УДК 656.62.052.4:[629.12:532.5]

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ СУДОВ СМЕШАННОГО «РЕКА-МОРЕ» ПЛАВАНИЯ

Чурин М.Ю.

ФБОУ ВПО «Волжская государственная академия водного транспорта», Нижний Новгород, Россия (603950, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5а), e-mail: Churin@mail.ru

В настоящее время повышение эффективности работы судов смешанного «река-море» плавания путем увеличения грузоподъемности реализовано полностью в соответствии с реальными возможностями судов, резервы исчерпаны. Для дальнейшего увеличения эффективности работы судов требуются новые дополнительные подходы. Один из путей повышения эффективности работы судов внутреннего и смешанного «река-море» плавания может быть связан с учетом явления динамической просадки. При движении на мелководье суда приобретают дополнительное приращение осадки, причем речные суда имеют приращение осадки больше на корму. Предлагается производить погрузку судов с учетом дополнительных приращений осадки, так чтобы при движении суда выходили на ровный киль. Настоящая работа содержит методику по определению дополнительного количества груза, необходимого для погрузки в носовой трюм, для следования судна на ровном киле, приводится упрощенная формула для расчета дополнительного количества груза.

Ключевые слова: эффективность работы, увеличение грузоподъемности, динамическая просадка и дифферент, осадка, погрузка.

THE WAYS OF INCREASE THE EFFECTIVENESS OF SEA-AND-RIVER-GOING SHIP'S WORK

Churin M.Y.

FBEI HPE «Volga state academy of water transport », Nizhni Novgorod, Russia (603950, Nizhni Novgorod, Nesterov st, 5a), e-mail: Churin@mail.ru

In this time the increase the effectiveness of sea-and-river-going ship's work by increasing of the cargo carrying capacity it's used fully in compliance with real ship's possibilities, the reserves are completed. In the future for increasing of effectiveness of ship's work it's require new additional solutions. One way of increase the effectiveness of river ship's work and sea-and-river-going ship's work may be entail with calculation of ship's squat. In proceeding on shallow water ships have draught's increasing, river ships have draught's increasing on stern more. It's offer to loading ships with calculation of additional squat to during of proceeding the ship have not trim. This article contain methodology for determination of additional cargo's quantity for loading in bow's hold with purpose to sail on even keel. The article contain simple formula for calculation of additional cargo's quantity.

Key words: the effectiveness of work, increasing of cargo carrying capacity, ship's squat and trim, draught, loading.

Основным элементом водного транспорта является судно. Наряду с решением коммерческих вопросов, определяющих эффективность работы всех судов определенной судоходной компании, необходимо уделять повседневное внимание условиям использования каждого судна в конкретном рейсе. Любой рейс, выполненный наилучшим образом в отношении технологии перевозок, может в итоге не обеспечить получение запланированных показателей по перевозке, а в некоторых случаях даже привести к большим потерям, если не были правильно определены и надлежащим образом задействованы все возможности судна по максимальному использованию его грузовместимости и грузоподъемности в конкретных условиях работы [1].

