

12 ОСТОЙЧИВОСТЬ

12.1 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

12.1.1 Требования разделов 12, 13, 14 распространяются на:

.1 все суда, плавающие в водоизмещающем состоянии;

.2 суда, на подводных крыльях в эксплуатационном и переходном режимах;

.3 суда на воздушной подушке в эксплуатационном режиме.

12.1.2 Требования настоящего раздела Правил распространяется на глиссеры, парусные суда, суда с воздушной каверной, экранопланы и плавучие доки в той мере, в какой это целесообразно и осуществимо в соответствии с обоснованиями проектанта, согласованными с Речным Регистром.

12.1.3 Судно признается остойчивым, если оно при всех вариантах нагрузки, устанавливаемых настоящим разделом, удовлетворяет:

.1 основному критерию остойчивости, определяемому согласно 12.3 – 12.7 в зависимости от класса судна;

.2 дополнительным требованиям к остойчивости, принимаемым согласно 12.8 – 12.16 в зависимости от типа и назначения судна;

.3 требованию к начальной остойчивости, согласно которому для всех судов поперечная (начальная) метацентрическая высота, принятая с учетом поправок на влияние свободных поверхностей жидких грузов, а для ледоколов и с учетом обледенения, должна быть не менее 0,2 м.

Определение начальной метацентрической высоты с учетом обледенения долж-

но проводиться для наихудшего в отношении остойчивости варианта нагрузки. При этом массу льда на 1 м² площади общей горизонтальной проекции открытых палуб следует принимать равной 15 кг. В общую горизонтальную проекцию палуб должна входить сумма горизонтальных проекций всех открытых палуб и переходов независимо от наличия навесов.

Момент по высоте от этой нагрузки определяется по возвышениям центров тяжести соответствующих участков палубы и переходов.

Палубные механизмы, устройства, крышки люков и т. п. входят в проекцию палуб и специально не учитываются.

12.1.4 Проверка остойчивости судна должна быть выполнена при всех вариантах нагрузки, указанных в 12.8 – 12.16. При отсутствии специальных указаний для судов какого-либо типа остойчивость необходимо проверять при следующих состояниях нагрузки:

.1 судно в полном грузу с полной нормой запасов и топлива;

.2 судно без груза, с 10 % запасов и топлива, без балласта и с балластом.

12.1.5 Если по условиям эксплуатации для данного судна предусматриваются нагрузки, более неблагоприятные для его остойчивости, чем перечисленные в 12.1.4 или указанные в 12.8 – 12.16, то для них также должна быть проверена остойчивость судна.

12.1.6 Допустимые углы крена следует определять при равнообъемных наклонениях судна.

12.1.7 С целью уточнения положения центра тяжести следует креновать:

.1 головное судно каждого проекта;

.2 серийное судно, конструктивные изменения которого по сравнению с первым судном серии по расчетным данным вызывают существенные изменения остойчивости. Такое судно следует считать относительно остойчивости первым судном новой серии;

.3 суда после переоборудования, модернизации или изменения способа эксплуатации, если при этом может ухудшаться остойчивость.

12.1.8 Для наблюдения за остойчивостью судна и практической оценки безопасности его эксплуатации при всех возможных состояниях нагрузки на судно должна быть выдана Информация об остойчивости и непотопляемости судна, согласованная с Речным Регистром.

Необходимо соблюдать ограничения по эксплуатации судна, оговоренные в Информации, режимные мероприятия, налагаемые Правилами и Информацией, а также осуществлять все необходимые мероприятия по обеспечению остойчивости судна при всех условиях эксплуатации и в аварийных ситуациях.

12.1.9 Информация об остойчивости и непотопляемости судна должна быть составлена для:

.1 пассажирских, разъездных, буксирных и промысловых судов;

.2 непассажирских судов, перевозящих организованные группы людей;

.3 грузовых судов, к остойчивости которых предъявляются дополнительные требования (см. 12.9.2 и 12.9.4);

.4 судов других типов и назначений по требованию Речного Регистра.

12.1.10 Информацию об остойчивости и непотопляемости судна следует составлять по результатам расчетов остойчивости, выполненных в соответствии с настоящими Правилами. Она должна быть откорректирована по результатам кренования с учетом 12.1.12, если расхождения между

расчетными и опытными данными будут более:

по водоизмещению порожнем $\pm 2\%$;

по метацентрической высоте $\pm 5\%$.

Информация должна быть оформлена согласно Указаниям по составлению Информации об остойчивости и непотопляемости судна (приложение 3), а протокол кренования — согласно Инструкции по определению положения центра массы судна из опыта (приложение 4).

12.1.11 При пользовании таблицами, приведенными в настоящем разделе, промежуточные значения параметров следует определять линейной интерполяцией.

12.1.12 Допускается не проводить кренование плавучих доков и головных грузовых судов, если проектный предельно допустимый момент превышает кренящий момент как от динамического, так и статического действия ветра более, чем на 5 % (критерий остойчивости более 1,05).

Речной Регистр может освободить судно от кренования, если при возвышении центра тяжести судна порожнем, увеличенном на 20 % по сравнению с проектным, требования настоящего раздела выполняются.

12.2 ОПРЕДЕЛЕНИЯ И ПОЯСНЕНИЯ

12.2.1 В настоящем разделе и для разд. 13 и 14 настоящей части Правил приняты следующие определения:

.1 **Аварийная ватерлиния** — ватерлиния поврежденного судна при затоплении отсека (отсеков).

.2 **Амплитуда качки** — расчетная условная амплитуда бортовой качки судна на нерегулярном волнении, интенсивность которого задается высотой волн в водных бассейнах того или иного разряда.

.3 **Брызго непроницаемость** — характеристика устройства, которое предотвращает проникновение воды внутрь судна при поливе рассеянной струей воды, направленной перпендикулярно к контролируемой поверхности.

.4 **Водонепроницаемость** — характеристика элементов конструкции

корпуса и оборудования, которые предотвращают проникновение воды внутрь судна при воздействии струи воды из брандспойта, диаметр выходного отверстия которого составляет не менее 16 мм, на расстоянии 3 м под напором 10 м водяного столба.

.5 Высота волн — расчетная высота ветровых волн с обеспеченностью, принятой для водных бассейнов данного разряда (см. табл. 12.4.3).

.6 Давление ветра — условное расчетное давление ветра (динамически или статически приложенное).

