

УДК 627.74: 629.122

Масленников Сергей Николаевич¹, к.т.н., доцент, зав. кафедрой УРФ,

e-mail: s.n.m@bk.ru

Хохлов Юрий Валерьевич¹, старший преподаватель

e-mail: avizo78@gmail.com

Алексеенко Алена¹, магистрант,

e-mail: alecks99@yandex.ru

¹Сибирский ольжский государственный университет водного транспорта, г. Новосибирск, Россия.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГАБАРИТОВ ФЛОТА И ПУТИ НА УЧАСТКЕ РЕКИ В СВОБОДНОМ СОСТОЯНИИ. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЙ АСПЕКТ

Аннотация. Проблема рационального соответствия габаритов пути и эксплуатационных характеристик флота, несмотря на ее научную изученность является актуальной и имеет чрезвычайную важность в условиях дефицита финансирования путевых мероприятий и нестабильной грузовой базы перевозок по рекам. В статье предлагается аналитический метод поиска оптимальных габаритов флота, исходя из заданных габаритов судового хода.

Ключевые слова: внутренние водные пути, габариты пути, управляемость состава барж

Проблема соответствия характеристик судов и составов габаритам водного пути включает различные аспекты воднотранспортной системы. Во-первых, экономическая целесообразность увеличения габаритов флота и пути в условиях освоения конкретных объемов перевозок. Во-вторых, обоснование комплекса путевых мероприятий по дноуглублению, выправлению и содержанию судоходной обстановки, включающих текущие работы и работы капитального характера, направленные на коренное улучшение судоходных условий. В-третьих, вопросы обеспечения безопасности судоходства, гидромеханики судна. В-четвертых, это вопросы технологии перевозок. [1].

Значительные теоретические исследования по проблемам внутреннего водного транспорта свидетельствуют об отсутствии универсальных решений для всех условий водных путей и эксплуатационных условий. Все бассейны рек с разной гидро – и морфологией имеют ограниченное число участков, которые определяют основной объем путевых работ, влияют на работу флота всего бассейна, определяют экономическую стратегию всего региона [2], [3], [4].

В Обском бассейне особое значение имеет участок г. Новосибирск – устье реки Томь. Эта магистраль соединяет Транссибирскую железнодорожную магистраль, промышленно развитые районы юга Западной Сибири с районами Крайнего Севера, имеющими стратегическое значение развития России. В конце 80-х годов объемы дноуглубления на этом участке достигали рекордных отметок (до 43 млн. м³) и продолжали оставаться весьма существенными вплоть до первой половины 90-х годов. В этот период происходило коренное изменение русла, была предпринята масштабная попытка обеспечить единую, устойчивую трассу судового хода с одновременным увеличением гарантированных глубин. Однако, уже к концу 90-х река стала возвращаться в свое естественное состояние. Таким образом, подобные методы поддержания и улучшения

характеристик водных путей оказались финансово затратными и нереализуемыми в современных условиях с экономической и технической точки зрения [5], [6].

С середины 90-х годов и до середины 2000-х объемы дноуглубления напротив оказались крайне низки (от 0,1 до 3 млн.м3), что совершенно недостаточно для поддержания гарантированных глубин, приводило к их падению, трудностям в период навигации, неэффективному использованию флота (таблица 1).

Таблица 1 – Характеристика водных путей на участке Новосибирск-устье р. Томь

Год	Многолетняя обеспеченность проектного уровня, %	Заданные габариты пути			Фактические наименьшие габариты пути			Число дней с глубинами менее гарантированной
		Глубин а, см	Ширин а, м	Радиус закруг ления, м	Глубин а, см	Ширин а, м	Радиус закруг ления, м	
2015	82,41	220	80	700	160	60	700	75
2016	82,41	220	80	700	140	60	500	46
2020	76,66	220	80	700	140	60	500	53
2021	76,66	220	80	700	110	60	700	75

Не умаляя важности перечисленных в начале статьи аспектов судоходства, представляется, что обеспечение безопасности судоходства имеет приоритетный характер, поскольку не решив эту задачу все иные теряют свой смысл.

