком закреплении пластин).

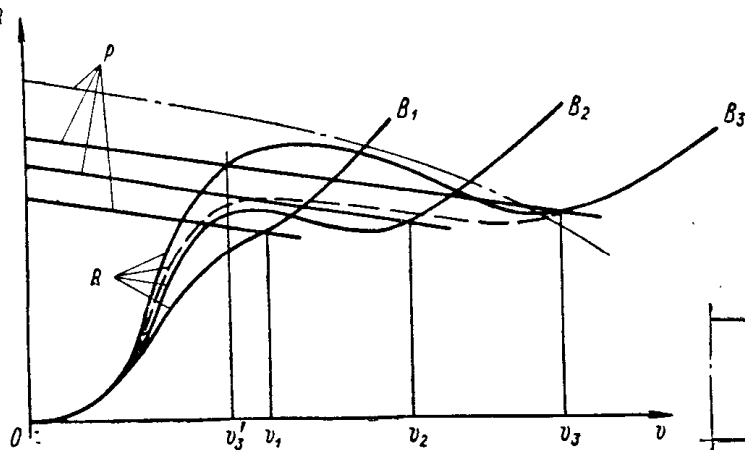
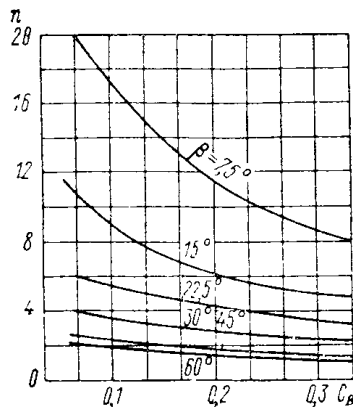


Рис. 9. Кривые сопротивления и упора гребных винтов катеров, имеющих различные расчетные скорости движения.

----- кривая сопротивления катера при установке продольных реданов;
-.-.- кривая тяги винта регулируемого шага (ВРШ).

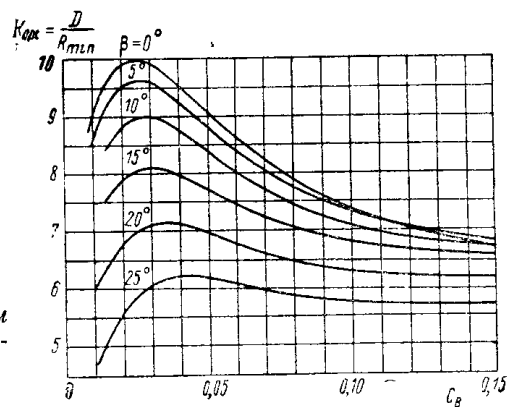
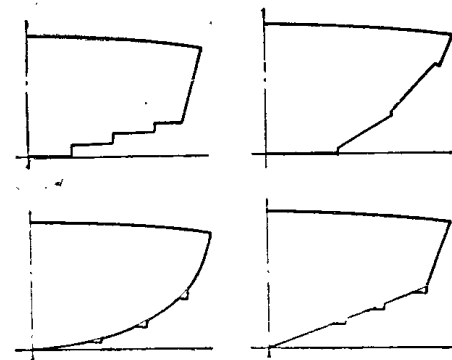


Рис. 10. Поперечные сечения корпусов с продольными реданами.



ные нагрузки оказывается благоприятным и для снижения ударных перегрузок при ходе на волнении (рис. 8). Одновременно отметим, что увеличение угла килеватости глиссирующей поверхности благодаря более плавному входу днища в воду также приводит к снижению перегрузок.

Приведенные на рис. 8 данные получены на жестко закрепленных пластинах, не имеющих свободы вертикальных перемещений при ударе. Для натуральных катеров величина перегрузок изменяется несколько иначе, о чем будет сказано ниже.

Нужно отметить, что динамические перегрузки вызывают увеличение сопротивления катера на 20—50% и более в зависимости от относительной скорости судна, высоты волны, характера волнения, а также направления хода относительно волны. Обычно чем больше перегрузки, испытываемые катером, тем больше и увеличение сопротивления. Для малых катеров и мотолодок вполне обоснованно считать нормальными условиями эксплуатации плавания на волнении: ведь для них рябь высотой 10—15 см уже волна.

Таким образом, несмотря на снижение гидродинамического качества на тихой воде, применение обводов с повышенной килеватостью днища оказывается целесообразным с точки зрения снижения ударных перегрузок и уменьшения потерь скорости при ходе на волнении.

