

Связи большей части параметров состояния льда и сроков наступления различных ледовых явлений с суммами градусо-дней мороза имеют коэффициенты корреляции 0,75–0,85.

Максимальная протяжённость пути во льдах при плавании к отдельным портам и портопунктам Каспийского моря при максимальном распространении льда составляет: Астрахань – 155 миль, Оля – 120 миль, Астраханский рейд – 40 миль, Махачкала – 20 миль.

В настоящее время в Российском секторе Каспийского моря находятся три морских порта – это Астрахань, Оля, и Махачкала. Для организации осуществления ледокольных проводок судов в российских портах северной части Каспийского моря, а также осуществления их плавания в порты, расположенные в центральной и южной частях Каспийского моря, в зимний период навигации, создана «Бассейновая комиссия по организации осуществления ледокольной проводки судов в российских портах северной части Каспийского моря и на подходах к ним». А для обеспечения ледокольной проводки судов в морских портах Астрахань, Оля, Махачкала и на подходах к ним создаётся Штаб ледокольной проводки. Для оперативного решения вопросов, связанных с ледокольной проводкой судов в акваториях морских портов Астрахань, Оля и Махачкала; Волго-Каспийском морском судоходном канале, Астраханском рейде в составе Штаба создаётся оперативная группа штаба.

Практика судоходства в мягкие, умеренные и суровые зимы выявила, что задача по продлению навигации в портах северной части Каспийского моря и организации гарантийного круглогодичного плавания в порты центральных и южных районов Каспийского моря может успешно решаться при комплексном выполнении следующих основных условий:

- обеспечение ледовых операций ледокольной службой, осуществляющей проводку судов во льдах (ввод в строй специализированных ледоколов);
- организация научно-оперативного обслуживания ледовых плаваний, систематическое наблюдение за элементами состояния ледяного покрова и погодой в районах зимних плаваний; анализ данных этих наблюдений (с использованием результатов изучения особенностей режима льдов в конкретных районах, сведённых в специальные пособия, справочники, атласы и так далее), оперативную передачу результатов наблюдений, прогнозов, рекомендаций и предупреждений органам, ведающим ледовыми навигациями (Комиссии, Штабу, ОГШ) и другим заинтересованным учреждениям;
- определение ледовой ходкости судов, осуществляющих ледовое плавание;
- оценку возможности автономного плавания транспортных судов и проводки их ледоколами.

А.Н. Клементьев, М.Ю. Чуринов
ФБОУ ВПО «ВГАВТ»

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ДИФФЕРЕНТА СУДНА НА ПАРАМЕТРЫ ЕГО ДВИЖЕНИЯ НА КРИВОЛИНЕЙНОМ УЧАСТКЕ ПУТИ

Судно является технической системой с переменными параметрами. Одним из таких переменных параметров является осадка судна. В процессе перехода осадка, и как следствие посадка меняют свои значения. Поэтому очень важно знать, как эти изменения влияют на маневренные характеристики судна. В современных подходах к оценке маневренных характеристик судов очень часто судно рассматривается в пол-

ном грузу, загруженное на ровный киль [1]. Другими словами, вопрос влияния дифферента на маневренные характеристики судов разработан недостаточно полно, требует дополнительного изучения.

Одним из критериальных маневров, определяющих маневренные характеристики судов, является установившееся циркуляция на переднем ходу. Акватория, требующаяся для поворота судна, определяется радиусом циркуляции кормовой оконечности R_k и шириной полосы движения судна W . В настоящее время существуют различные методики определения радиуса циркуляции кормовой оконечности и ширины полосы движения судна, но в большинстве случаев они не позволяют определить зависимости указанных величин от перемещения ЦТ судна в нос или в корму (различные случаи дифферента судна). Методика расчетов, предложенная А.Д. Павельевым, позволяет устранить указанный недостаток [2]. В указанной методике размеры полосы движения и радиуса циркуляции кормовой оконечности определяются в зависимости от величины абсциссы полюса поворота судна, которая напрямую связана с координатами центра тяжести судна. Координаты центра тяжести судна определяются дифферентом судна.