.7 Закрытое судно — судно, имеющее водонепроницаемые закрытия грузовых и прочих люков, расположенных на открытых участках палубы надводного борта.

.8 Закрытые отверстия — при проверке остойчивости судна по основному критерию остойчивости прочные непроницаемые створчатые открывающиеся иллюминаторы, люки и двери необходимо считать закрытыми отверстиями.

При назначении надводного борта и проверке непотопляемости закрытыми отверстиями следует считать:

все люки, шахты, лазы, двери, горловины и другие отверстия, снабженные прочными, непроницаемыми закрытиями;

глухие бортовые и палубные иллюминаторы;

створчатые иллюминаторы с постоянно навешенными штормовыми крышками.

.9 Коэффициент проницаемости объема помещения k_v — отношение объема помещения, который может быть заполнен водой при полном затоплении отсека, к полному теоретическому объему помещения.

.10 Коэффициент проницаемости поверхности $k_s = S_a/S$,

где S_a — площадь ватерлинии затопленного отсека за вычетом площадей груза, механизмов, оборудования, пересекаемых ею;

S — площадь ватерлинии затопленного отсека.

.11 Линия предельной осадки — полоса, верхняя кромка которой определяет наибольшую осадку судна при плавании его в бассейне соответствующего разряда.

.12 Моменты кренящие — расчетные значения статически и динамически приложенных кренящих моментов.

.13 Моменты предельно допустимые — расчетные значения моментов, предельно допустимых из условия обеспечения требуемых показателей остойчивости судна при статических или динамических наклонениях.

.14 Надводный борт — расстояние от верхней кромки палубной линии до верхней кромки линии предельной осадки, измеренное отвесно по борту в сечении по мидель-шпангоуту.

.15 Основной критерий остойчивости — соотношение между кренящим моментом от динамического действия ветра на судно и предельно допустимым моментом, который соответствует углу опрокидывания (или заливания) и определяется с учетом или без учета бортовой качки (в зависимости от разряда водного бассейна).

.16 Открытое судно — судно, не имеющее водонепроницаемых или брызгонепроницаемых закрытий грузовых и прочих люков, расположенных на открытых участках палубы надводного борта.

.17 Открытые отверстия (при проверке остойчивости) — отверстия в главной палубе или бортах корпуса, а также в палубах, бортах и переборках надстроек и рубок, не имеющие прочных непроницаемых закрытий.

При проверке остойчивости по дополнительным требованиям створчатые иллюминаторы, люки и двери следует считать открытыми отверстиями.

При проверке непотопляемости отверстия в переборках, палубах и бортах, через которые возможно заливание судна и дальнейшее распространение воды по судну следует считать открытыми отверстиями.

.18 Отсек — часть внутреннего объема корпуса, ограниченного днищем или

вторым дном, бортами или продольными переборками, палубой надводного борта, если она имеется, или верхней кромкой борта, если палуба отсутствует, и двумя соседними поперечными непроницаемыми переборками или пиковой переборкой и оконечностью.

.19 Палуба надводного борта — палуба, относительно которой рассчитывается надводный борт. Обычно это палуба переборок, ограничивающая сверху непроницаемые переборки деления на отсеки.

На судах со строительным дифферен- том или с палубой надводного борта с уступом за палубу надводного борта следует принимать самую низкую часть открытой палубы или ее продолжение, параллельное верхней части палубы в районе уступа.

.20 Палубная линия — горизонтальная полоса на середине длины судна, нанесенная на борту судна так, что ее верхняя кромка совпадает с линией пересечения верхней поверхности настила палубы надводного борта с наружной поверхностью бортовой обшивки.

.21 Площадь парусности — площадь проекции надводной части судна на диаметральную плоскость, определяемая в прямом его положении при средней осадке по действующую ватерлинию.

.22 Предельная линия погружения — линия пересечения наружной поверхности настила палубы надводного борта с наружной поверхностью бортовой обшивки.

.23 Предельно допустимый угол крена — угол крена, превышение которого настоящими Правилами не допускается.

.24 Спрямление посадки судна — процесс управления или уменьшения крена или дифферента.

.25 Угол заливания $\theta_{\text{зал}}$ — наименьший угол крена, при достижении которого начинается заливание водой внутренних помещений судна через отверстия, считающиеся открытыми.

.26 Угол опрокидывания $\theta_{\text{опр}}$ — угол крена, при достижении которого под

действием динамически приложенного кренящего момента судно опрокидывается.

.27 Центр парусности — центр тяжести площади парусности.

12.3 ДИАГРАММЫ ОСТОЙЧИВОСТИ

12.3.1 Проверку остойчивости судна по основному критерию и дополнительным требованиям следует выполнять по диаграммам динамической и статической остойчивости для соответствующих вариантов нагрузки.

12.3.2 Диаграммы остойчивости должны быть построены с учетом свободных поверхностей жидких грузов, если суммарное их влияние приводит к уменьшению метacentрической высоты на 5 % и более в прямом положении судна. При этом отбойные переборки следует считать проницаемыми. При проверке динамической остойчивости судна (по основному критерию остойчивости, в эволюционный период циркуляции и при динамическом воздействии буксирного троса) допускается рассматривать эти переборки как водонепроницаемые.

Диаграммы остойчивости ледоколов должны быть построены, кроме того, с учетом обледенения. При этом условные нормы обледенения должны приниматься в соответствии с 12.1.3.3.

Поправку к метacentрической высоте на влияние свободных поверхностей жидких грузов в тех цистернах и танках, масса жидкости в которых изменяется при эксплуатации судна, следует вычислять для случая заполнения этих цистерн на 50 % в прямом положении судна независимо от заполнения, принятого в расчете весовой нагрузки.

В расчетах остойчивости судна в опорожненных цистернах остатки жидких грузов при высоте их до 5 см допускается не учитывать.

12.3.3 При построении диаграмм остойчивости может быть учтено влияние надстроек, рубок и комингсов грузовых люков при их протяженности, равной не ме-

нее 0,15 расчетной длины корпуса судна, кроме того, эти надстройки, рубки и комингсы, а также устройства для закрытия отверстий и вырезов в них должны быть прочными и непроницаемыми.

При надежном креплении лесного груза, расположенного на непроницаемых палубах или закрытиях люков, допускается засчитывать его объем как непроницаемый, причем расчетную высоту груза следует принимать равной 0,75 действительной высоты, но не более 2 м.