Проведенные исследования и обобщение опыта эксплуатации судов смешанного плавания позволили определить ряд предложений, реализация которых дает возможность повысить экономическую эффективность перевозок грузовыми теплоходами смешанного «река-море» плавания [2]. Одним из весьма эффективных и легко осуществимых способов снизить себестоимость перевозок грузов в эксплуатируемых судах смешанного плавания является увеличение их грузоподъемности. Грузоподъемность судов смешанного «река-море» плавания в условиях международных перевозок определяется требованиями Международной конвенции о грузовой марке 1966 года, а на внутренних перевозках - национальными правилами о грузовой марке. Первые опытные проверки возможности увеличения грузоподъемности были проведены еще в 1972 году. Т/х «Балтийский-23» с грузом 2400 тонн выполнил опытный рейс по маршруту Калининград - Ленинград. В том же году по согласованию с Регистром СССР было получено разрешение расширить район плавания теплоходов типа «Волго-Балт» до Гамбурга без выхода в Северное море. В процессе накопления опыта эксплуатации разных проектов судов смешанного «река-море» плавания их грузоподъемность была пересмотрена в сторону увеличения. Процесс осуществлялся поэтапно. Многие суда дополнительно получали расширение районов плавания. Как пример, суда проекта 1743 «Омский», головной теплоход «Якутск», класса «★М» Речного Регистра РСФСР изначально имел грузоподъемность 2100 тонн и район плавания «прибрежные морские районы» [3]. Грузоподъемность судов этого проекта в начале 90-х годов была доведена до 2500 тонн, а затем в начале 2000-х – до 2700 тонн. В отдельных случаях грузоподъемность была доведена до 3000 тонн. Вторым примером можно считать подобную ситуацию с судами проекта № 488АМ/2 «Сормовский» постройки судоверфи Вьяно-ду-Каштелу в Португалии, головной теплоход «XVII съезд профсоюзов», класса КМ★Л4 II СП А2 Регистра СССР. Первоначально грузоподъемность судов составляла 3000 тонн [4]. Затем она также пересматривалась в сторону увеличения дважды: до 3300 тонн, а затем до 3600 тонн. Повышение эффективности работы судов за счет пересмотра грузоподъемности в сторону увеличения реализовано в соответствии с реальными возможностями судов, резервы исчерпаны. Для дальнейшего увеличения эффективности работы судов требуются новые дополнительные подходы.

Один из путей повышения эффективности работы судов внутреннего и смешанного «река-море» плавания может быть связан с учетом явления динамической просадки при эксплуатации судов. Это относится, в первую очередь, к речным судам, претерпевшим реконструкцию, и к некоторым проектам судов смешанного плавания после пересмотра их грузоподъемности. В результате реконструкции речных судов, в первую очередь при уменьшении длины цилиндрической вставки, а также в ряде случаев увеличения

грузоподъемности судов произошло перераспределение величин продольных плеч нагрузок по трюмам и соответственно дифферентующих моментов. Суда «река-море» обладают, как правило, избыточной остойчивостью, что позволяет грузить их до полной вместимости трюмов. Но особенностью вышеупомянутых судов является то, что при погрузке навалочных грузов равномерное распределение груза по трюмам в заключительной стадии погрузки приводит к появлению дифферента на нос – судно «клюет носом». Особенно это проявляется при работе с грузами, обладающими большим удельным погрузочным объемом ($м^3$/т) - легкие навалочные грузы. К таким грузам в первую очередь следует отнести зерновые грузы. На практике для придания судну дополнительного дифферента на корму или посадки судна на ровный киль кормовые трюмы загружаются полностью («заполненный отсек»), а носовые не догружают. Кроме этого, для дифферентовки судно принимает дополнительные запасы топлива и пресной воды, вплоть до полных запасов. Но, принимая полные запасы топлива и пресной воды, суда, тем не менее, в каждом подобном рейсе имеют потери загрузки. Так, для судов смешанного «река-море» плавания типа «Волжский», проект 0574-АМ (реконструированный вариант – укороченный) [5], в судовой «Информации об остойчивости и прочности» не содержится типовых вариантов загрузок с дифферентом на нос. Поэтому потери в каждом подобном рейсе составляют порядка 100 тонн, а при перевозке груза с большим удельным погрузочным объемом потери в загрузке могут достигать 150 тонн, что значительно ухудшает эффективность работы этих судов.

В настоящее время широкое распространение для речных судов получила методика расчета динамического приращения осадки по корме, предложенная В.Г. Павленко [6]. Результаты расчетов имеют хорошую сходимость с результатами натурных наблюдений. Выполнив расчеты по указанной методике для теплохода проекта 0574-АМ типа «Волжский» по соотношению осадки и глубины Т/Н, получим результаты, которые необходимо проверить на возможность следования судна в условиях мелководья в соответствии с требованиями «Правил плавания по ВВП» по необходимому запасу воды под днищем судна. Минимальный запас воды под днищем судна должен составлять не менее: при песчаном грунте - 0,20 м, при каменистом грунте - 0,25 м [7]. Полученные результаты сведем в табл. 1.