Характер влияния дифферента на ширину полосы движения и радиус циркуляции кормовой оконечности был проанализирован на базе выполненных расчетов по судну смешанного «река–море» плавания «Омский» проекта № 1743. Используя «Информацию об остойчивости и прочности судна при перевозке навалочных грузов» [3] были выполнены расчеты абсциссы центра тяжести судна для семи вариантов загрузки судна с различным дифферентом с интервалом 10 см от 30 см на корму до 30 см на нос. Полученные результаты выражены в виде графика (рис. 1).

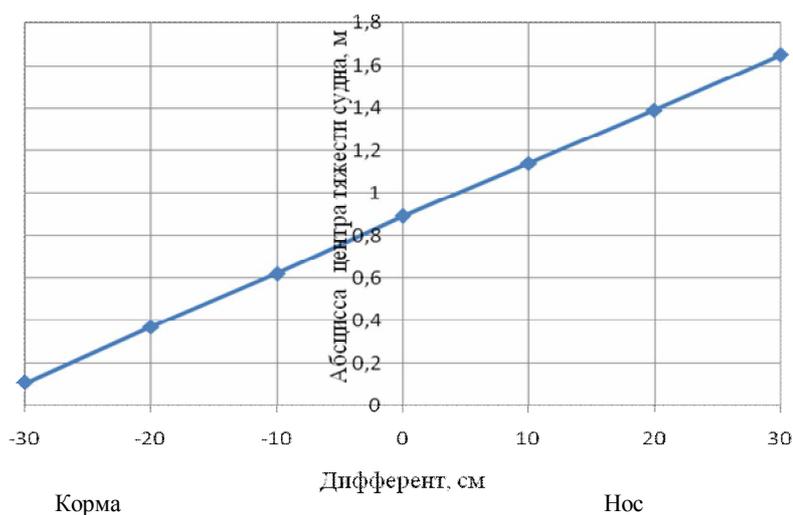


Рис. 1. График зависимости абсциссы центра тяжести судна от посадки

Полученные результаты расчетов радиусов циркуляции кормовой оконечности (R_k) сведен в табл. 1.

По данным таблицы построим графики зависимости радиуса циркуляции кормовой оконечности от величины дифферента.

При переключках руля на 20° и 30° зависимость аналогичная. Из графика видно, что при дифференте на нос радиус циркуляции увеличивается, но это увеличение незначительное. В процентном отношении это увеличение составляет 0,4% от первоначального значения.

Таблица 1

**Радиус циркуляции кормовой оконечности судна
в зависимости от дифферента**

	ΔT см	X_G м	Средний ход			Малый ход		
			15°	20°	30°	15°	20°	30°
На корму	30	0,11	177,69	156,09	128,76	177,48	156,02	128,69
	20	0,37	177,81	156,21	128,92	177,60	156,16	128,85
	10	0,62	177,91	156,34	129,09	177,71	156,28	129,01
0	0	0,88	178,03	156,48	129,24	177,82	156,42	129,17
На нос	10	1,14	178,16	156,62	129,41	177,95	156,54	129,34
	20	1,39	178,27	156,74	129,57	178,06	156,69	129,50
	30	1,65	178,40	156,88	129,73	178,19	156,82	129,66

Результаты расчетов ширины ходовой полосы при прохождении криволинейных участков сведены в табл. 2 и представлены на рис. 2.

