Определение оптимальной загрузки транспортного судна

Исходные данные

Номер проекта – 507

Тип судна – сухогрузный

Нс.х.min = 4.4 м

Род груза и характеристики грузовых мест

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Род груза | Длина пакета L, м | Ширина пакета В, м | Высота пакета Н, м | Масса пакета, т |
| Сахар в мешках на поддонах | 1,68 | 1,22 | 1,53 | 2,08 |
| Крупа в мешках на мягких стропах | 1,34 | 0,95 | 1,26 | 0,95 |
| Цемент в мешках на поддонах | 1,67 | 1,25 | 1,3 | 3,28 |
| Кирпич на поддонах | 1,6 | 1,2 | 1,1 | 3,2 |

Транспортные характеристики судна

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Грузоподъемность Д, т | Длина габаритная Lc,м | Ширина габаритная Вс,м | Высота борта Нб, м | Осадка в грузу hгр, м |
| 5300 | 140 | 16,7 | 5 | 3,5 |

Характеристика грузовых трюмов

Количество трюмов – 4

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № трюма | Объём трюма W, м³ | Грузовместимость D, т |
| 1 | 1530 | 1290 |
| 2 | 1570 | 1340 |
| 3 | 1570 | 1340 |
| 4 | 1600 | 1360 |

1. Определим удельную грузовместимость транспортного судна (УГС)

wc= D, м³/т

где Wmpi – объём i-того груза, м³

n – количество трмов

D – грузоподъёмность судна

wc = 1530 + 1570+ 1570 + 1600 / 5300 = 1.18 м³/т

1. Определим транспортные характеристики груза (ТХГ)

Найдём удельный погрузочный объём груза (УПО):

wг = (Vм / g м) х Ку

где: Vм = (L x B x H) – объём грузового места

L, B, H - грузовые размеры пакета

Ку = 1,15 – коэффициент укладки груза в трюме

g м - масса пакета

а) Сахар в мешках

wг1 = ( 1,68 · 1,22 · 1,53 / 2,08) х 1,15 = 1,73 м³/т

б) Крупа в мешках

wг2 = ( 1,34 · 0,95 · 1,26 /0,95) х 1,15 = 1,94 м³/т

в) Цемент в мешках

wг3 = (1,67 · 1,25 · 1,3 / 3,28) х 1,15 = 0,95 м³/т

г) Кирпич на поддонах

wг4 = (1,6 · 1,2 · 1,1 / 3,2) х 1,15 = 0,759 м³/т

1. Установим вид груза, исходя из соотношения УПО и УГС

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Род груза | УГС wc , м³/т | УПО wг, м³/т | Соотношение УГС и УПО | Вид груза |
| Сахар в мешках | 1,18 | 1,73 | wc < wг, | Груз лёгкий |
| Крупа в мешках | 1,18 | 1,94 | wc < wг, | Груз лёгкий |
| Цемент в мешках | 1,18 | 0,95 | wc > wг, | Груз тяжёлый |
| Кирпич на поддонах | 1,18 | 0,759 | wc > wг, | Груз тяжёлый |

4. Определим количество груза, которое можно разместить в каждый трюм

а) Для тяжёлых грузов :

количество груза будет определяться величиной грузовместимости трюма

Ti = mpi

где

n – количество родов тяжёлого груза

m – количество трюмов, загружаемых тяжелыми грузами

gTi – масса i-того тяжёлого груза, т

Dmpi – грузовместимость i-того трюма, т

g3 + g4 = D3 + D4 = 1340 + 1360 = 2700т

где g3 – масса тяжелого груза – цемент, т

g4 – масса тяжёлого груза – кирпич, т

D3 – грузовместимость третьего трюма, т

D4 – грузовместимость четвертого трюма, т

V3 + V4 = g3· wг3 + g4 · wг4 = 1340 · 0,759 + 1360 · 0,95 = 1017,06+ 1292= 2309 м³

где

V3 – объем тяжелого груза – цемент м³

V4 – объем тяжелого груза – кирпич м³

wг3 – удельный погрузочный объём цемента, м³/т

wг4 – удельный погрузочный объём кирпичей м³/т

W3 + W4 = 1570 + 1600 = 3170 м³ , где

W3 – объём третьего трюма, м³

W4 – объём четвертого трюма м³

W3 + W4 > V3 + V4 , т.е. суммарный объём трюмов, занятых тяжелым грузом, больше объёма тяжёлого груза.