Однако при использовании изложенных принципов на практике возникает ряд серьезных трудностей. При уменьшении ширины днища, вызванном желанием получить минимальное сопротивление катера на расчетном режиме, сопротивление при разгоне и выходе на глиссирование существенно увеличивается. На рис. 9 показан рост «горба сопротивления» катера при уменьшении ширины его днища (положение ЦТ остается неизменным); там же показаны зависимости предельных упоров гребных винтов, рассчитанных для скоростей v_1 , v_2 и v_3 . Если рассмотреть приведенные кривые, можно установить, что запас тяги винта, представляющий собой разность между предельной тягой и сопротивлением и обуславливающий динамичность разгона катера, с ростом скорости падает и может оказаться недостаточным для преодоления «горба сопротивления». Например, катер, имеющий расчетную ширину днища B_3 , на глиссирование не выйдет и достигнет только скорости v_3 .

Существует ряд способов решения этой проблемы. К ним можно отнести, например, установку управляемых транцевых плит, благодаря которым центр гидродинамического да-

вления перемещается в корму и катер получает оптимальный дифферент (см. № 40 сборника). Иногда (чаще всего в спортивной практике) для аналогичной цели при разгоне изменяют положение ЦТ, временно смещая людей в нос судна.

Другой способ — применение винта регулируемого шага (ВРШ), позволяющего сделать кривую предельной тяги более крутой. Однако вследствие ухудшения профилировки корневых сечений лопастей и увеличенного диаметра ступицы к. п. д. такого винта на расчетной скорости оказывается ниже, чем у обычного, что требует дополнительных затрат мощности двигателя.

Оба эти способа конструктивно сложны, хотя иногда и применяются на практике. Гораздо шире распространен третий способ — изменение смоченной ширины днища в зависимости от скорости движения при помощи продольных уступов.

На малых скоростях катер с днищем, имеющим поперечное сечение в виде ступенек-реданов (рис. 10), движется на полной ширине днища с уменьшенной удельной нагрузкой, близкой к оптимальной на этом режиме. По мере разгона гидродинамическая сила, возникающая на центральном участке днища, растет и становится достаточной для поддержания судна; при этом крайние по ширине участки днища автоматически выходят из воды, что позволяет сохранить коэффициент удельной нагрузки оптимальным. Таким образом оказывается возможным значительно снизить «горб сопротивления».

Нужно, правда, учитывать, что на малой скорости при разгоне или при увеличенной нагрузке сопротивление днища с продольными ребрами оказывается несколько больше, чем гладкого, из-за увеличения смоченной поверхности.

Другой проблемой становится остойчивость катера на ходу, которая при глиссировании целиком определяется смоченной шириной днища. Чем уже глиссирующая поверхность, тем меньше остойчивость катера, тем больше амплитуда бортовой качки при ходе на волнении и углы крена от случайной несимметрии нагрузки и действия динамических сил при циркуляции. Это в свою очередь может вызвать рыскливость и повышение сопротивления из-за замыывания выше расположенных участков днища и бортов.

В связи со сказанным при выборе расчетной ширины днища нельзя переступать некоторый минимальный предел, который зависит от водоизмещения, высоты ЦТ судна и углов килеватости днища.

Ориентировочно можно считать, что для случая предельно низкого

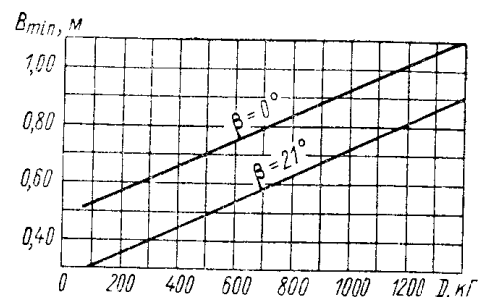


Рис. 11. Минимальная ширина глиссирования, определенная из условия остойчивости.

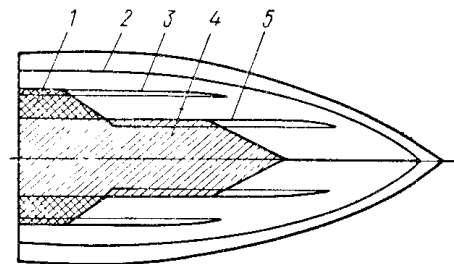


Рис. 12. Увеличение поперечной остойчивости за счет обрезки продольных реданов.

1 — дополнительные смачиваемые площади между обрезанным в корме (5) и вторым (3) реданами; 2 — скуловой брызгоотбойник; 4 — площадь между первыми реданами.

положения ЦТ минимально допустимая расчетная ширина днища не должна быть меньше величин, приведенных на рис. 11.