12.3.4 Для судов класса «М» максимальное плечо диаграммы статической остойчивости должно быть не менее 0,25 м. Предел положительной статической остойчивости (закат диаграммы) должен быть не менее 50°.

12.4 ОСНОВНОЙ КРИТЕРИЙ ОСТОЙЧИВОСТИ

12.4.1 Остойчивость судна по основному критерию считается достаточной, если оно при плавании на спокойной воде или на волнении (в соответствии с классом судна) выдерживает динамически приложенное давление ветра, т. е. если соблюдается условие

$$M_{кр} < M_{доп}, \quad (12.4.1)$$

где $M_{кр}$ — кренящий момент от динамического действия ветра, определяемый согласно 12.5, кН·м;

$M_{доп}$ — предельно допустимый момент при динамических наклонениях, определяемый согласно 12.7, кН·м.

12.4.2 Остойчивость по основному критерию следует проверять для судов классов «М» и «О» с учетом бортовой качки (см. 12.6), а для судов классов «Р» и «Л» — на спокойной воде. Остойчивость судов класса «Р», признанных годными к плаванию в бассейнах разряда «О» с ограничениями по погоде, следует проверять с учетом бортовой качки.

12.4.3 Настоящий раздел Правил разработан применительно к судам различных классов при расчетных характеристиках

ветро-волнового режима водных бассейнов, приведенных в табл. 12.4.3.

Таблица 12.4.3

Класс судна	Скорость ветра, м/с	Высота волны, м
«М»	24	3,0
«О»	21	2,0
«Р»	17	1,2
«Л»	17	0,6

Примечания.

1. Расчетная высота волн для судов класса «М» соответствует 3 %-й обеспеченности, а для судов прочих классов — 1 %-й.

2. Условия допуска судов к эксплуатации в бассейнах более высоких разрядов с ограничениями в каждом отдельном случае должны быть согласованы с Речным Регистром.

12.5 КРЕНЯЩИЙ МОМЕНТ ОТ ДИНАМИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ ВЕТРА

12.5.1 Кренящий момент от динамического действия ветра на судно определяется по формуле, кН·м:

$$M_{кр} = 0,001 p S z, \quad (12.5.1)$$

где p — условное расчетное динамическое давление ветра, Па;

S — площадь парусности судна при средней осадке по действующую ватерлинию, м²;

z — приведенное плечо кренящей пары при одновременных крене и боковом дрейфе судна, м.

Значения величин, входящих в правую часть формулы (12.5.1), следует принимать в соответствии с указаниями 12.5.2 — 12.5.6.

12.5.2 Условное расчетное динамическое давление ветра необходимо принимать в соответствии с классом судов по табл. 12.5.2 в зависимости от возвышения центра парусности z_n , м, над плоскостью действующей ватерлинии (при средней осадке T):

$$z_r = z_n - T, \quad (12.5.2)$$

где z_n — возвышение центра парусности над основной плоскостью судна, м.

12.5.3 В площадь парусности должны быть включены проекции на диаметрально-

Таблица 12.5.2

Возвышение центра парусности z_r , м	Условное расчетное динамическое давление ветра p , Па		
	«М»	«О»	«Р» и «Л»
не более 0,5	177	157	127
1,0	196	177	147
1,5	216	196	167
2,0	235	216	186
2,5	255	235	207
3,0	265	245	216
4,0	284	265	235
5,0	304	284	255
не менее 6,0	324	304	275

ную плоскость всех сплошных поверхностей элементов корпуса, надстроек и рубок, мачт, дымовых труб, вентиляторов, шлюпок и палубных грузов, а также тендов, которые могут быть натянуты при штормовой погоде.

Парусность несплошных поверхностей элементов судна — лееров, крановых ферм решетчатого типа, рангоута (за исключением мачт), такелажа и т. п. приближенно допускается учитывать увеличением вычисленных для минимальной осадки суммарной площади упомянутых выше сплошных поверхностей на 5 %, а ее статического момента относительно основной плоскости судна — на 10 %.

12.5.4 Указанные в 12.5.3 приближенные надбавки на влияние парусности несплошных поверхностей элементов судна можно не учитывать, если площадь всех таких поверхностей и ее статический момент относительно основной плоскости вычисляются более детально. В этом случае в площадь парусности несплошных поверхностей следует включать их габаритные площади, умноженные на коэффициенты заполнения, значения которых необходимо принимать:

для лееров, затянутых сеткой, — 0,6;

то же, не затянутых сеткой, — 0,2;

для крановых ферм решетчатого типа — 0,5;

для рангоута и такелажа — 0,6.

Площади парусности несплошных поверхностей упомянутых выше элементов при их детальном подсчете следует при-

нимать с коэффициентом обтекания, равным 1.

Площади проекций надводной части корпуса судна, а также надстроек и рубок обычного (необтекаемого) типа следует принимать с коэффициентом обтекания, равным 1. Площади проекций надстроек и рубок обтекаемого типа можно принимать с коэффициентом обтекания не менее 0,6, однако, это должно быть подтверждено соответствующими экспериментально-расчетными данными.

Площади проекций элементов судна, расположенных отдельно и имеющих обтекаемую форму (мачт, дымовых труб, вентиляторов и т. п.), следует принимать с коэффициентом обтекания 0,6.

12.5.5 Приведенное плечо кренящей пары при динамическом действии ветра на судно, м

$$z = z_r + a_1 a_2 T, \quad (12.5.5)$$

где z_r — возвышение центра парусности над плоскостью действующей ватерлинии (см. 12.5.2), м;

a_1, a_2 — поправочные коэффициенты, см. 12.5.6;

T — средняя осадка судна по действующую ватерлинию, м.

12.5.6 Коэффициент a_1 , учитывающий влияние сил сопротивления воды боковому дрейфу на плечо кренящей пары z , следует принимать по табл. 12.5.6-1 в зависимости от отношения B/T (B и T — ширина и средняя осадка судна по действующую ватерлинию, м).

Коэффициент a_2 , учитывающий влияние сил инерции на плечо кренящей пары z , следует определять по табл. 12.5.6-2 в

Таблица 12.5.6-1

B/T	a_1
$\leq 2,5$	0,40
3,0	0,41
4,0	0,46
5,0	0,60
6,0	0,81
7,0	1,00
8,0	1,20
9,0	1,28
≥ 10	1,30

Таблица 12.5.6-2

z_r/B	a_2
0,15	0,66
0,20	0,58
0,25	0,46
0,30	0,34
0,35	0,22
0,40	0,10
$\geq 0,45$	0

зависимости от соотношения z_g/B (z_g — возвышение центра массы над основной плоскостью судна, м).

