**КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА**

Тема:

«Расчет пройденного расстояния и времени при пассивном и активном торможении судна»

**Определить время падения скорости до V = 0,2 · Vo судна с ВФШ и ДВС после команды СТОП и пройденное за это время расстояние (время свободного торможения и выбег судна). Масса судна m = 10000 т, скорость полного хода Vo = 7,5 м/с, сопротивление воды при скорости Vo Ro = 350 кН, начальная скорость Vн = 7,2 м/с**

**Решение**

1. Масса судна с учетом присоединенных масс воды

m1 = 1,1 · m = 1,1 · 10000 = 11000 т

1. Инерционная характеристика судна

Sо =



1. Продолжительность первого периода (до остановки винта)

t1 = 2,25



1. Скорость в конце первого периода V1 = 0,6Vo, когда останавливается винт

V1 = 0,6 · Vo = 0,6 · 7,5 = 4,5 м/с

1. Расстояние, пройденное в первом периоде, принимая =0,2



S1 = 0,5 · So · ℓn = 0,5·1768·ℓn



6. Во время второго периода (от скорости V1 = 4,5 м/с до скорости

V = 0,2 · Vо = 0,2 · 7,5 = 1,5 м/с)



где =0,5 – коэффициент сопротивления для ВФШ



7. Расстояние, пройденное во втором периоде



8. Время свободного торможения

tв = t1 + t2 = 115 + 524 = 639 ≈ 640 с

9. Выбег судна

Sв = S1 + S2 = 614 + 1295 = 1909 ≈ 1910 м.

- в радианах



**Определить время падения скорости до V = 0,2 · Vо судна с ВФШ и ДВС после команды СТОП и пройденное за это время расстояние (время свободного торможения и выбег судна), если свободное торможение осуществляется на скорости Vн ≤ 0,6 · Vo**  **m = 10000 т, Vo = 7,5 м/с, Ro = 350 кН, Vн = 4,0 м/с**

**Решение**

1. m1 = 1,1 · m = 1,1 · 10000 = 11000 т

2. Sо =



3. Определим скорость в конце первого периода, когда останавливается винт

V1 = 0,6 · Vo = 0,6 · 7,5 = 4,5 м/с

4. Т.к. Vн < V1, то винт останавливается мгновенно.

5. V = 0,2 · Vo = 0,2 · 7,5 = 1,5 м/с

1. Время падения скорости от Vн = 4,0 м/с до V = 1,5 м/с



где εвт = 0,5 – коэффициент сопротивления для ВФШ

Vн = V1



7. Расстояние, пройденное при падении скорости от Vн = 4,0 м/с до V = 1,5 м/с



**Определить время падения скорости до V = 0,2 · Vо для судна с ВРШ и ГТЗА после команды СТОП и пройденное за это время расстояние (время свободного торможения и выбег судна). m = 10000 т, Vo = 7,5 м/с, Ro = 350 кН, Vн = 7,2 м/с**

**Решение**

1. m1 = 1,1 · m = 1,1 · 10000 = 11000 т
2. Sо =



1. V = 0,2 · Vo = 0,2 · 7,5 = 1,5 м/с
2. Время падения скорости до V = 1,5 м/с



где V1 = Vн = 7,2 м/с,

εвт ≈ 0,7 – коэффициент сопротивления для ВРШ



**Определить время активного торможения и тормозной путь (нормальное реверсирование) судна с ВФШ и ДВС, если максимальный упор заднего хода Рз.х. = 320 кН. m = 10000 т, Vo = 7,5 м/с, Ro = 350 кН, Vн = 7,2 м/с**

**Решение**

1. Масса судна с учетом присоединенных масс

m1 = 1,1 · m = 1,1 · 10000 = 11000 т

1. Инерционная характеристика судна

Sо =



1. Продолжительность первого периода (до остановки винта)

t1 = 2,25



4. Скорость в конце первого периода V1 = 0,6 · Vo, когда останавливается винт

V1 = 0,6 · Vo = 0,6 · 7,5 = 4,5 м/с

5. Расстояние, пройденное в первом периоде

S1 = 0,5 · So · ℓn ,



где Ре – тормозящая сила винта, работающего в режиме гидротурбины и составляющая примерно 0,2 Ro, т.е. = 0,2



