Рис.4. Зависимости коэффициентов счала толкаемых составов из пыжевых счалов по две баржи с образованием носа-кормы «глубокая ложка-сани» и «клин-сани» от величины коэффициента их загрузки

Для коэффициентов счала кильватерного состава барж с образованием носа-кормы «глубокая ложка-сани» и «клин-сани» получено аппроксимационное выражение:

$$K_{сч}(\Sigma T1) = (0,006n^2 - 0,103n + 0,06)K_{заг} + (0,007n^2 - 0,06n + 1,02), \quad (3)$$

где n - число барж в буксируемом кильватерном составе.

Погрешность выражения (3), рис.3б, практически полностью лежит в пределах $\pm 0,5\%$ к табличным данным (табл.1), что можно считать удовлетворительным.

Для коэффициентов счала пыжевого счала состава из нескольких двойных пыжей барж образованием носа-кормы «глубокая ложка-сани» и «клин-сани» получено аппроксимационное выражение:

$$K_{сч}(\Sigma T2) = (0,013n^2 - 0,141n + 0,08)K_{заг} + (0,009n^2 - 0,066n + 1,0), \quad (4)$$

где n - число последовательно расположенных пыжей из двух барж в буксируемом составе.

Погрешность выражения (4), рис.4б, практически лежит в пределах $\pm 1,0\%$ к табличным данным (табл.1), что можно считать удовлетворительным.

Полученные аппроксимационные выражения для коэффициентов счала толкаемых баржевых составов позволяют сформировать удобную расчётную программу с возможностью оценки сопротивления при произвольной загрузке барж.

1. Диспетчерский справочник на суда Ленского пароходства / МРФ РСФСР, ЛОРП. – Якутск: Орджоникидзевская районная тип., 1983. – 81 с.
2. Фомкинский, Л.И. Методика тяговых расчётов при обосновании судов речного флота / Л.И. Фомкинский // Труды ЦНИИЭВТ. Вып.86. – М.: Транспорт, 1972. – 184 с.

Бимбереков П.А., Гудим С.Д., Амбиков П.В.

Аппроксимационные выражения значений коэффициентов счала буксируемых составов барж в зависимости от их загрузки с коэффициентом общей полноты не менее 0,88

*ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет водного транспорта»
(Россия, Новосибирск)*

doi: 10.18411/lj-04-2021-299

Аннотация

Получены аппроксимационные зависимости коэффициентов счала составов буксируемых барж на основе известных табличных данных, представленных в

нескольких диапазонах загрузки барж. Полученные выражения дают возможность использования для произвольного варианта загрузки барж составов.

Ключевые слова: буксируемые баржевые составы; коэффициент счала; аппроксимационные зависимости.

Abstract

Approximate dependences of the uchalka coefficients of the towed barge compositions are obtained on the basis of known tabular data presented in several barge loading ranges. The obtained expressions make it possible to use them for any variant of loading barge compositions.

Key words: towed barge compositions; of the uchalka coefficients; approximation dependencies.

Форма буксируемых составов на внутренних водных путях согласовывается Государственной речной судоходной инспекцией бассейна и утверждается бассейновыми органами государственного управления на внутреннем водном транспорте. Таким образом, составы должны формироваться в соответствии с типовыми схемами, которые разрабатываются для каждого конкретного бассейна. Выбор той или иной схемы состава из числа типовых - прерогатива эксплуатирующего состав предприятия. Для выбора более удачной схемы компоновки состава требуется оценка скорости его движения. Для этого необходимо знать коэффициенты счала составов судов при различных схемах их формирования и степени их загрузки. Коэффициенты счала составов судов, в данном случае у буксируемых составов барж, любой схемы формирования и формы корпусов, а также степени загрузки определяют при движении в спокойной воде по прямому курсу, в определённых условиях судового хода. Таким образом, коэффициенты счала составов зависят от особенностей теоретического чертежа судов, их осадки, формы счала, скорости движения, глубины и ширины судового хода. Отметим, что форма счала и значения коэффициентов счала влияют также на управляемость составов судов. Для оценки значений коэффициентов счала буксируемых баржевых составов могут быть использованы данные систематических экспериментов, например, приведённых [1] или диспетчерских справочниках, в частности [2], представленных в табличной форме. Между тем, поскольку в настоящее время практически без ограничений доступно использование персональных компьютеров, то для составления расчётных программ желательно иметь легко в них встраиваемые аналитические зависимости.

Цель данной статьи получение аппроксимационных выражений табличных значений коэффициентов счала буксируемых составов барж с коэффициентом общей полноты не менее 0,88, позволяющих оценку значений при произвольной их загрузке, допускающих принципиальную возможность экстраполяции на составы с большим числом барж по его длине.

Для получения искомых зависимостей возьмём систематические табличные данные коэффициентов счала буксируемых составов при оптимальной длине буксирного троса [1], включающие два типа формы корпуса барж состава, отличающихся образованием формы оконечностей («нос-корма»): «сани-сани»; «глубокая ложка-сани» и «клин-сани». Данные коэффициентов счала даны при четырех диапазонах коэффициента загрузки барж, табл.1, на спокойной, глубокой воде, при скоростях движения 6...14 км/ч. В [1] предлагается сохранять значения коэффициентов счала и в условиях ограничений фарватера, влияние которого на коэффициенты счала предлагается учитывать корректировкой скорости движения составов.

Отметим, что в [2] предлагается определять коэффициент загрузки состава отношением количества тонн груза во всех баржах состава к общей грузоподъёмности

состава. При этом коэффициенты счала для составов, формируемых из различных судов, определять по преобладающему типу барж в составе.