б) Для лёгких грузов:

л = mpi / wгi

n – количество родов лёгкого груза

m – количество трюмов, загружаемых лёгкими грузами

gл - масса i-того лёгкого груза, т

Wmpi – объём i-того трюма, м³

g1 + g2 = W1 / wг1 + W2 / wг2 = 1530/1,94 + 1570/1,73 = 788,66 + 907,51 = 1696 т,

где g1 – масса лёгкого груза – сахара, т

g2 – масса лёгкого груза – крупы, т

W1 – объём первого трюма, м³

W2 – объём второго трюма, м³

wг1 – удельный погрузочный объём сахара, м³/т

wг2 – удельный погрузочный объём крупы , м³/т

W1 + W2 = V1 + V2 = 153+1570=3100 м³

т.е. для лёгких грузов объём занимаемый в трюме равен объему занимаемого трюма

5. Распределим номера трюмов для загрузки соответствующих грузов – тяжёлых и лёгких

Загружаем тяжёлые грузы в трюмы расположенные ближе к корме

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № трюма | Род груза | Грузовместимость трюма Di, т | Масса груза gi, т | Объём трюма Wi, м³ | Объём груза Vi, м³ |
| 1 | сахар | 1290 | 788,66 | 1530 | 1028 |
| 2 | крупа | 1340 | 907,51 | 1570 | 1377 |
| 3 | Цемент | 1340 | 1340 | 1570 | 983,10 |
| 4 | кирпич | 1360 | 1360 | 1600 | 516,60 |

6. Определим коэффициент использования грузоподъёмности судна ψ с

ψ с = Dф / Д

где Dф = g1 + g2 + g3 + g4 – фактическая грузоподъёмность судна, т

Д - паспортная грузоподъёмность груза, т

Dф = 788,66 + 907,51 + 1340 + 1360 = 4396 т

ψ с = 4396 / 5300 = 0,829

7. Определим расчетную глубину судового хода Нс. х.:

Нс.х. = hгр.ф + Z1 + Z2 + Z3 + Z4, м

Где hгр.ф = 2,81 м – осадка груза при фактической загрузке, м

Z1 = 0,3 – навигационный запас под днищем судна

Z2 = 0,3hв - Z1 = 0,3 · 2 - 0,3 = 0,3 м – запас глубины на волнение, где

hв = 2,0 м - расчетная высота волны на водных путях

Z3 = n·hзан. = 1 · 0,1 = 0,1 м - запас глубины вследствие зависимости судового хода на отдельных участках

hзан = 0,1 м / год - толщина отложения слоя наносов в год

n = 1лет – период между дноуглубительными работами

Z4 = V · k = 15 · 0,027 = 0,405 м, - скоростной запас , где

V = 15 км/ч – скорость движения гружённых судов

k = 0,027 – коэффициент, принимаемый в зависимости от длины судна

Нс.х = 2,81 + 0,3 + 0,3 +0,1 + 0,405 = 3,92 м

Нс.х.min = 4.4 м

8. Определим оптимальную загрузку судна в условиях ограничения глубины судового хода

Оптимальная загрузка судна определяется путем подбора разнородных грузов в таком соотношении, при котором максимально используется грузопдъёмность судна и объём его трюмов. При подборе количества грузов будем исходить из предложения, что имеется возможность взять любое количество груза.