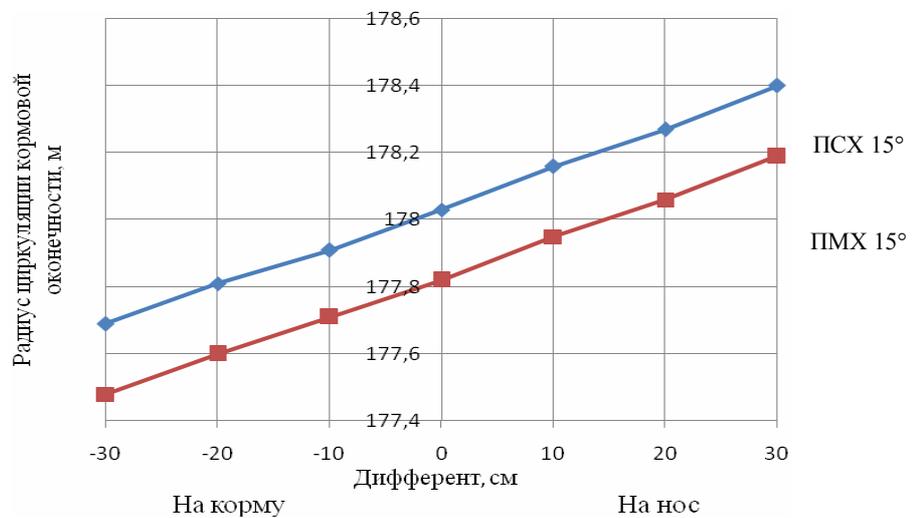


Рис. 2. График зависимости радиуса циркуляции кормовой оконечности от дифферента при перекладке руля 15°

Таблица 2

Ширина полосы движения (W) судна в зависимости от дифферента

	ΔT см	X_G м	Средний ход			Малый ход		
			15°	20°	30°	15°	20°	30°
На корму	30	0,11	50,72	55,68	69,47	50,22	55,51	69,23
	20	0,37	50,78	55,74	69,52	50,29	55,59	69,30
	10	0,62	50,87	55,81	69,59	50,34	55,65	69,36
0	0	0,88	50,90	55,88	69,64	50,38	55,72	69,42
На нос	10	1,14	50,96	55,96	69,71	50,47	55,78	69,48
	20	1,39	51,02	56,02	69,77	50,53	55,87	69,55
	30	1,65	51,09	56,08	69,82	50,60	55,94	69,60

При перекадках руля 20°, 30° зависимости аналогичные. Дифферент на нос судна приводит к незначительному увеличению ширины ходовой полосы. При изменении дифферента от 30 см на корму до 30 см на нос 30 см ширина ходовой полосы увеличилась от первоначального значения на 0,76 %.

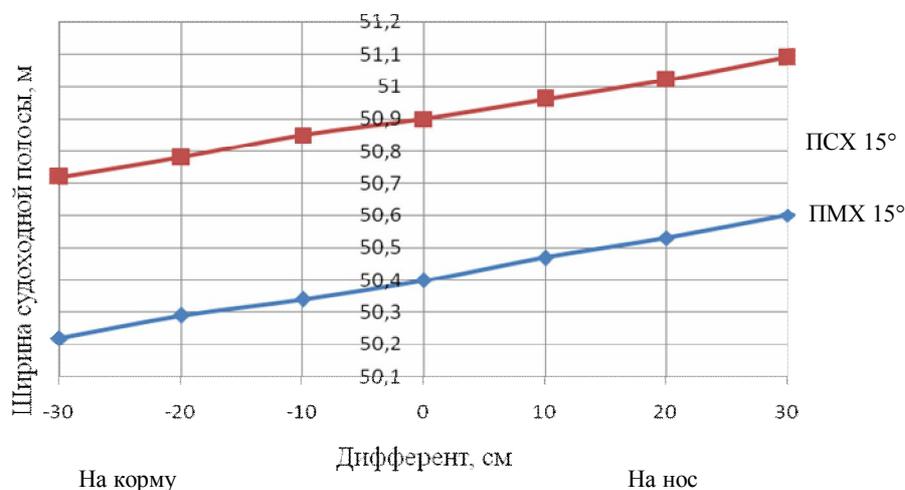


Рис. 3. График зависимости ширины ходовой полосы судна от дифферента при перекадке руля 15°.

Для оценки полученных результатов влияния дифферента на величину абсциссы полюса поворота, и как следствие, на радиус циркуляции кормовой оконечности и на ширину ходовой полосы судна были проанализированы данные натурных испытаний [4] ряда судов внутреннего и «река–море» плавания в грузу и в балласте. С учетом того, что положение полюса поворота не зависит от типа ДРК [5], анализу были подвергнуты результаты испытаний однотипных судов с различными типами ДРК при различной осадке.

