

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **045565**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.12.06

(51) Int. Cl. **B63B 71/20 (2020.01)**
G01M 10/00 (2006.01)

(21) Номер заявки
202391398

(22) Дата подачи заявки
2023.06.06

(54) СПОСОБ ИСПЫТАНИЯ МОДЕЛЕЙ СУДОВ ЛЕДОВОГО ПЛАВАНИЯ

(43) **2023.11.28**

(72) Изобретатель:

(96) **2023000099 (RU) 2023.06.06**

**Грамузов Евгений Михайлович,
Двойченко Юрий Александрович,
Калинина Надежда Викторовна,
Куркин Андрей Александрович,
Ларин Александр Геннадьевич (RU)**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ
"НИЖЕГОРОДСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. Р.Е. АЛЕКСЕЕВА" (НГТУ) (RU)**

(56) **RU-C1-2132796
RU-C1-2385252
KR-A-20200129213
CN-A-114199509
CN-A-107021184**

(57) Изобретение относится к области судостроения, а именно к способам испытания моделей судов ледового плавания в бассейнах с искусственным или натуральным моделированным льдом. Способ испытания моделей судов ледового плавания осуществляется в моделированном естественном льду, который обладает повышенной прочностью, чем требует строгая теория моделирования. Основная идея данного метода - компенсация повышенной прочности модельного пресного льда его меньшей толщиной. Способ испытания моделей судов ледового плавания заключается в том, что поверхность воды в ледовом опытовом бассейне охлаждают до образования ледяного поля, определенной толщины, пересчитанной с природы. Но задача соблюдения постоянной толщины в ледовых бассейнах с естественным охлаждением под открытым небом, когда нестабильны температура воздуха, влажность, скорость движения воздуха, атмосферное давление, солнечная радиация, а требуемая толщина модельного льда составляет 3...10 мм, является трудновыполнимой. Для увеличения точности получаемых зависимостей сопротивления модели от скорости $R_m=f(v_m)$ для определенной толщины моделированного льда и упрощения проведения испытаний моделей в ледовых бассейнах испытания проводят следующим образом. Намораживают ледяное поле с фиксацией толщины h_m . Помещают модель судна в бассейн и производят опыт по ее перемещению в замороженном ледяном поле с усилием буксировки R_m , разрушающим лед, с фиксацией скорости перемещения v_m . Намораживают ледяное поле другой толщины h_m и повторяют опыт. Каждая серия опытов производится при разных толщинах ледяных полей h_m , но при одном и том же значении усилия буксировки R_m , которое меняется от серии к серии. По результатам испытаний получают серию зависимостей $v_{jm}=f(h_{jm})$ для различных буксировочных усилий R_{jm} .

B1**045565****045565****B1**

Изобретение относится к судостроению, в частности к способам испытания моделей судов ледового плавания в бассейнах с искусственным или натуральным моделированным льдом.

Известны способы испытания моделей судов в моделированном льду, которые состоят в том, что в бассейне под действием отрицательной температуры намораживается слой льда определенной толщины, имитирующий в заданном масштабе моделированный натуральный ледяной покров. В частности к таким способам относятся способ Лаврова В.В. [1], Шварца [2], Песчанского А.С. (№ 441190, В63В 9/02, 1974 г.). Это обеспечивает некоторые условия моделирования, позволяющие пересчитать результат испытаний на натурное судно. При этом модель помещается в ледовый бассейн и буксируется с помощью, например, падающего груза, создающего тягу R_m .

Целью испытаний является получение зависимостей ледового сопротивления R_m от скорости движения v_m в виде функции $R_m=f(v_m)$ при одной и той же толщине льда $h_m=const$. Такие зависимости показаны на фиг. 1 (кривые сопротивления модели судна для различных толщин льда). Этот способ проведения испытаний признан общепринятым на протяжении десятилетий, он описан в литературе [3, 4]. На эти кривые $R_n=f(v_n, h_n)$, пересчитанные на натуру в соответствии с правилами моделирования (фиг. 2 - кривые сопротивления для различных толщин льда и тяга натурального судна), накладываются кривые тяги $P_e=f(v_n)$ различных силовых комплексов и выбирается оптимальный вариант, строится кривая ледопроеходимости судна (фиг. 3 - диаграмма ледопроеходимости судна).