Таблица 1

Приращение осадки по корме судна на ходу, м

№	Т/Н	Средний ход 4,37 м/с	Малый ход 2,92 м/с	Запас воды под днищем без движения	Запас воды под днищем, сред. ход	Запас воды под днищем, мал. ход	Примечание
1	0,9	0,38	0,17	0,39	0,01	0,22	Движение возможно

							только малым ходом
2	0,8	0,36	0,16	0,87	0,51	0,71	Движение возможно
3	0,7	0,33	0,15	1,49	1,16	1,34	Движение возможно
4	0,6	0,31	0,14	2,33	2,02	2,19	Движение возможно
5	0,5	0,28	0,13	3,49	3,21	3,36	Движение возможно

Выразим результаты расчетов в виде графиков зависимости приращения осадки на корме судна на ходу от соотношения осадки судна Т (принимаем к расчетам паспортные данные Т = 3,49 м) к глубине на фарватере Н для двух режимов работы главных двигателей.

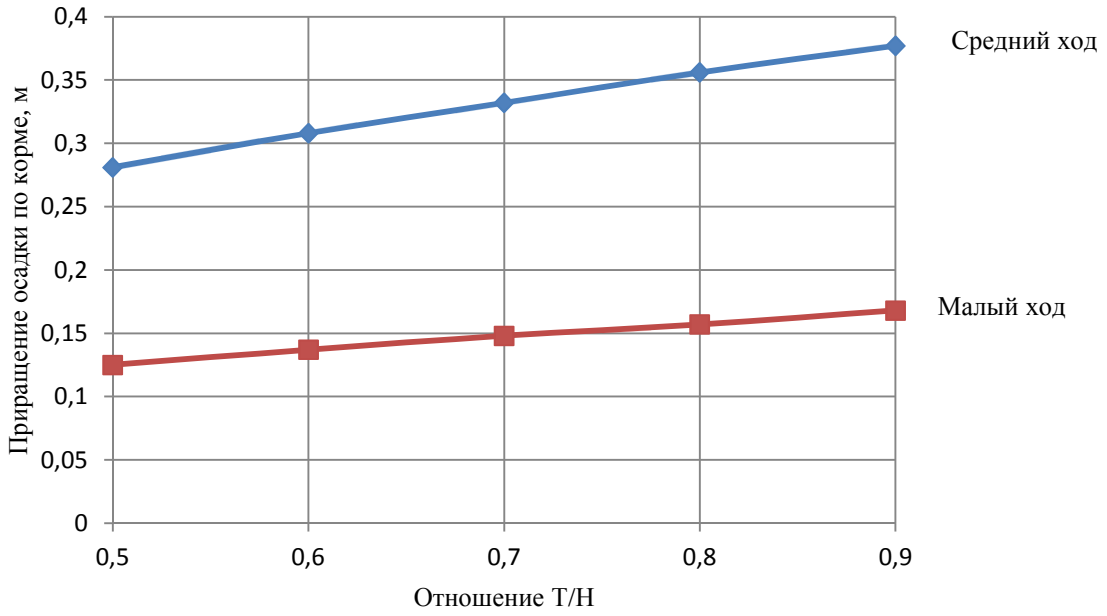

Рис. 1. Приращение осадки по корме судна на ходу по формулам В.Г. Павленко

Результаты расчетов показывают, что величина приращения осадки по корме имеет ярко выраженную зависимость от отношения Т/Н. Из графиков видно, что приращение осадки по корме судна на ходу при следовании средним ходом имеет бóльшую зависимость от соотношения осадки судна и глубины в районе плавания, чем при следовании малым ходом (зависимость для малого хода имеет меньший наклон).

Используя данные большего количества натурных наблюдений, Г.И. Сухомел пришел к заключению, что «обычно увеличение осадки кормы превышает ΔT_{CP} на 15-20%» [8]. Взяв за основу для расчетов верхнюю границу превышения кормовой осадки 20%, можно рассчитать посадки судна в целом (T_{CP} и T_H).