В дополнение к действующим Правилам плавания 05.06.1980 г. Минречфлотом РСФСР утверждена ведомственная «Инструкция по нормированию судов и толкаемых составов» (далее – Инструкция) [7]. Эта инструкция была подготовлена в ГИИВТ и НИИВТ на основе теоретических исследований движения судов на поворотах рек и проведения комплекса модельных и натуральных испытаний судов и составов. Инструкция позволяет определить габариты (длину и ширину) судов и толкаемых составов в зависимости от габаритов пути и скорости течения реки. Также может быть решена обратная задача – определение необходимых габаритов пути в плане при заданном типе состава.

Допускаемая (предельная) ширина состава (В) определяется по формуле:

$$B = \frac{b \text{ с. х. } (b \text{ с. х. } - \lambda k_0 L)}{b \text{ с. х. } (1 + k_1 + k_2 \Omega) - 0,06 \lambda L} \quad , \quad (1)$$

где b с. х. - ширина судового хода, м;

L – длина состава, м;

k_0 – коэффициент, принимаемый для груженых судов - 1,0, для порожних - 1,04;

k_1 – коэффициент, учитывающий неустановившееся движение состава. Для сухогрузного флота и при песчаном грунте $k_1 = 0,4$;

$k_2 = 0,5$ для груженых составов и $k_2 = 1,0$ для порожних составов;

$\Omega = L / R_{с.х.}$ – относительная кривизна судового хода ($R_{с.х.}$ – радиус закругления судового хода).

Для расчетов λ в инструкции приведены аналитические и графически зависимости вида $\lambda = f(t; c; \Omega)$, в которой $t = T/H$ – относительная осадка (отношение осадки судна T к глубине судового хода H), $c = C/v$ – относительная скорость течения (отношение скорости течения C к скорости судна или состава v).

При проектировании габаритов пути на заданном участке могут быть приняты следующие допущения приближенные к реальным условиям.

В соответствии с Инструкцией в расчетах при принимается при $t < 0,8$ принимается $t = 0,8$. То есть при проведении расчетов для условий ограниченных габаритов $t = 0,8$.

В проектируемых условиях относительная скорость течения изменяется в относительно небольших пределах $c = 0,1 - 0,3$.

Поскольку при направлении движения вниз состав занимает большие габариты исследуем именно это направление. При это учитываем, что это направление является груженым.

Тогда сложная зависимость $\lambda = f(t; c; \Omega)$, приведенная с Инструкции существенно упрощается и может быть представлена в виде:

- для однониточных составов $\lambda = 0,143 \Omega^{0,8} + 0,24^c \Omega^{0,6} (0,6c - 0,11c^2)$

- для двухниточных составов $\lambda = 0,144 \Omega^{0,8} + 0,24^c \Omega^{0,6} (0,6c - 0,11c^2)$

- для трехниточных составов $\lambda = 0,146 \Omega^{0,8} + 0,24^c \Omega^{0,6} (0,6c - 0,11c^2)$

В условиях участка водного пути г.Новосибирск – у.р. Томь расчеты представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Предельные габариты составов на участке г.Новосибирск – у.р. Томь

Показатели	Обозначение	Фактические габариты					Гарантированные габариты					
Ширина судового хода, м	$b_{с.х.}$	60					80					
Радиус закругления, м	$R_{с.х.}$	500					700					
Относительная скорость течения, с	c	0,3					0,3					
Длина состава, м	L	80	120	160	200	240	80	120	160	200	240	
Относительный радиус закругления	Ω	0,160	0,240	0,320	0,400	0,480	0,114	0,171	0,229	0,286	0,343	
Предельная ширина состава, м (при числе ниток)	1	B	49	43	35	28	19	69	64	57	51	43
	2	B	49	43	36	29	21	69	64	58	51	44
	3	B	49	43	37	30	22	69	64	59	52	46

Графически данные таблицы 2 представлены на графике 1 для трехниточного состава, требующего максимальных габаритов.