Главной особенностью способа, принятого за прототип, является соблюдение от опыта к опыту постоянности толщины льда $h_m=const$ при различных значениях тяги R_m . Получение одинаковой толщины льда в отдельных опытах в опытовом бассейне представляет сложную задачу, для лабораторий с искусственным охлаждением даже при толщине моделированного льда 20...100 мм. Поскольку постоянно попадать в строго заданную толщину не всегда удается, приходится прибегать к специальной корректировке при отклонении толщины льда от заданной константы [5, 6].

Но особенно трудновыполнима задача соблюдения условия $h_m=const$ в ледовых бассейнах с естественным охлаждением под открытым небом, используемых в ряде исследовательских лабораторий [4], когда нестабильны температура воздуха, влажность, скорость движения воздуха, а требуемая толщина модельного льда составляет 3...10 мм.

Целью предлагаемого способа является увеличение точности получаемых зависимостей $R_m=f(v_m)$ и упрощение проведения испытаний моделей в ледовых бассейнах.

Технический результат достигается тем, что в способе испытания моделей судов ледового плавания, заключающемся в том, что поверхность воды в ледовом опытовом бассейне охлаждают до образования ледяного поля, помещают модель судна в бассейн и производят несколько серий опытов по его перемещению во вновь замораживаемых ледяных полях с усилием буксировки R_m , разрушающим лед, с фиксацией толщины ледяного поля h_m и скорости перемещения v_m , с целью увеличения точности получаемых зависимостей $R_m=f(v_m, h_m)$ и упрощения проведения испытаний моделей в ледовых бассейнах, каждая серия опытов производится при разных толщинах ледяных полей h_m , но при одном и том же значении усилия буксировки R_m , которое меняется от серии к серии. Полученные результаты перестраиваются графически в виде набора зависимостей буксировочного усилия R_m от скорости буксировки v_m при постоянных толщинах ледяного поля h_m .

Способ испытания моделей судов ледового плавания осуществляется в моделированном естественном льду, который обладает повышенной прочностью, чем требует строгая теория моделирования. Основная идея данного метода - компенсация повышенной прочности модельного пресного льда его меньшей толщиной.

Указанная цель достигается тем, что испытания проводятся следующим образом. Выбирается набор из n значений тяги R_{im} . Для каждого значения R_{im} в одной серии, сохраняемого постоянным, производятся ряд из j опытов в моделированном льду, имеющим не строго заданные толщины h_{jm} . В результате проведения опытов получают функции $v_{jm}=f(h_{jm})$ при $R_{mi}=const$, показанные на фиг. 4 (зависимости скорости движения модели судна от толщины льда при разных буксировочных усилиях). После этого производится аппроксимация этих полученных значений графическими зависимостями и определяются их основные параметры на основе метода наименьших квадратов или регрессионно-корреляционного анализа. Затем выбирается набор значений (точек) h_{jm} , $j=1...k$ и проводится ряд вертикальных линий через h_{jm} , пересекающих кривые $v_{jm}=f(h_{jm})$. С точек пересечения снимаются значения R_{im} и v_{jm} для каждой h_{jm} . По этим значениям строятся искомые зависимости сопротивления модели судна в зависимости от скорости $R_m=f(v_m)$ при $h_m=const$ (фиг. 1).

Затем полученные результаты пересчитываются на натурное судно по известным методикам [3], получая кривые сопротивления судна в зависимости от скорости $R_n=f(v_n)$ при $h_n=const$ (фиг. 2). Далее следует наложить на кривые сопротивления натурального судна кривую тяги $P_e=f(v_n)$. Искомая скорость движения судна при заданной мощности (тяге винтов) в заданных ледовых условиях определяется точкой пересечения кривых $R_n=f(v_n, h_n)$ и $P_e=f(v_n)$.

Список литературы.

1. Лавров В.В. Вопросы физики и механики льда // Труды ААНИИ, 1962, т. 247.
2. Schwarz J. Icebreaker trails around Spitsbergen / Schwarz J., Hoffman L. // IAHR Symposium on ice

problems, proceeding part I / Lulea, Sweden, August. - 1978. - P. 1-15.

3. Ионов Б.П., Грамузов Е.М. Ледовая ходкость судов. СПб.: Судостроение, 2013. 502 с.