12.6 РАСЧЕТНЫЕ УСЛОВНЫЕ АМПЛИТУДЫ КАЧКИ

12.6.1 Расчетные условные амплитуды бортовой качки θ_m , град, для корпусов судов с закругленной скулой и без скуловых килей (или брускового киля) следует принимать по табл. 12.6.1 в зависимости от частоты m , c^{-1} , которую необходимо определять по формуле

$$m = m_1 m_2 m_3, \quad (12.6.1)$$

где m_1 , m_2 , m_3 — множители, см. 12.6.3.

Примечания. 1. При значениях m , больше приведенных в табл. 12.6.1, следует принимать наибольшую расчетную амплитуду качки для судов данного класса.

2. Для судов со скуловыми килями (или брусковым килем) амплитуды качки следует определять согласно 12.6.4 – 12.6.7.

Таблица 12.6.1

m, c^{-1}	Амплитуда бортовой качки, θ_m , град		
	Класс судна		
	«М»	«О»	«Р»*
0,40	14	9	5
0,60	18	10	5
0,80	24	13	6
1,00	28	17	8
1,20	30	20	10
1,40	31	23	13
1,60	31	24	15
1,80	31	24	16

* Для судов класса «Р», которые признаются годными к плаванию в бассейнах разряда «О» с ограничениями по погоде.

12.6.2 Для судов с острыми скулами и для колесных судов расчетные условные амплитуды качки следует принимать соответственно равными 0,75 и 0,80 их значения, взятого по табл. 12.6.1.

12.6.3 Множитель m_1 , c^{-1} , характеризующий частоту собственных колебаний судна (на тихой воде), следует определять по формуле

$$m_1 = m_0 / \sqrt{h_0}, \quad (12.6.3-1)$$

где h_0 — метацентрическая высота, соответствующая варианту нагрузки судна, вычисляемая без учета влияния свободной поверхности жидких грузов, м;

m_0 — коэффициент, значения которого следует принимать по табл. 12.6.3-1 в зависимости от параметра

$$n_1 = h_0 B / (z_g \sqrt[3]{V}), \quad (12.6.3-2)$$

где V — водоизмещение судна при средней осадке T , по действующую ватерлинию, m^3 ;

z_g — возвышение центра тяжести судна над основной плоскостью для данного варианта нагрузки, м;

B — ширина судна по действующей ватерлинии, м.

Значения безразмерных множителей m_2 и m_3 , учитывающих влияние формы корпуса судна на амплитуды бортовой качки, следует принимать по табл. 12.6.3-2 и 12.6.3-3 в зависимости от отношения B/T и коэффициента полноты ватерлинии δ .

Таблица 12.6.3-1

n_1	m_0
$\leq 0,10$	0,42
0,15	0,52
0,25	0,78
0,50	1,38
0,75	1,94
1,00	2,40
1,50	3,00
2,00	3,30
2,50	3,50
$\geq 3,00$	3,60

Таблица 12.6.3-2

B/T	m_2
$\leq 2,50$	1,00
3,00	0,90
3,50	0,81
4,00	0,78
5,00	0,81
6,00	0,87
7,00	0,92
8,00	0,96
9,00	0,99
$\geq 10,00$	1,00

Таблица 12.6.3-3

δ	m_3	δ	m_3
$\leq 0,45$	1,00	0,65	0,72
0,50	0,95	0,70	0,69
0,55	0,86	0,75	0,67
0,60	0,77	$\geq 0,80$	0,66

12.6.4 Расчетные условные амплитуды бортовой качки θ'_m , град, для судов со скуловыми килями (с брусковым килем)

$$\theta'_m = k \theta_m, \quad (12.6.4)$$

где k — поправочный коэффициент, см. 12.6.5;

θ_m — амплитуда бортовой качки для судна без килей (см. табл. 12.6.1).

12.6.5 Коэффициент k , характеризующий относительное уменьшение амплитуд бортовой качки судна в результате установки скуловых или брусковых килей, следует принимать по табл. 12.6.5 в зависимости от

$$q = r\alpha\sqrt{B}, \quad (12.6.5)$$

где B — ширина судна по действующей ватерлинии, м;

α — коэффициент полноты площади этой ватерлинии;

r — множитель, определяемый согласно указаниям 12.6.6.

Таблица 12.6.5

q	k	q	k
0	1,00	5,00	0,68
1,00	0,95	6,00	0,65
2,00	0,85	7,00	0,63
3,00	0,77	≥8,00	0,62
4,00	0,72		

12.6.6 Множитель r , учитывающий возрастание сопротивления воды бортовой качке судна, обусловленное установкой скуловых или брусковых килей, следует вычислять по формуле:

$$r = (r_1 + r_2)r_3, \quad (12.6.6)$$

где r_1 , r_2 , r_3 — коэффициенты, см. 12.6.7.

12.6.7 Коэффициент r_1 , характеризующий эффективность действия скуловых килей, имеющих суммарную площадь S_k , м², следует принимать по табл. 12.6.7-1 в зависимости от отношения $100S_k/LB$, % (L и B — длина и ширина судна по действующей ватерлинии, м).

Таблица 12.6.7-1

$100S_k/(LB)$, %	r_1	$100S_k/(LB)$, %	r_1
0,70	0,14	2,50	0,94
1,00	0,24	3,00	1,20
1,50	0,44	3,50	1,48
2,00	0,68	≥4,00	1,66

Коэффициенты r_2 и r_3 , учитывающие влияние формы корпуса судна на эффективность действия скуловых килей, следует принимать по табл. 12.6.7-2 и 12.6.7-3,

соответственно, в зависимости от коэффициента полноты водоизмещения δ при площади килей S_k и отношения B/T (T — средняя осадка судна по действующую ватерлинию, м).

Примечание. Указания, приведенные в 12.6.7, могут быть распространены и на суда с брусковым килем. В этом случае S_k , м², — площадь боковой проекции киля.

Таблица 12.6.7-2

δ	r_2
≤ 0,45	0
0,50	0,06
0,55	0,18
0,60	0,35
0,65	0,51
0,70	0,65
0,75	0,71
0,80	0,68
≥ 0,85	0,64

Таблица 12.6.7-3

B/T	r_3
≤ 2,50	1,40
3,00	1,48
4,00	1,58
5,00	1,83
6,00	2,00
7,00	2,13
8,00	2,34
9,00	2,50
≥ 10,0	2,60

12.7 ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫЙ МОМЕНТ ПРИ ПРОВЕРКЕ ОСТОЙЧИВОСТИ ПО ОСНОВНОМУ КРИТЕРИЮ

12.7.1 Предельно допустимый момент определяется предельно допустимым углом крена.