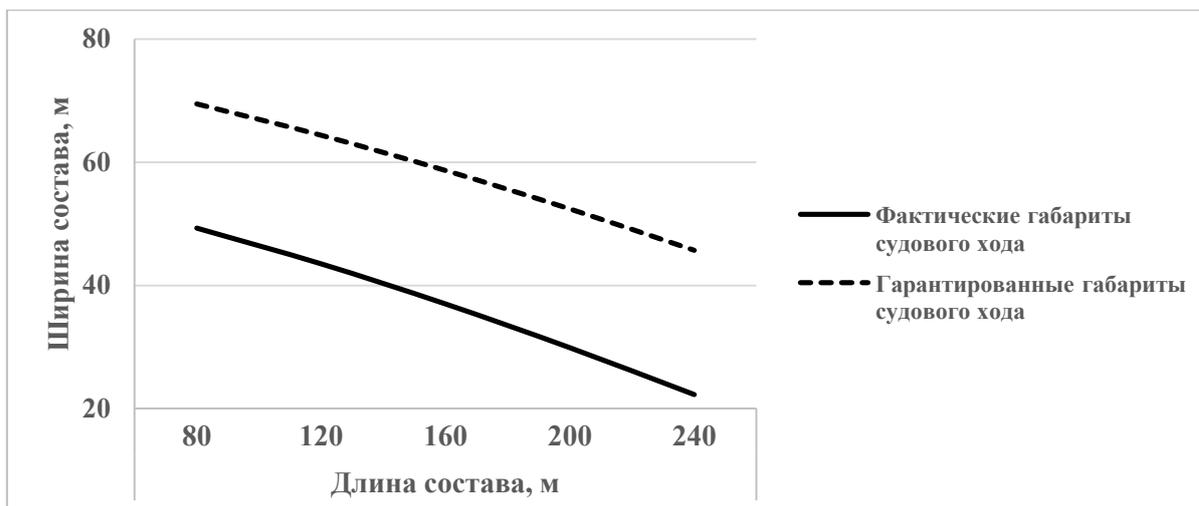


Рис. 1. Предельные габариты составов на участке г.Новосибирск – у.р. Томь

На графике рис. 1 можно найти приемлемую комбинацию длины и ширины состава, эксплуатация которого обеспечивает безопасность судоходства. Однако среди множества комбинаций для решения задачи эффективного перемещения груза требуется судно, имеющее наибольшие габариты в плане с соответствующей максимальной грузоподъемностью. Расчеты показали, что функция площади состава может быть представлена в виде $S = f(Lc)$ имеет максимум (рис.2):