Графические зависимости исходных данных значений коэффициентов счала ($K_{сч}$) буксируемых составов в зависимости от коэффициента загрузки ($K_{заг}$) барж в нём и типа (схемы) состава, согласно табл.1, представлены в виде маркеров разной формы на рис.1а...4а. Аппроксимационные зависимости представлены на тех же рисунках линиями и аналитическими выражениями с номерами, соответствующими номерам рисунков. На рис.1б...4б представлены значения погрешностей полученных аппроксимационных выражений исходным данным табл.1 при средних значениях четырёх указанных диапазонов загрузки барж.

Табл. 1

Значения коэффициентов счала буксируемых составов барж

Тип состава (Б – буксир; 1 – баржа; 2 – пыжевой счал барж; + – знак связи)	Для барж с образованием «носа-кормы» и коэффициентом загрузки (диапазон/среднее значение)							
	«сани-сани»				«глубокая «ложка-сани» и «клин-сани»			
	$\frac{1-0,75}{0,875}$	$\frac{0,75-0,5}{0,625}$	$\frac{0,5-0,25}{0,375}$	$\frac{0,25-0}{0,125}$	$\frac{1-0,75}{0,875}$	$\frac{0,75-0,5}{0,625}$	$\frac{0,5-0,25}{0,375}$	$\frac{0,25-0}{0,125}$
Б+1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Б+1+1	0,89	0,91	0,93	0,95	0,90	0,92	0,94	0,96
Б+1+1+1	0,81	0,85	0,89	0,93	0,83	0,86	0,90	0,94
Б+1+1+1+1	0,76	0,81	0,86	0,92	0,79	0,83	0,88	0,93
Б+2	1,02	1,01	1,0	0,98	1,04	1,02	1,0	0,98
Б+2+2	0,90	0,92	0,94	0,96	0,92	0,94	0,96	0,98
Б+2+2+2	0,78	0,83	0,88	0,92	0,80	0,85	0,90	0,94

Для коэффициентов счала кильватерного состава барж, $K_{сч}(\Sigma B1)$, с образованием носа-кормы «сани-сани» получено аппроксимационное выражение:

$$K_{сч}(\Sigma B1) = (0,007n^2 - 1,07n + 0,101)K_{заг} + (0,0084n^2 - 0,06n + 1,05), \quad (1)$$

где n - число барж в буксируемом кильватерном составе.

Погрешность выражения (1), рис.1б, лежит в пределах $\pm 0,5\%$ к табличным данным (табл.1), что можно считать удовлетворительным.

Рис.1. Зависимости коэффициентов счала буксируемых кильватерных составов барж с образованием носа-кормы «сани-сани» от величины коэффициента их загрузки

Рис.2. Зависимости коэффициентов счала буксируемых составов из пыжевых счалов по две баржи с образованием носа-кормы «сани-сани» от величины коэффициента их загрузки

Для коэффициентов счала пыжевого счала состава из нескольких двойных пыжей барж, $K_{сч}(\Sigma \text{Б}2)$, с образованием носа-кормы «сани-сани» получено аппроксимационное выражение (под пыжевым счалом обычно понимают два или более судов счаленных рядом, причём состав из двойных последовательно расположенных пыжей называют также двухниточным, как бы составленным из двух ниток учаленных в кильватер барж):

$$K_{сч}(\Sigma \text{Б}2) = (0,012n^2 - 0,17n + 0,208)K_{заг} + (-0,0086n^2 + 0,02n + 0,966), \quad (2)$$

где n - число последовательно расположенных пыжей из двух барж в буксируемом составе.

Погрешность выражения (2), рис.2б, также лежит в пределах $\pm 0,5\%$ к табличным данным (табл.1), что можно считать удовлетворительным.

Рис.3. Зависимости коэффициентов счала буксируемых кильватерных составов с образованием носа-кормы «глубокая ложка-сани» и «клин-сани» от величины коэффициента их загрузки

Рис.4. Зависимости коэффициентов счала буксируемых составов из пыжевых счалов по две баржи с образованием носа-кормы «глубокая ложка-сани» и «клин-сани» от величины коэффициента их загрузки

Для коэффициентов счала кильватерного состава барж с образованием носа-кормы «глубокая ложка-сани» и «клин-сани» получено аппроксимационное выражение:

$$K_{сч}(\Sigma Б1) = (0,01n^2 - 0,114n + 0,104)K_{заг} + (0,0064n^2 - 0,047n + 1,04), \quad (3)$$

где n - число барж в буксируемом кильватерном составе.

Погрешность выражения (3), рис.3б, практически полностью лежит в пределах $\pm 0,5\%$ к табличным данным (табл.1), что можно считать удовлетворительным.

Для коэффициентов счала пыжевого счала состава из нескольких двойных пыжей барж с образованием носа-кормы «глубокая ложка-сани» и «клин-сани» получено аппроксимационное выражение:

$$K_{сч}(\Sigma Б2) = (0,027n^2 - 0,24n + 0,29)K_{заг} + (-0,022n^2 + 0,085n + 0,91), \quad (4)$$

где n - число последовательно расположенных пыжей из двух барж в буксируемом составе.

Погрешность выражения (4), рис.4б, практически лежит в пределах $\pm 0,4\%$ к табличным данным (табл.1), что можно считать удовлетворительным.

Полученные аппроксимационные выражения для коэффициентов счала баржевых составов позволяют сформировать удобную расчётную программу с возможностью оценки сопротивления при произвольной загрузке барж.

1. Фомкинский, Л.И. Методика тяговых расчётов при обосновании судов речного флота / Л.И. Фомкинский // Труды ЦНИИЭВТ. Вып.86. – М.: Транспорт, 1972. – 184 с.
2. Диспетчерский справочник на суда Ленского пароходства / МРФ РСФСР, ЛОРП. – Якутск: Орджоникидзевская районная тип., 1983. – 81 с.