12.7.2 За предельно допустимый угол крена $\theta_{\text{доп}}$ при динамическом воздействии кренящего момента от ветра и волнения следует принимать или угол опрокидывания $\theta_{\text{опр}}$ или угол заливания $\theta_{\text{зал}}$, в зависимости от того, какой из этих углов меньше.

12.7.3 Предельно допустимый момент $M_{\text{доп}}$ можно определять по диаграмме динамической или статической остойчивости.

12.7.4 Предельно допустимый момент $M_{\text{доп}}$ для судов класса «М» и «О», а также для судов класса «Р», которые эксплуатируются в бассейнах разряда «О» с ограничениями по погоде, необходимо определять путем построений, выполненных с учетом влияния бортовой качки.

Диаграмма динамической остойчивости (кривая плеч d) при определении по ней момента $M_{\text{доп}}$ продолжается в область от-

рицательных значений оси на участке, равном расчетной условной амплитуде качки θ_m , вычисленной согласно указаниям 12.6.

Влево от начала координат O (рис. 12.7.4-1 и 12.7.4-2) откладывается значение амплитуды качки и на левой ветви диаграммы фиксируется соответствующая точка A , которая в дальнейшем называется исходной.

При определении предельно допустимого момента по любой из упомянутых диаграмм возможны следующие типовые случаи.

.1 Для установления предельно допустимого момента $M_{доп}$, соответствующего

углу опрокидывания судна $\theta_{опр}$, от исходной точки A проводится касательная AK к правой ветви кривой плеч d (см. рис. 12.7.4-1). Абсцисса точки касания K определяет в данном случае угол опрокидывания.

Далее через исходную точку A проводится прямая, параллельная оси абсцисс, и на этой прямой откладывается отрезок AB , равный 1 рад ($57,3^\circ$). Из точки B восстанавливается перпендикуляр до пересечения с касательной AK в точке E .

Отрезок BE дает численное значение плеча $l_{доп1}$ предельно допустимого момента, соответствующего углу опрокидывания судна. В этом случае предельно допусти-

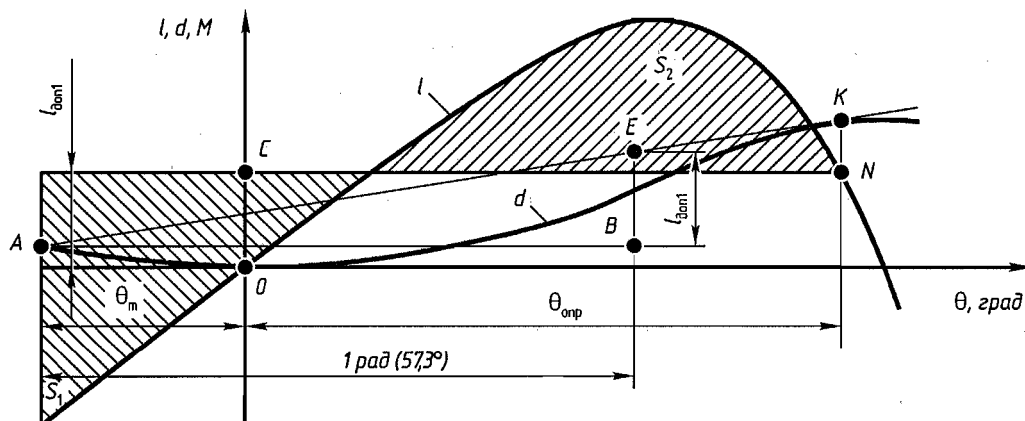


Рис. 12.7.4-1

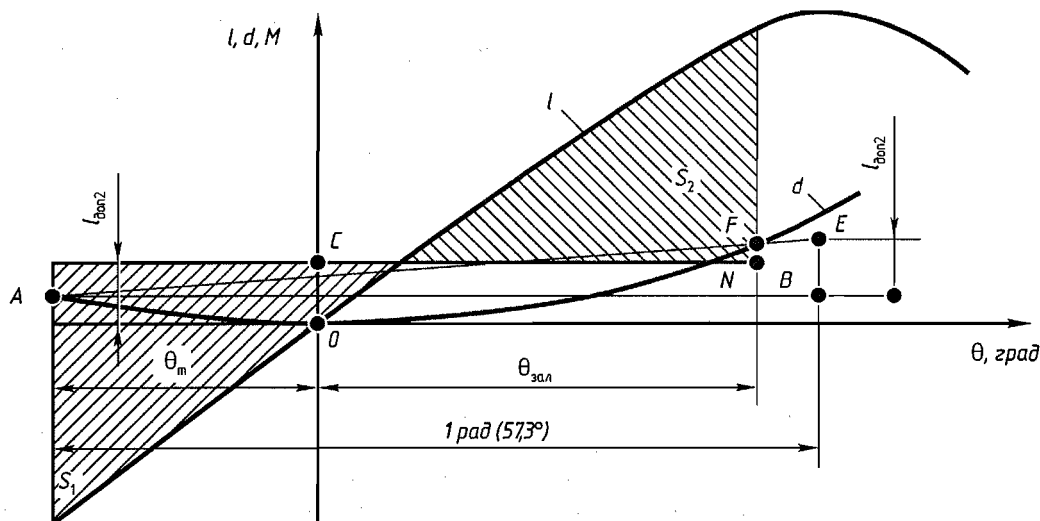


Рис. 12.7.4-2

мый момент $M_{\text{доп1}}$, кН·м, будет равен $l_{\text{доп1}}$, м, умноженному на вес судна D , кН, при осадке, для которой построена диаграмма остойчивости, т. е.

$$M_{\text{доп1}} = D l_{\text{доп1}}. \quad (12.7.4-1)$$

2 Для определения предельно допустимого момента $M_{\text{доп2}}$, соответствующего углу заливания $\theta_{\text{зал}}$, на оси абсцисс диаграммы откладывается значение угла $\theta_{\text{зал}}$ (см. рис. 12.7.4-2) и из полученной точки восстанавливается перпендикуляр до пересечения с кривой плеч d в точке F .