S1 = 0,5 · 1768 · ℓn



1. Продолжительность второго периода

t2 = , где V1 = 4,5 м/с



Ре = 0,8 · Рз.х. = 0,8 · 320 = 256 кН

t2 =



7. Расстояние, пройденное во втором периоде

S2 = 0,5 · So · ℓn т.к. к концу второго периода V = 0, то



S2 = 0,5 · So · ℓn = 0,5 · 1768 · ℓn



8. Время активного торможения

tι = t1 – t2 = 115 + 168 = 283 с

9. Тормозной путь

Sι = S1 + S2 = 614 + 354 = 968 ≈ 970 м.

**Определить время активного торможения и тормозной путь (нормальное реверсирование) судна с ВФШ и ДВС после команды ЗПХ, если упор заднего хода Рз.х. = 320 кН и торможение осуществляется со скорости Vн ≤ 0,6 · Vo. Масса судна m=10000 т, скорость полного хода Vo=7,5 м/с, сопротивление воды на скорости Vo Ro=350 кН, начальная скорость Vн=4,0 м/с**

**Решение**

1. Масса судна с учетом присоединенных масс

m1 = 1,1 · m = 1,1 · 10000 = 11000 т

1. Инерционная характеристика судна

Sо =



1. Скорость в конце первого периода, когда останавливается винт

V1 = 0,6 · Vo = 0,6 · 7,5 = 4,5 м/с

1. В случае, если Vн ≤ V1 = 0,6 · Vo (Vн = 4,0 м/с, V1 = 4,5 м/с), винт останавливается мгновенно и t1 = 0; S1 = 0.
2. Тормозящая сила винта

Ре = 0,8 · Рз.х. = 0,8 · 320 = 256 кН

1. Время активного торможения

t = ,



где V1 = Vн = 4,0 м/с

t = = 154 с



1. Тормозной путь

S = 0,5 · So · ℓn ,



где V1 = Vн = 4м/с

S = 0,5 · 1768 · ℓn



**Определить время активного торможения и тормозной путь судна с ВРШ и ГТЗА, если максимальный упор заднего хода Рз.х. = 320 кН. m = 10000 т, Vo = 7,5 м/с, Ro = 350 кН, Vн = 7,2 м/с**

**Решение**

1. Масса судна с учетом присоединенных масс

m1 = 1,1 · m = 1,1 · 10000 = 11000 т

1. Инерционная характеристика судна

Sо =



1. Продолжительность активного торможения

,



т.к. к концу периода торможения V = 0, то

, где для ВРШ Ре = Рз.х. = 320 кН



1. Т.к. к концу периода торможения V = 0, то тормозной путь судна

S = 0,5 · So · ℓn , где V1 = Vн = 7,2м/с



S = 0,5 · 1768 · ℓn



**Танкер водоизмещением ∆ = 84500 тонн, длина L = 228 м, средняя осадка dср = 13,6 м, высота борта Нб = 17,4 м, масса якоря G = 11000 кг, калибр якорной цепи dц = 82 мм, глубина места постановки на якорь Нгл = 30 м, грунт – ил, наибольшая скорость течения Vт = 4 уз., угол между направлением течения и ДП θт = 20º, усиление ветра по прогнозу до u = 10–12 м/с, угол между ДП и направлением ветра qu = 30º. По судовым документам площадь проекции надводной части корпуса судна на мидель Аu = 570 м2, то же на ДП Вu = 1568 м2**

**Определить:**

* **длину якорной цепи необходимую для удержания судна на якоре;**
* **радиус окружности, которую будет описывать корма судна;**
* **силу наибольшего натяжения якорной цепи у клюза.**