Обозначим

Gл = g1 + g2 - масса легких грузов (1)

Gт = g3 + g4 - масса тяжелых грузов (2)

wл = ( wг1 + wг2)/2 (м³/т) – УПО лёгких грузов (3)

wт = ( wг3 + wг4)/2 (м³/т) – УПО тяжелых грузов (4)

Решаем систему двух уравнений

Gл + Gт = Dф. доп

Gл · wл + Gт · wт = W →

Gт = Dф. доп · wл – W , т (5)

wл – wт

Gл = Dф. доп – Gт (6)

Подставляем выражения (1), (2), (3) и (4) в уравнения (5) и (6) :

g3 + g4 = Dф. доп · [( wг1 + wг2)/2 ] - W

[( wг1 + wг2)/2] - [( wг3 + wг4)/2] (7)

g1 + g2 = Dф. доп –( g3 + g4 ) (8)

Вычисляем (7) и (8)

g3 + g4 = 4396 · [( 1,94 + 1,73)/2 ] – 6270 = 1832,3916 т - масса тяжелого груза [(1,94 + 1,73)/2] - [(0,759+0,95)/2]

g1 + g2 = 4396-1832,3916=2563,61 т – масса лёгкого груза

Так как количество тяжелого и легкого грузов определяем при значении УПО как среднеарифметическое между соответствующими видами грузов, то :

g1 = g2 = 0,5 · (g1 + g2 ) = 1282 т

g3 = g4 = 0,5 · (g3 + g4 )= 916 т

9. Определим фактическую загрузку судна, проверим использование объема трюмов

Dф = ( g1 + g2 ) + (g3 + g4 )= 1832 + 2564 =4396 т

Объем, который занимают грузы при установленном их количестве :

Где n – количество родов груза ( n = 4)

m – количество трюмов судна

а) Трюм № 1 (занят сахаром, объём трюма W1 = 1530 м³, грузовместимость трюма D1 = 1290 т)

g1 = 1282 т – общая масса сахара

V1 = g1 · wг1 = 1282\*1,73=2217 м³ - общий объем сахара

V1 > W1

Непоместившийся сахар загрузим в трюм № 3

1530:1,73=884 т < D1 – масса сахара, помещенного в трюм № 1

2217-1530=687 м³ - объем сахара, который не вмещается в трюм № 1

687:1,73=396 т – масса сахара, который не вмещается в трюм № 1

б) Трюм № 2 (занят крупой, объём трюма W2 = 1570 м³, грузовместимость трюма D2 = 1340 т)

g1 = 1282 т – общая масса крупы

V2 = g2 · wг2 =1282\*1,94=2487 м³ - общий объем крупы

V2 > W2

Крупу, которая не вмещается в трюм № 2, поместим в трюм № 4.

1570:1,94=809 т– масса крупы, помещенной в трюм № 2

2468-1570=898 м³ - объем крупы, которая не вмещается в трюм № 2

917:1,94=444 т – масса крупы, которая не вмещается в трюм № 2

в) Трюм № 3 (занят цементом + сахаром трюма W3 = 1570 м³, грузовместимость трюма D3 = 1340 т)

g3 = 916 т – общая масса радиаторов

V3 = g3· wг3 = 916\*0,95=870м³ - общий объем радиаторов

V3 < W3

Догружаем трюм № 3 крупой, которая не поместилась в трюм № 1 и №4

870+687=1557м³ < W3 - общий объем грузов, помещенных в трюм № 3

916+396=1312т = D3 - общая масса грузов, помещенных в трюм № 3

г) Трюм №4 (занят кирпичами + крупой, объём трюма W4 = 1600 м³, грузовместимость трюма D4 = 1360 т)

g4 = 916 т – общая масса гвоздей

V4 = g4· wг4 = 916\*0,759=695м³ - общий объем гвоздей

V4 < W4

Догружаем трюм № 4 крупой, которая не поместилась в трюм № 2

695+898=1593 м³ < W4 - общий объем грузов, помещенных в трюм № 3

916+444=1360 т=D4 - общая масса грузов, помещенных в трюм № 3

Полученные данные для распределения грузов по трюмам занесем в таблицу

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер трюма | Род груза | Грузовместимость трюма Di, т | Масса груза gi, т | Объём трюма Wi, м³ | Объём груза Vi, м³ |
| 1 | Сахар | 1290 | 884 | 1530 | 1530 |
| 2 | Крупа | 1340 | 809 | 1570 | 1570 |
| 3 | Цемент + сахар | 1340 | 916+396=1312 | 1570 | 870+687=1557 |
| 4 | Кирпич +крупа | 1360 | 916+444=1360 | 1600 | 695+898=1593 |