Дальнейшие построения по диаграмме проводят так же, как и в предыдущем случае, с той лишь разницей, что вместо касательной к диаграмме проводится секущая AF до пересечения в точке E с перпендикуляром BE , восстановленным к отрезку AB , равному 1 рад.

Отрезок BE в этом случае дает числовое значение плеча $l_{\text{доп2}}$ искомого предельно допустимого момента, соответствующего углу заливания судна.

Предельно допустимый момент $M_{\text{доп2}}$, кН·м, будет равен $l_{\text{доп2}}$, м, умноженному на вес судна D , кН:

$$M_{\text{доп2}} = D l_{\text{доп2}}. \quad (12.7.4-2)$$

Предельно допустимые моменты $M_{\text{доп1}}$ или $M_{\text{доп2}}$ следует определять по программе статической остойчивости как результат построений, изображенных на рис. 12.7.4-1 и 12.7.4-2.

На диаграммах статической остойчивости (кривая плеч l) подбирают прямые CN , параллельные оси абсцисс, исходя из равенства заштрихованных на чертеже площадей S_1 и S_2 .

Отрезок OC на оси ординат диаграммы (см. рис. 12.7.4-1) дает числовое значение плеча $l_{\text{доп1}}$ предельно допустимого момента, соответствующего углу опрокидывания судна, а значение этого момента $M_{\text{доп1}}$, кН·м, следует вычислять по формуле (12.7.4-1). Аналогично отрезок OC (см. 12.7.4-2) дает числовое значение плеча $l_{\text{доп2}}$ предельно допустимого момента для угла заливания судна, а значение этого момента $M_{\text{доп2}}$, кН·м, следует вычислять по формуле (12.7.4-2).

12.7.5 Предельно допустимый момент при динамических наклонениях для судов классов «Р» и «Л» при проверке их остойчивости по основному критерию, а также для судов всех классов при проверке их остойчивости по дополнительным требованиям следует определять по диаграммам динамической и статической остойчивости в том же порядке, как было указано в 12.7.4, но без учета влияния бортовой качки (рис. 12.7.5-1 и 12.7.5-2). Диаграммы остойчивости не продолжают в области отрицательных значений оси абсцисс, и все построения (проведение касательной или секущей к кривой d или построение равновеликих площадей по кривой l) необходимо выполнять только вправо от начала координат (от точки O на рис. 12.7.5-1 и 12.7.5-2).

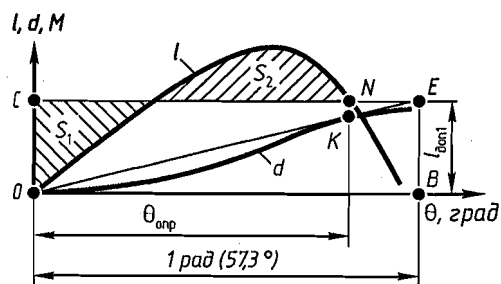


Рис. 12.7.5-1

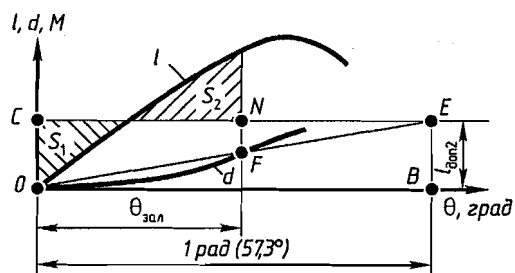


Рис. 12.7.5-2

12.7.6 Для прямобортных судов классов «Р» или «Л» допускается не выполнять расчеты по диаграмме остойчивости, если кренящий момент от динамического действия ветра (см. 12.5) не превышает предельно допустимый момент $M_{\text{доп}}$, определяемый по выражению, кН·м:

$$M_{\text{доп}} = 0,0087 D h'_0 \theta_{\text{доп}}, \quad (12.7.6)$$

где D — вес судна при осадке по действующую ватерлинию, кН;

h'_0 — метацентрическая высота, вычисленная с учетом поправки на влияние свободных поверхностей жидких грузов, а для ледоколов и с учетом обледенения, м;

$\theta_{\text{доп}}$ — предельно допустимый угол при динамических наклонениях, град, который следует принимать равным наименьшему из значений: угла $\theta_{\text{звл}}$, угла входа кромки палубы в воду или угла оголения середины скулы.

12.8 ПАССАЖИРСКИЕ И ПРИРАВНЕННЫЕ К НИМ СУДА

12.8.1 Проверка остойчивости пассажирских судов по основному критерию, указанному в 12.4, должна быть выполнена при следующих вариантах нагрузки:

1 судно в полном грузу, с полной нормой запасов и топлива, с полным количеством каютных и палубных пассажиров с багажом;

2 судно в полном грузу, с 10 % запасов и топлива, с полным количеством каютных и палубных пассажиров с багажом;

3 судно без груза, с 10 % запасов и топлива, с полным количеством каютных и палубных пассажиров с багажом;

4 судно без груза и пассажиров, с 10 % запасов и топлива.

При проверке остойчивости судна по основному критерию считается, что все каютные пассажиры находятся в своих помещениях, все палубные пассажиры — на своих палубах, а размещение грузов в грузовых трюмах и на палубах соответствует нормальным условиям эксплуатации данного судна.

Для вариантов нагрузки 12.8.1.1 — 12.8.1.3 должна быть также проверена остойчивость судна, удовлетворяющая дополнительным требованиям, изложенным ниже (см. 12.8.2, 12.8.7, 12.8.12).

Примечание. Проверка остойчивости судна согласно дополнительным требованиям выполняется также при неполном количестве

пассажиров, если такое состояние нагрузки может оказаться менее благоприятным для остойчивости, чем наихудшая из перечисленных выше.

12.8.2 Остойчивость пассажирских судов должна быть достаточной в случае скопления пассажиров у одного борта, т. е. должно быть выполнено условие

$$M_n < M'_{\text{доп}}, \quad (12.8.2)$$

где M_n — кренящий момент от скопления пассажиров у одного борта, кН·м, см. 12.8.3;

$M'_{\text{доп}}$ — предельно допустимый момент при статических наклонениях судна, кН·м, см. 12.8.5.

12.8.3 Кренящий момент M_n следует определять по расчетной схеме скопления пассажиров у одного борта, что соответствует наиболее опасному их размещению, возможному в нормальных условиях эксплуатации судна. В этом случае размещение пассажиров следует принимать у одного борта на площадях палуб, свободных от оборудования и устройств, с учетом ограничений допуска пассажиров на ту или иную часть палубы.