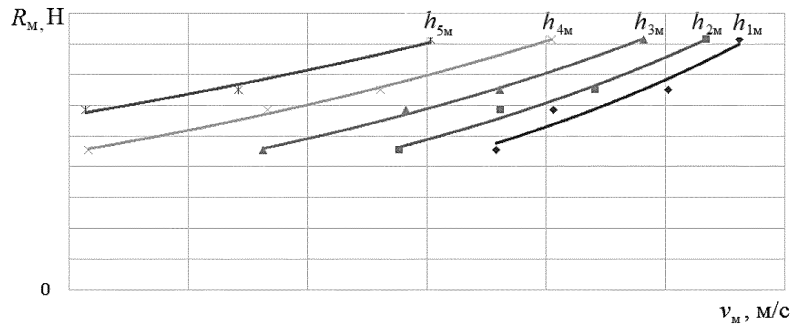
4. Сазонов К.Е. Модельный и натурный эксперименты в морской ледотехнике // Санкт-Петербург: Крыловский государственный научный центр, 2021.

5. Шиманский Ю.А. Теория моделирования движения судна в сплошном ледяном поле. // Сб. науч. тр. ААНИИ. Т. 237. 1960. С. 29-39.

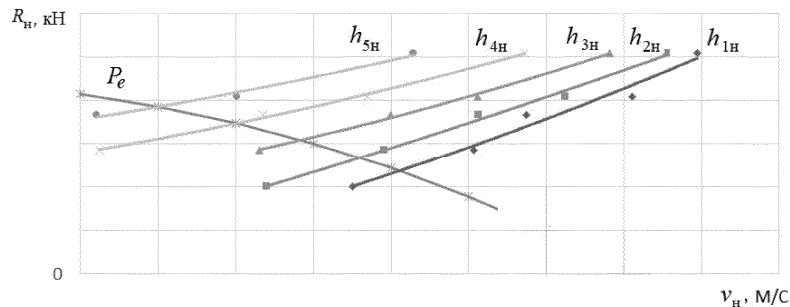
6. Каштелян В.И., Позняк И.И., Рывлин А.Я. Сопrotивление льда движению судна. Л.: Судостроение, 1968. 238 с.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

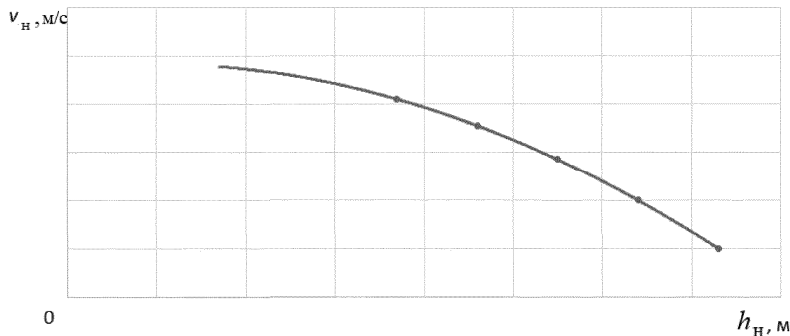
Способ испытания моделей судов ледового плавания, заключающийся в том, что поверхность воды в ледовом опытовом бассейне охлаждают до образования ледяного поля, помещают модель судна в бассейн и производят несколько серий опытов по его перемещению во вновь замораживаемых ледяных полях с усилием буксировки R_M , разрушающим лед, с фиксацией толщины ледяного поля h_M и скорости перемещения v_M , отличающийся тем, что с целью увеличения точности получаемых зависимостей $R_M=f(v_M, h_M)$ и упрощения проведения испытаний моделей в ледовых бассейнах каждая серия опытов производится при разных толщинах ледяных полей h_M , но при одном и том же значении усилия буксировки R_M , которое меняется от серии к серии, при этом полученные результаты перестраиваются графически в виде набора зависимостей буксировочного усилия R_M от скорости буксировки v_M при постоянных толщинах ледяного поля h_M .



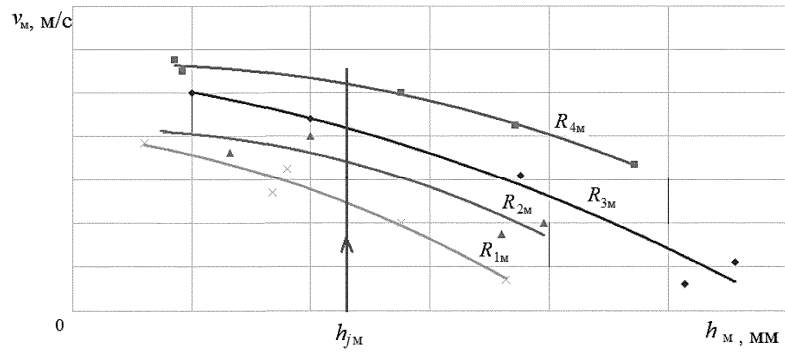
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