Иногда начальную остойчивость удастся повысить увеличением смоченной ширины днища в корме. Для этого можно оборвать на некотором расстоянии от транца продольные реданы, ограничивающие ширину глиссирующей площадки (рис. 12), или уменьшить килеватость днища в корме до 15°—18°, что также приведет к замыыванию выше расположенных участков днища.

Для безопасности плавания недостаточно обеспечить только начальную остойчивость. Из-за перемещения пассажиров, ударов волн, действия сил, возникающих на циркуляции, и т. п. катер может получить значительные углы крена и даже опрокинуться. При таких условиях необходимый восстанавливающий момент образуется за счет перераспределения гидродинамических сил по ширине.

В ряде случаев, однако, ширина днища, выбранная из условия оптимальной динамической нагрузки, оказывается совершенно недостаточной для обеспечения остойчивости при больших углах крена. В таких случаях обеспечить остойчивость можно только за счет входа в воду каких-то дополнительных площадей

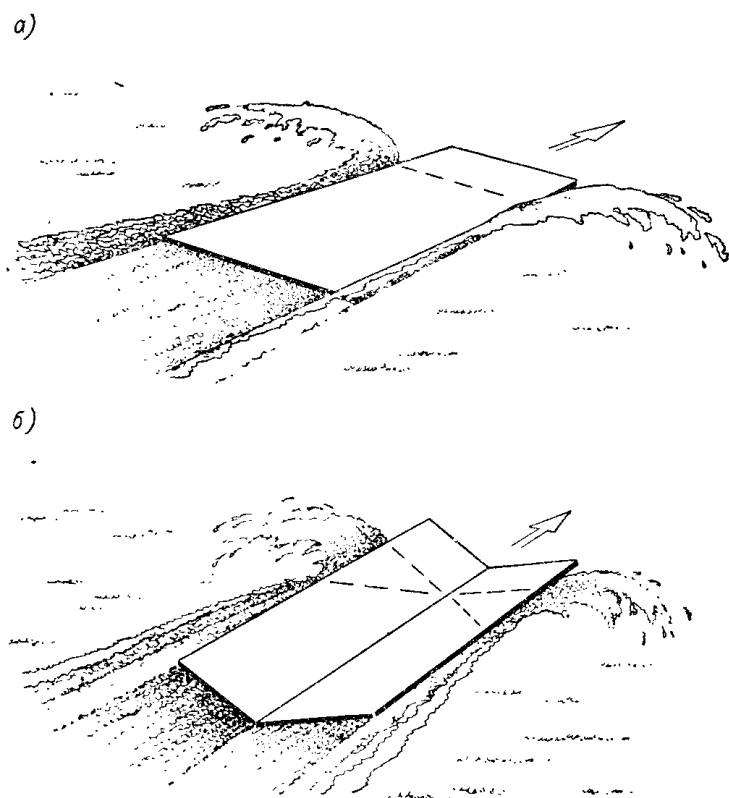


Рис. 13. Волновая «яма» за плоской (а) и килевой (б) глиссирующими пластинами.

или элементов, не касавшихся воды при движении на расчетной скорости без крена. Этими элементами могут быть наклонные или горизонтальные участки на днище или бортах либо специальные конструкции (лыжи, були и т. п.). Эффективность любой из этих мер будет зависеть от того, как быстро возникают, до какого угла крена растут и какой максимальной величины достигают гидродинамические восстанавливающие силы. Желательно, чтобы эти силы продолжали возрастать до возможно большего угла крена, однако необходимо позаботиться и о том, чтобы при всех возможных случаях эксплуатации крен катера не был чрезмерным и не вызывал беспокойства или неудобства для пассажиров. Рассматриваемые элементы (конструкции) надо максимально разнести по ширине корпуса, так как восстанавливающий момент гидродинамических сил прямо пропорционален плечу, на котором они действуют. Важно также, чтобы рабочая поверхность этих элементов имела достаточную ширину и работала под большими углами атаки к набегающему потоку.

Остойчивость может быть с успехом обеспечена и продольным реданированием.

Рассмотрим действие реданов на килеватом днище (рис. 13). При движении глиссирующей пластины за ней на поверхности воды образуется характерная волновая поверхность,

обусловленная распределением скоростей под пластиной. Чем больше скорость поперечного растекания воды у продольных кромок, тем менее отвесны «стенки» волновой впадины. Скорость растекания зависит от целого ряда факторов. Например, от гидродинамического давления под пластиной; чем оно выше, тем больше поперечная составляющая скорости потока. Большое влияние оказывают угол килеватости и поперечная профилировка днища: с ростом килеватости увеличивается скорость растекания. Отгибы у скул, скуловые накладки с крутой профилировкой подтормаживают потоки воды, которые стремятся вырваться из-под пластины по бокам.