С для судов с $L/B = 7 \div 9$ получена следующая зависимость:

$$\bar{x}_p = 0,0081 \frac{L}{B} + 0,0024 \left(\frac{L}{B} \right)^2 - 0,0011 \frac{L}{T} + 0,00005 \left(\frac{L}{T} \right)^2 - 0,00039 \frac{L}{B} \cdot \frac{L}{T} + 0,3123.$$

Анализ полученных результатов показал, что величина средней квадратичной погрешности расчетных данных не превышает 3,5% и позволяет сделать вывод, что дифферент на корму в общем случае приводит к увеличению значения абсциссы полюса поворота. При этом поворотливость судна ухудшается. Дифферент на нос приводит к уменьшению величины абсциссы полюса поворота, а само судно приобретает повышенную поворотливость, выражающейся в дополнительной раскатке судна, что сказывается на увеличении угла дрейфа судна [6]. В результате этого, дифферент на нос приводит к увеличению как радиуса циркуляции кормовой оконечности, так и ширины ходовой полосы. Но, в целом, это увеличение незначительное, в пределах одного процента. В практической работе эти незначительные увеличения не будут иметь существенного значения.

Список литературы:

[1] Маневренные качества судов. (Управляемость судов и составов). Павленко В.Г. Учеб. пособие для ин-тов водн. трансп. М., Транспорт, 1979. – 184 с.

- [2] Клементьев А.Н., Павельев А.Д. Влияние величины абсциссы полюса поворота на размеры полосы движения, необходимой для маневра судна / Вестник ВГАВТ вып. 18.- Н. Новгород: ВГАВТ, 2006.
- [3] Информация об остойчивости и прочности судна при перевозке навалочных грузов Пр №1743 – ЛМПП-109. – Одесса: 1998.
- [4] Справочник маневренных характеристик судов . М. – 1989. – 317 с.
- [5] Гофман А.Д. Движительно-рулевой комплекс и маневрирование судом. Л. Судостроение. 1988. - 360 с.
- [6] Клементьев А.Н. Основы управления судном: учеб. пособие для студ. оч. и заоч. обуч. специальности 180402 «Судовождение» / А.Н. Клементьев. – Н. Новгород: Изд-во ФБОУ ВПО «ВГАВТ», 2011. – 144 с.

А.В. Клепиков, В.И. Тихонов
ФБОУ ВПО «ВГАВТ»

АНАЛИЗ ПОПЕРЕЧНЫХ УСИЛИЙ, РАЗВИВАЕМЫХ СУДОВЫМ ДВИЖИТЕЛЬНО-РУЛЕВЫМ КОМПЛЕКСОМ

Поперечная составляющая усилий, развиваемых судовым движительно-рулевым комплексом, обусловлена следующими факторами:

- 1) обтеканием рулевого органа жидкостью под углом атаки как крыла, расположенного в струе движителя;
- 2) отклонением струи движителя от оси гребного вала;
- 3) появлением стабилизирующей силы на открытом гребном винте при движении судна с углом дрейфа.

Кроме того, необходимо учитывать, что работающий движитель оказывает влияние на скорость потока, подтекающего к рулевому органу.

Структурно составляющие поперечных усилий, развиваемых движительно-рулевым комплексом, могут быть представлены в виде:

$$Y_1 = \mu_r (1 - \psi_0)^2 (1 + K_\omega \bar{\omega}_a)^2 \cos^2 \beta \frac{S_r}{LT} \delta_r \frac{\rho}{2} L T v^2; \quad (1)$$

$$Y_2 = \mu_r (1 - \psi_0)^2 (\beta + \bar{\omega}_r) (1 + K_v) (1 + K_\omega \bar{\omega}_a) \cos^2 \beta \frac{S_r}{LT} \frac{\rho}{2} L T v^2; \quad (2)$$

$$Y_3 = \frac{8K_e (1 - \psi_0)^2 K_\delta \cos^2 \beta}{\pi \lambda_p^2} \frac{F_p}{LT} \delta_r \frac{\rho}{2} L T v^2; \quad (3)$$

$$Y_4 = K_s (1 - \psi_0)^2 (\beta + \bar{\omega}_r) \cos^2 \beta \frac{S_r}{LT} \frac{\rho}{2} L T v^2, \quad (4)$$

где μ_r – коэффициент подъемной силы рулевого органа как крыла;

ψ_0 – коэффициент попутного потока;

K_ω – коэффициент, учитывающий среднее значение осевой вызванной скорости в пределах длины насадки (для рулей $K_\omega = 1,0$);

$\bar{\omega}_a$ – безразмерное значение осевой вызванной скорости;