В результате проведенных расчетов получаем:

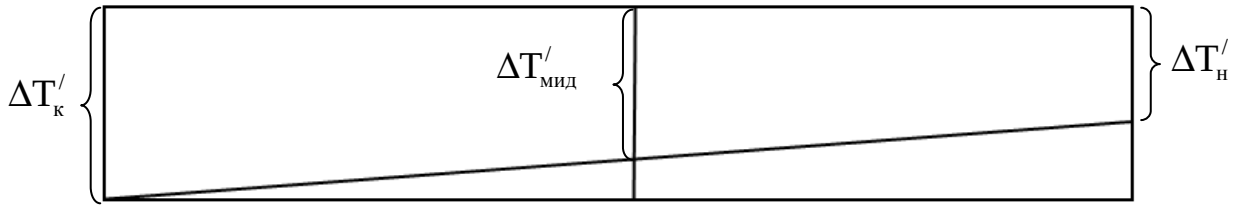

Рис. 2. Распределение динамической просадки по длине судна на основании натурных наблюдений

$$\Delta T^{/}_{мид} = 83{,}33\% \text{ от } \Delta T^{/}_{к}\,;\ \Delta T^{/}_{н} = 66{,}66\% \text{ от } \Delta T^{/}_{к}\,,$$

Следовательно, разница в приращениях осадки по корме и по носу будет составлять:

$$\Delta T = \Delta T^{/}_{к} - \Delta T^{/}_{н} = 33{,}33\% \text{ от } \Delta T^{/}_{к}\,.$$

Используя «Информацию капитану об остойчивости и прочности корпуса судна» проекта 0574-АМ типа «Волжский», рассчитаем необходимую дополнительную нагрузку на носовую оконечность судна для компенсации дифферента и выхода судна на ровный киль при движении. Под дополнительной нагрузкой следует понимать дополнительное количество груза, необходимое к размещению в носовой части первого трюма. Полученные результаты представим в табл. 2.

Таблица 2

Дополнительные нагрузки на носовую оконечность
для компенсации явления просадки, выраженные в тоннах груза

№	Т /Н	Средний ход	Малый ход
1	0,9	103	46
2	0,8	97	43
3	0,7	90	41
4	0,6	84	38
5	0,5	77	34

По результатам расчетов выполним построение графиков зависимости необходимых дополнительных нагрузок на носовую оконечность судна в зависимости от отношения начальной осадки судна к глубине в районе плавания (рис. 2).

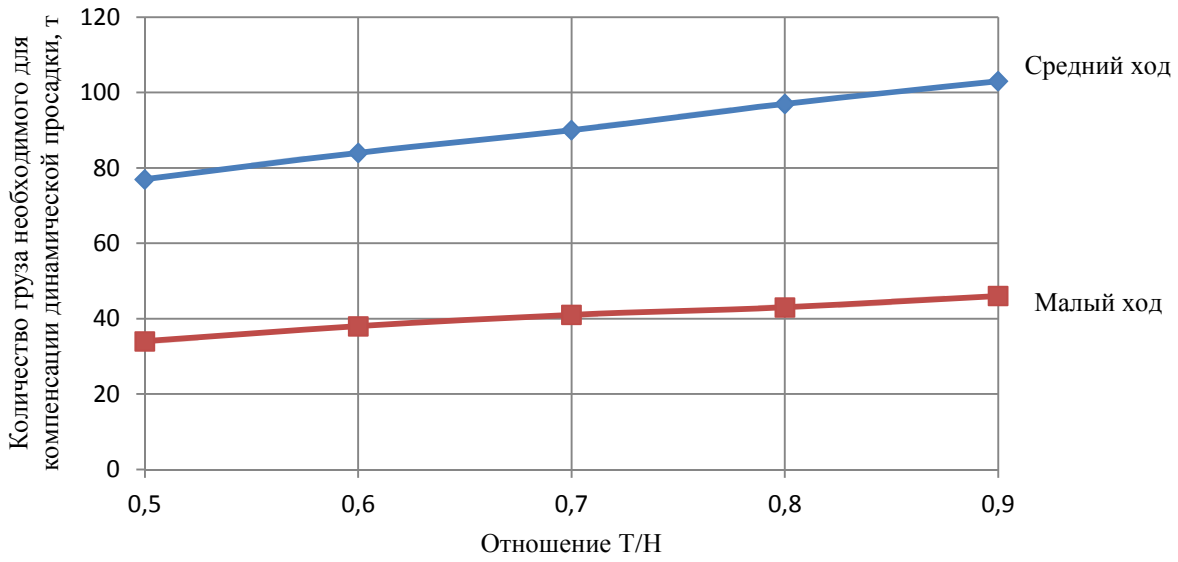

Рис. 3. Дополнительные нагрузки на носовую оконечность

Из графиков наглядно видно, что это количество груза значительное и подвержено большим вариациям.