Гидродинамическая эффективность продольных реданов в основном и зависит от того, будут ли нет выходящие из воды на расчетной скорости элементы днища смачиваться водой — касаться поверхности волновой ямы.

На первый взгляд эта задача может быть решена достаточно просто — увеличением высоты реданов. Однако при значительной высоте реданов увеличивается сопротивление из-за роста смоченной поверхности (по боковым граням) на малой скорости; кроме того, ухудшается поперечная остойчивость на ходу — увеличенная высота продольных ребер задерживает вход в воду несмоченных участков днища при крене. Наконец, при циркуляции и бо-

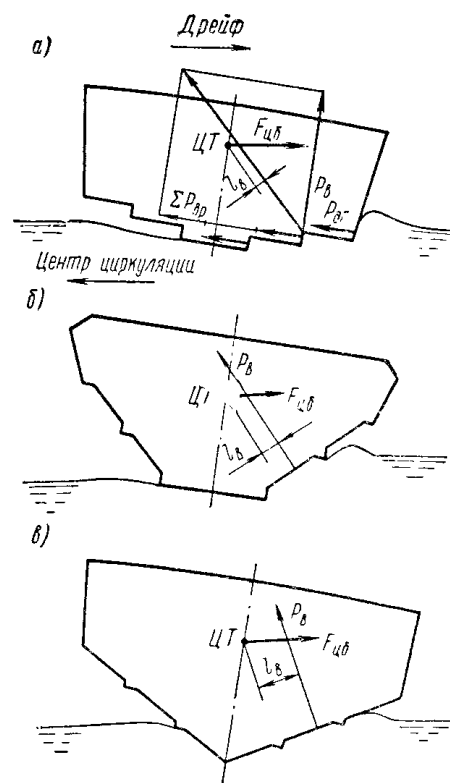


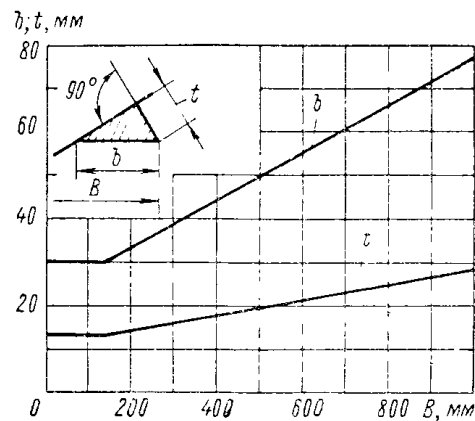
Рис. 14. Гидродинамические силы, возникающие при циркуляции катера с продольными реданами.

$F_{цб}$ — центробежная сила; $P_{в}$ — восстанавливающая гидродинамическая сила; $l_{в}$ — плечо восстанавливающей силы; $P_{д}$ — дрейфовая сила, возникающая из-за дрейфа.

а — реданы на плоском днище; б — плоская глиссирующая пластина с наклонными скулами и реданами; в — глубокое V.

ковом дрейфе на высоких боковых гранях реданов появляются значительные динамические силы и кренящие моменты. Особенно это опасно при установке продольных реданов на плоских и мало килеватых дни-

Рис. 15. График для выбора размеров реданов (для $\beta = 20^\circ \div 23^\circ$).



щах, поскольку в этом случае боковые грани реданов должны иметь значительную высоту. Не свободны от этого недостатка и боковые грани (скосы) по скулам, которые не обеспечивают достаточный восстанавливающий момент при дрейфе, так как должны иметь очень большой угол наклона (до 40—45°) из условия незамывания.

С ростом килеватости днища угол наклона поверхности волновой ямы уменьшается; уменьшается и необходимая высота реданов. По-видимому, при килеватости днища 20° и более в диапазоне расчетных удельных на-

грузок угол волнового склона не превышает килеватости и, следовательно, для предотвращения замыкания верхних участков днища достаточно установить совсем небольшой волноотбойник, который должен отсечь поток от обшивки. Выбрать высоту и ширину ребер при этом можно по графику, приведенному на рис. 15. Делать ребра высотой менее 10—12 мм нецелесообразно.