При определении кренящего момента M_n плотность размещения пассажиров необходимо принимать: на судах, совершающих постоянные рейсы продолжительностью более 24 ч, — 4 чел. на 1 м² свободной площади палуб; на судах, совершающих рейсы продолжительностью менее 24 ч, — 6 чел. на 1 м².

Площади наружных проходов, расположенных возле фалышбортов или леерных ограждений, следует принимать с коэффициентом 0,75 при ширине проходов более 0,7 м и с коэффициентом 0,50 при ширине $\leq 0,7$ м.

Площади проходов между диванами (скамейками, креслами), на которых возможно скопление пассажиров дополнительно к сидящим на своих местах, следует принимать с коэффициентом 0,5.

Массу одного пассажира следует принимать равной 75 кг, а центр тяжести — расположенным на высоте 1,1 м от уровня палубы.

12.8.4 За предельно допустимый угол крена $\theta'_{\text{доп}}$ следует принимать угол, равный $0,80 \theta'_{\text{эл}}$, при котором входит в воду кромка палубы или верхняя кромка обшивки судна, смотря по тому, какой из этих углов будет меньше. Значение угла $\theta'_{\text{доп}}$ не должно превышать 10° , а для судов длиной до 30 м — 12° .

12.8.5 Момент $M'_{\text{доп}}$ необходимо определять по диаграмме статической остойчивости в зависимости от предельно допустимых углов крена $\theta_{\text{доп}}$, град, (см. 12.8.4). При проверке остойчивости в случае скопления пассажиров у одного борта следует учитывать влияние свободной поверхности жидких грузов в соответствии с указаниями 12.3.2.

12.8.6 Для прямобортных судов классов «Р» и «Л» допускается не требовать расчеты по диаграмме статической остойчивости, если кренящий момент от скопления пассажиров у одного борта (см. 12.8.3) не превышает предельно допустимого момента $M'_{\text{доп}}$, определяемого по формуле, кН·м

$$M'_{\text{доп}} = 0,0175 D h'_0 \theta_{\text{доп}}, \quad (12.8.6)$$

где D — вес судна при осадке по действующую ватерлинию, кН;

h'_0 — метацентрическая высота, м, вычисляемая с учетом поправки на влияние свободных поверхностей жидких грузов в соответствии с указаниями 12.3.2;

$\theta_{\text{доп}}$ — предельно допустимый угол, град, принимаемый или в соответствии с указаниями 12.8.4 или равным углу выхода из воды середины скулы, в зависимости от того, какой из этих углов меньше.

12.8.7 Остойчивость пассажирских судов при скоплении пассажиров у одного борта должна быть достаточной при наибольшем динамическом крене, возникающем в эволюционный период циркуляции, т. е. должно быть выполнено условие

$$M_{\text{ц}} < M''_{\text{доп}}, \quad (12.8.7)$$

где $M_{\text{ц}}$ — динамически приложенный кренящий момент, кН·м, возникающий в эволюционный период циркуляции и определяемый согласно 12.8.8;

$M''_{\text{доп}}$ — предельно допустимый момент, принимаемый в соответствии с 12.8.10 для случая наклона судна в эволюционный период циркуляции с учетом начального крена от скопления пассажиров у одного борта, кН·м.

Примечание. Если для какого либо реального варианта нагрузки пассажирского судна серийной постройки не соблюдается условие $M_{\text{ц}} \leq 0,8 M''_{\text{доп}}$, то его остойчивость в эволюционный период циркуляции должна быть проверена с помощью специально поставленного натурного эксперимента, выполненного на головном судне серии. Натурный эксперимент следует проводить по программе, согласованной с Речным Регистром.

12.8.8 Динамически приложенный кренящий момент, действующий на судно в эволюционный период циркуляции, кН·м:

$$M_{\text{ц}} = c v_0^2 D (z_g - a_3 T) / L, \quad (12.8.8)$$

где c — коэффициент, зависящий от типа судовых движителей и равный 0,029 для винтовых и водометных и 0,045 для колесных судов;

v_0 — скорость судна перед входом в циркуляцию, принимаемая равной 0,8 скорости полного хода на прямом курсе, м/с;

D — вес судна при осадке по действующую ватерлинию, кН;

z_g — возвышение центра тяжести судна над основной плоскостью, м;

a_3 — коэффициент, учитывающий смещение центра бокового давления по высоте при дрейфе судна и определяемый по табл. 12.8.8 в зависимости от отношения B/T (B — ширина судна по действующую ватерлинию);

Таблица 12.8.8

B/T	a_3	B/T	a_3
$\leq 2,50$	0,73	7,00	-3,38
3,00	0,50	8,00	-4,45
4,00	-0,27	9,00	-5,40
5,00	-1,27	$\geq 10,00$	-6,00
6,00	-2,33		

L и T — соответственно длина судна и его средняя осадка по действующую ватерлинию, м.

Примечание. Формула (12.8.8) действительна для водоизмещающих однокорпусных судов с числом Фруда по длине

$$Fr_L = v/\sqrt{gL} \leq 0,36$$

Во всех остальных случаях материалы по остойчивости судна на циркуляции являются предметом специального рассмотрения Речного Регистра.

12.8.9 За предельно допустимый угол крена $\theta''_{\text{доп}}$ следует принимать или угол, равный углу входа палубы в воду (без учета входа палубы в воду), или угол входа ватерлинии, проходящей на 75 мм ниже кромки отверстий, считающихся открытыми, в зависимости от того, какой из этих углов будет меньше.

12.8.10 Момент $M''_{\text{доп}}$ следует определять по диаграмме статической остойчивости в зависимости от предельно допустимого угла крена $\theta''_{\text{доп}}$ (см. 12.8.9) в результате построений, приведенных на рис. 12.8.10, где начало координат условно перенесено в точку O' на кривой l , соответствующую статическому углу крена от скопления пассажиров у одного борта θ'_n , возникающему при приложении статического момента M_n , вычисленного согласно 12.8.3.