Приняв распределение динамической просадки по длине судна (рис. 2) за основу, приближенная формула расчета необходимого количества груза для загрузки в носовые трюмы, требуемого для посадки судна на ровный киль при учете динамической просадки, примет вид:

$$m = \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{2} \Delta T_к^{/} \cdot \Delta t = \frac{1}{6} \Delta T_к^{/} \cdot \Delta t ,$$

где $\Delta T_к^{/}$ - просадка судна по корме при следовании на мелководье;

Δt - количество тонн груза на 1 см осадки.

Анализируя полученные зависимости, можно сделать следующие выводы:

1. Из опыта практической работы в рассмотренных условиях следование средним ходом является наиболее вероятным, т.к. является наиболее оптимальным и позволяет судоводителю в зависимости от изменения обстановки по необходимости менять режим работы главных двигателей как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения количества оборотов винтов. Дальнейшие рассуждения будем строить исходя из результатов расчетов для среднего хода.

2. При следовании в рассмотренных условиях, по возможности или необходимости, ходом бóльшим, чем средний, судно приобретает «традиционную» посадку с дифферентом на корму, и рассуждения теряют новизну. Необходимо отметить, что предложенная загрузка

снижает величину дифферента, что должно уменьшить расхождения между расчетными и реальными маневренными характеристиками судна.

3. При необходимости снизить ход до малого (в случае расхождения с другим судном, прохождения причалов или судов. стоящих на якорях, при подходе судна к повороту и т.д.) судно приобретает незначительный дифферент на нос, который будет сказываться на поворотливости судна только положительно, что в перечисленных ситуациях приобретает первостепенное значение.

В заключение необходимо отметить, что предложенный вариант загрузки судна с учетом динамической просадки позволит в рассмотренных ситуациях, в первую очередь, более полно использовать грузовместимость и грузоподъемность (дополнительно принять в носовые трюмы около 100 тонн груза). Кроме этого, позволит уменьшить проявление динамической просадки судна, разница в осадке носом и кормой будет минимальной. При следовании малыми ходами судно будет иметь улучшенную поворотливость.

Список литературы

1. Гуревич Г.Е. Коммерческая эксплуатация морского судна / Г.Е. Гуревич, Э.Л. Лимонов. – М. : Транспорт, 1983. - 264 с.

2. Видецкий А.Ф. Технико-эксплуатационные качества судов смешанного плавания. - М. : Транспорт, 1974. – 271 с.

3. Справочник по серийным речным судам / ЦБНТИ Минречфлота. – М. : Транспорт, 1981. - Т. 7. - 232 с.

4. Серийные речные суда / ЦБНТИ Минречфлота. – М. : Транспорт, 1987. – Т. 8. - 230 с.

5. Технико-эксплуатационные характеристики судов речного флота России.

6. Соларев Н.Ф. Управление судами и составами / Н.Ф. Соларев, В.И. Белоглазов, В.А. Тронин и др. : учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Транспорт, 1983. - 296 с.

7. Правила плавания по внутренним водным путям Российской Федерации. – М. : Транспорт, 2009. – 128 с.

8. Сухомел Г.И. Исследование движения судов по каналам и мелководью. – Киев : Наукова Думка, 1966. - 76 с.

Рецензенты:
Клементьев А.Н., д.т.н. профессор, зав. кафедрой судовождения и безопасности судоходства ФБОУ ВПО «Волжская государственная академия водного транспорта», г. Нижний Новгород.
Тихонов В.И., д.т.н. профессор кафедры судовождения и безопасности судоходства ФБОУ ВПО «Волжская государственная академия водного транспорта», г. Нижний Новгород.