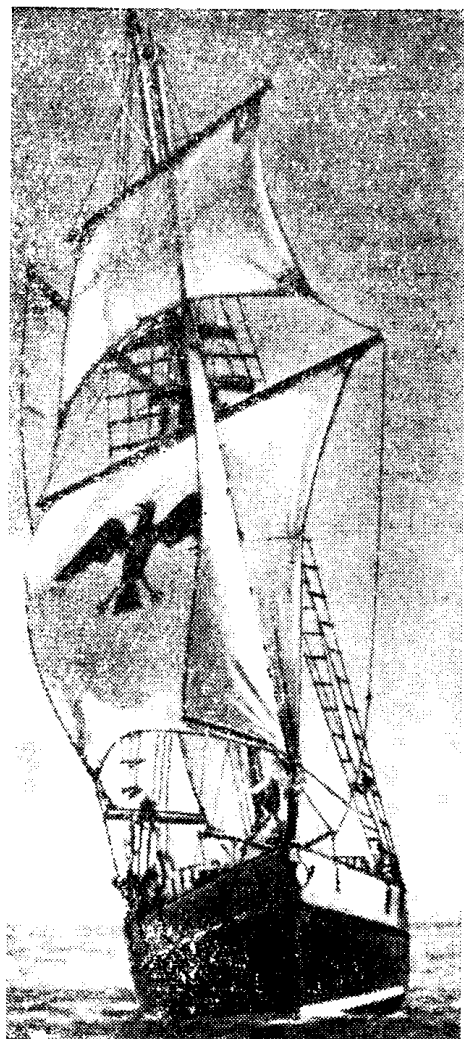
При дрейфе на циркуляции отсутствие высоких ребер на таком днище уменьшает отрицательный кренящий момент, а благодаря малому наклону поверхности днища создается значи-

тельный добавочный гидродинамический момент, кренящий судно к центру циркуляции (рис. 14, в).

Из сказанного следует, что на быстроходных катерах с большой килеватостью (20°—23°), постоянной более чем на половине длины корпуса, установка реданов позволяет решить целый ряд проблем: обеспечивает приемлемое гидродинамическое качество и повышенную ходовую устойчивость, снижает динамические перегрузки при ходе на волнении. Благодаря последнему обстоятельству, а также острому углу, под которым сходится обшивка у киля, об-



ЭТИ РОМАНТИЧНЫЕ



Современная яхта, рационализированная до предела, не удовлетворяет романтиков. Все чаще яхтсмены — моряки по призванию, свободные от меркантильных расчетов и погони за баллами в гонках, дают свободу воображению: они жаждут «архитектурных излишеств», которые переносили бы их из далекого от романтики XX века в эпоху великих открытий и расцвета паруса, в бурный мир героев Стивенсона и Конрада.

За рубежом в последние годы построено немало копий знаменитых парусников («Пинта», «Мэйфлауэр», «Нонсач», «Америка»). В № 37 сборника была опубликована статья о каравелле «Нева», построенной группой ленинградских энтузиастов. Стронули «Невы», кстати сказать, убедились, что даже дружному коллективу очень трудно воссоздать точную копию старинного судна. Более доступен и при том, пожалуй, не менее интересен путь стилизации под старину современной яхты. Подчеркнем — современной, плавать на которой значительно проще, приятнее и безопаснее, чем на любом старинном корабле.

Естественно, что степень стилизации яхты, ее мотивы и средства определяются возможностями и вкусом экипажа. В принципе желательно добиваться единства архитектуры корпуса и парусного вооружения, что само по себе представляет непростую задачу. Знаток рекомендует такое общее правило: чем ближе к эпохе расцвета паруса (и данного типа судна) избранный вами стиль, тем более подробной и всесторонней может быть стилизация; и наоборот, чем старше

и чем менее совершенно по мореходным качествам судно, вид которого придется яхте, тем более формальным сходством следует ограничиваться.

Парусное вооружение. Рисунок парусного вооружения на фоне неба определяет первое впечатление от судна, особенно с дальней дистанции.

Постройка «Невы» доказывает, что любителям старины под силу и трехмачтовые варианты (каракки, каравеллы, даже, может быть, галеоны), но, пожалуй, стоит ограничиться для начала рассмотрением более практических одно- и двухмачтовых вариантов.

Двухмачтовые суда могут быть вооружены, например, бригом или бригаantinой. Второй тип вооружения проще в управлении и в то же время как-то особенно романтичен. Именно о таких парусниках — быстроходных, небольших, эстетически совершенных, каждый из нас читал у Александра Грина.

Копируя старинное вооружение, нельзя забывать о том, что прямые паруса, которые выглядят особенно эффектно и, действительно, придают виду судна колорит старины, не всегда практичны. Судно с прямыми парусами не может ходить круто к ветру (лучшие парусники XIX века ходили не круче 50°), а управление множеством шкотов и брасов требует хорошей выучки экипажа. Яхту с таким вооружением можно рекомендовать только для плавания на достаточно свободной акватории и при условии, что обязательно предусмотрен вариант лавировочной оснастки,