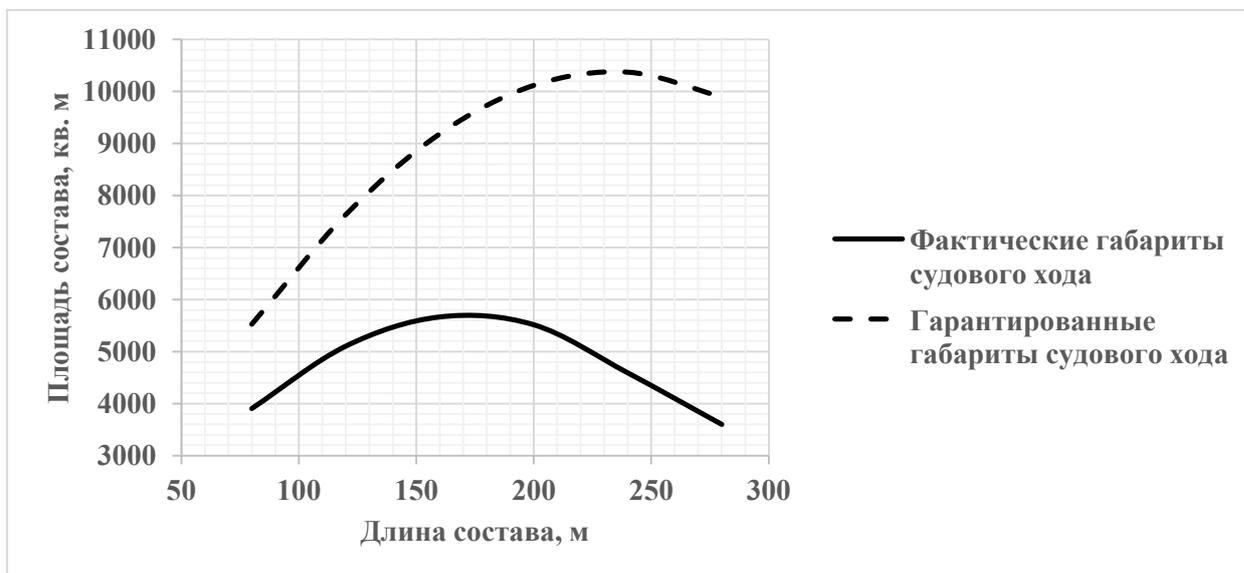


Рис. 2. Зависимость максимально возможной площади состава от длины состава

В настоящее время Правилами плавания в Обском бассейне на данном участке наибольший состав разрешенный к использованию: буксир-толкач пр. 428 с 4 баржами Р-56. Его габариты 34,6 x 217 с площадью 7508 кв. м.

Из приведенных расчетов можно сделать несколько выводов:

1. Габариты пути в плане используются в полной мере;
2. Для использования бытовых условий реки необходим флот в первую очередь относительно мелкосидящий. Так, увеличение грузоподъемности состава возможно или за счет увеличения осадки на 20 см (что практически невозможно), или может быть

достигнуто путем подбора барж в состав, ширина которого составит 40 метров против 34,6.

Список литературы:

1. Бунеев В.М, Рагулин И.А. Стратегия формирования рациональной структуры технических средств речного транспорта. Методы обоснования, инвестиции и финансирование// М-во образование Рос.Федерации ; НГАВТ. - Новосибирск : Сибирское соглашение, 2002. - 184 с.
2. Павленко В. Г. Элементы теории судовождения на внутренних водных путях : учеб. пособие для судовод. спец. вузов вод. трансп. Ч. 2 : Нормирование габаритов и поворотливости речных судов и составов // Павленко Владимир Георгиевич ;.. - Ленинград : Реч. трансп., 1964. - 119 с.
3. Павленко В. Г. Маневренные качества речных судов. Управляемость судов и составов; учеб. пособие // Москва : Транспорт, 1979. - 183 с.
4. Седых А.И., Чернышев Ф.М. Путевые работы на судоходных реках : справ. пособие // Москва : Транспорт, 1978. - 328 с.
5. Седых В. А., Лапай А.Ю. Об обеспеченности отметок проектного уровня воды на Верхней Оби и её притоках // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. - 2011. - №1. - С. 100-104.
6. Масленников С.Н., Сеницын М.Г., Жендарева Е.С. Оценка перспектив развития внутреннего водного транспорта в Обь-Иртышском бассейне // Речной транспорт (XXI век). 2021. № 3 (99). С. 56-60.
7. Инструкция по нормированию габаритов судов и толкаемых составов. Минречфлот РСФСР. Горький – 1980 г.

DESIGNING THE DIMENSIONS OF THE FLEET AND THE WAY ON THE SECTION OF THE RIVER IN A FREE STATE. OPERATIONAL ASPECT

Sergey N. Maslennikov, Yury V. Khokhlov, Alena Alekseenko

Abstract. The problem of rational correspondence between the dimensions of the track and the operational characteristics of the fleet, despite its scientific knowledge, is relevant and of extreme importance in the context of a shortage of funding for travel activities and an unstable cargo base for transportation along rivers. The article proposes an analytical method for finding the optimal dimensions of the fleet, based on the given dimensions of the passage.

Keywords: inland waterways, track dimensions, controllability of barges.