**Решение**

1. Вес погонного метра якорной цепи в воздухе

qо = 0,021 · dц2 = 0,021 · 822 = 141,2 кг/м

2. Вес погонного метра якорной цепи в воде

qw = 0,87 · qо = 0,87 · 141,2 = 122,84 кг/м

3. Высота якорного клюза над грунтом

Нкл = Нгл + (Нб – dср) = 30 + (17,4 – 13,6) = 33,8 м

4. Удельная держащая сила якоря дана в условии задачи: К =1,3

5. Необходимая длина якорной цепи из расчета полного использования держащей силы якоря и отрезка цепи, лежащего на грунте

,



где:

а – длина части якорной цепи, лежащей на грунте; принимаем а = 50 м;

ƒ – коэффициент трения цепи о грунт дан в условии задачи: ƒ=0,15



6. Определим силу ветра, действующую на надводную часть судна

RA = 0,61 · Сха · u² · (Аu · cos qu + Bu · sin qu), где

Сха – аэродинамический коэффициент задачи дан в условии Сха=1,46

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| quº | Сха | | |
| сухогр. судно | пассаж. судно | танкер, балкер |
| 0 | 0,75 | 0,78 | 0,69 |
| 30 | 1,65 | 1,66 | 1,46 |
| 60 | 1,35 | 1,54 | 1,19 |
| 90 | 1,20 | 1,33 | 1,21 |

RA = 0,61 · 1,46 · 122 · (570 · cos 30º + 1568 · sin 30º) =163,850 кН = 16,7 m

7. Определим силу действия течения на подводную часть судна

Rт = 58,8 · Вт · Vт2 · sin θт, где:

Вт – проекция подводной части корпуса на ДП судна,

Вт ≈ 0,9 L · dcp = 0,9 · 228 · 13,6 = 2790,7 ≈ 2791 м2

Vт – скорость течения в м/с

Vт = 4 уз. ≈ 2 м/с

Rт = 58,8 · 2791 · 22 · sin 20º = 224,517 кН = 22,9 m

8. Определим силу рыскания судна при усилении ветра

Rин = 0,87 · G = 0,87 · 11000 = 9,57 m = 93,882 кН

9. Сумма действующих на судно внешних сил

∑ R = RА + Rт + Rин = 163,850 + 224,517 + 93,882 = 482,249 кН = 49,2 m

10. Определим минимальную длину якорной цепи, необходимую для удержания судна на якоре, при условии Fг = Fх = ∑ R (н) = 10 · G · К и коэффициенте динамичности Кд = 1,4

,



где:

К = 1,3 – удельная держащая сила грунта,

qw = 122,84 кг/м – вес погонного метра якорной цепи в воде



С целью обеспечения безопасности якорной стоянки надлежит вытравить

9 смычек = 225 м якорной цепи.

11. Определим горизонтальное расстояние от клюза до точки начала подъема якорной цепи с грунта



x=



214,21 м ≈ 214 м.



Следовательно, длина цепи, лежащая на грунте составляет

а = 225 – 214=11 м

12. Радиус окружности, которую будет описывать корма танкера

Rя = а + х + L = 11 + 214 + 228 = 453 м

13. Определим силу наибольшего натяжения якорной цепи у клюза

F2 = 9,81 · qw



**Список литературы**

1. Сборник задач по управлению судами. Учебное пособие для морских высших учебных заведений / Н.А. Кубачев, С.С. Кургузов, М.М. Данилюк, В.П. Махин. – М. Транспорт, 1984, стр. 48 – 57.
2. Управление судном и его техническая эксплуатация. Учебник для учащихся судоводительских специальностей высших инженерных морских училищ. Под редакцией А.И. Щетининой. 3-е издание. – М. Транспорт, 1983, стр. 383 – 392.
3. Управление судном и его техническая эксплуатация. Под редакцией А.И. Щетининой 2-е издание. – М. Транспорт, 1975, стр. 393 – 401.