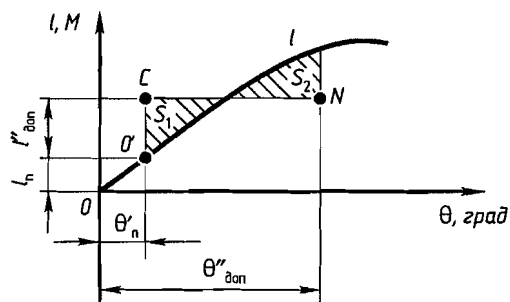


Рис. 12.8.10

При проверке остойчивости в эволюционный период циркуляции должно быть учтено влияние свободных поверхностей жидких грузов в соответствии с указаниями 12.3.2.

12.8.11 Для прямобортных судов классов «Р» и «Л» расчеты по диаграмме статической остойчивости можно не выпол-

нять, если кренящий момент, действующий на судно в эволюционный период циркуляции (см. 12.8.8), не превосходит предельно допустимый момент, кН·м,

$$M''_{\text{доп}} = 0,0087 Dh'_0 (\theta''_{\text{доп}} - \theta'_n), \quad (12.8.11)$$

где D — вес судна при осадке по действующую ватерлинию, кН;

h'_0 — метацентрическая высота, м, вычисляемая с учетом поправки на влияние свободных поверхностей жидких грузов в соответствии с указаниями 12.3.2;

$\theta''_{\text{доп}}$ — предельно допустимый угол крена, град, при совместном (статическом и динамическом) действии кренящих моментов или определяемый в соответствии с указаниями 12.8.9 или принимаемый равным углу выхода из воды середины скулы, в зависимости от того, какой из этих углов меньше;

θ'_n — угол крена при скоплении пассажиров у одного борта, град.

12.8.12 Остойчивость пассажирских судов, у которых центр парусности расположен выше 2 м над действующей ватерлинией, должна быть достаточной при скоплении пассажиров у одного борта в случае статического действия ветра, т. е. должно быть выполнено условие

$$(M_n + M_b) < M'_{\text{доп}}, \quad (12.8.12)$$

где M_n — кренящий момент от скопления пассажиров у одного борта, кН·м, определяемый согласно указаниям 12.8.3;

M_b — кренящий момент от статического действия ветра, кН·м, см. 12.8.13;

$M'_{\text{доп}}$ — предельно допустимый момент при статических наклонениях судна, кН·м, определяемый по диаграмме статической остойчивости в зависимости от угла $\theta'_{\text{доп}}$ (см. 12.8.4), значение угла $\theta'_{\text{доп}}$ не ограничиваются 10 или 12°.

12.8.13 Кренящий момент от статического действия ветра на судно, кН·м,

$$M_b = 0,001 p_c S (z_n - a_3 T), \quad (12.8.13)$$

где p_c — условное расчетное статическое давление ветра, Па, которое следует принимать равным 0,47 соответствующего

значения динамического давления ветра, взятого из табл. 12.5.2, в зависимости от класса судна и возвышения центра парусности над плоскостью действующей ватерлинии;

S — площадь парусности, м^2 , см. 12.5.3 и 12.5.4;

z_n — возвышение центра парусности над основной плоскостью в прямом положении судна, м;

a_3 — коэффициент, см. табл. 12.8.8;

T — средняя осадка судна по действующую ватерлинию, м.

12.8.14 Остойчивость судов специального назначения, разъездных судов и непассажирских судов, перевозящих организованные группы людей, должна отвечать требованиям, предъявляемым к остойчивости пассажирских судов с учетом возможности скопления на одном борту всех людей, находящихся на судне, за исключением членов экипажа.

12.8.15 Одновременно перевозить людей и выполнять буксировочные и технологические работы не допускается. Это должно быть отражено в Информации об остойчивости и непотопляемости судна.

12.9 ГРУЗОВЫЕ СУДА

12.9.1 Проверку остойчивости сухогрузных судов следует выполнять по основному критерию, приведенному в 12.4, при нагрузке согласно 12.1.4 и 12.1.5.

Размещение груза должно соответствовать нормальным условиям эксплуатации судна.

Остойчивость наливных судов следует проверять дополнительно при 50 %-ном заполнении танков.

Примечание. Остойчивость судов, перевозящих лесные грузы, следует проверять для лесного груза с наибольшим погрузочным объемом.

12.9.2 Для всех грузовых судов с центром парусности выше 2 м над действующей ватерлинией должна быть проверена остойчивость при статическом действии ветра, т. е. должно быть выполнено условие

$$M_v < M'_{\text{доп}}, \quad (12.9.2)$$

где M_v — кренящий момент от статического действия ветра, $\text{кН}\cdot\text{м}$, см. 12.8.13;

$M'_{\text{доп}}$ — предельно допустимый момент при статических наклонениях судна, $\text{кН}\cdot\text{м}$, определяемый по диаграмме статической остойчивости в зависимости от угла $\theta'_{\text{доп}}$ (см. 12.9.3).

12.9.3 Предельно допустимый угол крена $\theta'_{\text{доп}}$ следует принимать равным или $0,80 \theta_{\text{зал}}$, или углу, при котором входит в воду кромка палубы.

12.9.4 Для всех грузовых судов с энерговооруженностью, то есть мощностью P_e , кВт, приходящейся на единицу водоизмещения V , м^3 , $P_e/V \geq 0,735$, должна быть проверена остойчивость в эволюционный период циркуляции, т. е. должно быть проверено условие:

$$M_{\text{ц}} < M_{\text{доп}}, \quad (12.9.4)$$

где $M_{\text{ц}}$ — динамически приложенный кренящий момент, $\text{кН}\cdot\text{м}$, действующий на судно в эволюционный период циркуляции, см. 12.8.8;

$M_{\text{доп}}$ — предельно допустимый момент, $\text{кН}\cdot\text{м}$, определяемый по диаграмме статической или динамической остойчивости в зависимости от угла $\theta_{\text{доп}}$ (см. 12.9.5).

12.9.5 Предельно допустимый угол $\theta_{\text{доп}}$ следует принимать равным или углу входа палубы в воду, или углу входа ватерлинии, проходящей на 75 мм ниже кромок отверстий, считающихся открытыми, в зависимости от того, какой из этих углов будет меньше.

12.9.6 Для прямобортных судов классов «Р» и «Л» диаграммы остойчивости можно не строить, если:

1 кренящий момент от статического действия ветра (см. 12.9.2) не превышает предельно допустимый момент $M'_{\text{доп}}$, определяемый по формуле, $\text{кН}\cdot\text{м}$:

$$M'_{\text{доп}} = 0,0175 D h'_{\theta'_{\text{доп}}}; \quad (12.9.6-1)$$

2 динамически приложенный кренящий момент, действующий на судно в