**Содержание**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Задание на проектирование | 3 |
|  | Раздел 1. Расчёт схемы механизации | 4 |
| 1 | Анализ исходных данных | 4 |
| 1.1 | Расчётный грузооборот причала | 4 |
| 1.2 | Характеристика груза | 5 |
| 1.3 | Транспортные средства. Режим поступления в порт под обработку | 5 |
| 2 | Установление требования к пропускной способности фронтов |  |
|  | обработки транспортных средств | 7 |
| 3 | Выбор перегрузочного оборудования схемы механизации и |  |
|  | расчёт эксплуатационной производительности | 9 |
| 3.1 | Выбор перегрузочного оборудования схемы механизации | 9 |
| 3.2 | Расчёт технической производительности | 9 |
| 3.3 | Расчёт эксплуатационной производительности | 11 |
| 4. | Определение количества фронтальных перегрузочных установок | 13 |
| 5 | Расчёт фактического времени грузовой обработки судна и |  |
|  | пропускной способности причального фронта | 14 |
| 6 | Расчёт минимально необходимого числа перегрузочных установок, |  |
|  | занятых на грузовой обработке вагонов | 15 |
| 7. | Определение вместимости и площади оперативного склада | 17 |
| 8 | Расчёт количества тыловых перегрузочных установок | 18 |
| 9 | Расчёт показателей перегрузочного процесса | 19 |
|  | Раздел 2. Расчёт грузозахватного устройства | 21 |
| 1 | Расчет грузозахватного приспособления крана | 21 |
| 2 | Расчет грузозахватного приспособления погрузчика | 24 |
|  | Список используемой литературы | 26 |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

**Раздел 1. Расчёт схемы механизации**

1. **Анализ исходных данных**
   1. **Расчётный грузооборот причала**

Суточный расчётный грузооборот причала по прибытию или отправлению для соответствующего вида транспортных средств:

,

где - грузооборот в наиболее напряжённый месяц;

- количество нерабочих дней по метеоусловиям, которое принимаем:

=1 сут.

Грузооборот в наиболее напряжённый месяц считаем по формуле:

,

где = 250000т - навигационный грузооборот;

=1,2 - коэффициент неравномерности грузооборота;

- количество месяцев работы:

,

где =300 суток - длительность навигации.

Следовательно:

.

Можем вычислить:

т,

а значит:

т.

Доля расчётного грузооборота, перерабатываемого по прямому варианту:



и через склад:

,

где =0,8 -средний коэффициент прохождения груза через оперативный склад (согласно исходным данным).

Следовательно, имеем:

 т;

 т.

**1.2 Характеристика груза**

Груз – листовой металл без упаковки.

Длина листа металла– 6000 мм;

Ширина листа металла– 1800 мм;

Высота листа металла – 20 мм;[6]

Вес одного листа металла составляет 1800 кг, т.к поднимаем сразу три листа, то вес равен 5400 кг.

Тип склада – оперативный открытый (согласно исходным данным).

**1.3 Транспортные средства. Режим поступления на предприятие под обработку.**

Груз загружают в порту на судно «Волга-Дон» грузоподъёмностью 5000 т:

Конструктивные характеристики расчётного судна:

=138 м – габаритная длина судна;

=18,8 м – габаритная ширина судна;

=3,53 м - осадка в грузу;

=1,01 м – осадка в порожнем;

Высота борта 5,5 м.

Количество трюмов– 2, размером 45х18,1

люки, размером 44,4х13,3

Фактическая загрузка судна для листового металла:

,

т –грузоподъемность одного судна.

т.

Среднее количество судов, поступающих под обработку в порт за сутки:

судов/сутки,

значения всех параметров определены выше.

Средний интервал поступления судов под обработку в часах:

часов,

значения всех параметров так же известны.

Основной схемой перегрузки является схема «судно-склад» (на основании исходных данных коэффициент прохождения через склад – 0,8), а значит, время стоянки судна зависит только от времени перегрузки груза из судна на склад.

Определяем норму времени стоянки судна у причала (время занятости причала):

,

где  - норма времени стоянки судна под грузовыми работами:

 ,

где  - судо-часовая норма интенсивности грузовых работ, которую определим как:

- «Судно-склад»: т/ч (согласно типовым технологическим картам);

Следовательно, имеем значение нормы грузового времени:

ч,

Возвращаемся к исходной формуле:

,

где  - норма времени вспомогательных и маневровых операций, которое существует двух видов:

- при совмещении операций: = 3ч 35 мин = 3,35ч;

- без совмещения операций: =4 ч 40 мин = 4,40ч.

Принимаем  - с совмещением операций, как наиболее производительное время. Следовательно, имеем:

ч.

1. **Установление требований к пропускной способности фронтов обработки транспортных средств**

**Фронт обработки судов**

Время занятости причала не должно превышать интервала между судами, а также должно укладываться в нормативное время стоянки судна у причала под грузовой обработкой, т.е.

,

где  - среднее время занятости причала;

=120 ч - средний интервал между судами;

=45,05 ч - нормативное время стоянки судна у причала (определены выше).

ч,

принимаем =45,05 ч

Для выполнения требований неравенства расчётная пропускная способность  оборудования причального фронта должна быть достаточной, чтобы обеспечить переработку суточного расчётного грузооборота  и выполнение норм вре­мени стоянки  судна у причала:



где

т/сут.

Имеем:

т/сут,

Примем т/сут.

Для предварительно принятого значения , обеспечивающего выполнение неравенства и соответствующего максимальному из сравниваемых  и , устанавливаем величину минимально необходимой интенсивности  грузовой обработки судна оборудованием причального фронта:

,

где  - коэффициент использования причала по времени, определяемый по формуле:

,

 - эффективное время работы причала в течение суток при трехсменной работе. Согласно рекомендациям:

ч.

Имеем:

т/ч.

Этот расчёт показывает, что минимально необходимое значение интенсивности больше нормативного, следовательно, мы добились желаемого результата.

# Выбор перегрузочного оборудования схемы механизации и расчёт эксплуатационной производительности

**3.1 Выбор перегрузочного оборудования схемы механизации**

В качестве фронтальной перегрузочной установки выбираем портальный кран «Сокол» 16/20/32т, технические характеристики которого следующие:

- вылет минимальный – 8 м;

- вылет максимальный – 32 м;

- скорость подъёма – 63 м/мин

- скорость изменения вылета стрелы – 63 м/мин;

- скорость передвижения – 20 м/мин;

- частота вращения крана – 1,6 об/мин

- масса крана – 232 т.

В качестве дополнительной перегрузочной установки выбираем автопогрузчик «Komastu», имеющие технические характеристики:

- грузоподъемность – 12500 кг;

- максимальная высота подъема груза на вилах – 3,3 м;

- общая ширина машины – 2500 мм;

- длина машины – 6135 мм;

- общая высота по защитному ограждению – 3750 мм;

- максимальная скорость - 29 км/ч;

- максимальная скорость подъема/опускания - 0,39 м/с;

- Масса снаряженного погрузчика – 13,8 т

**3.2 Расчёт технической производительности**

**3.2.1 Расчёт технической производительности портального крана**

Техническую производительность определяем по формуле:

,

где  - масса груза (средняя масса).

Предлагается перегружать по три листа металла за цикл:

=5400 кг – масса, поднимаемого груза (листового металла).

 - время цикла, которое определяем по формуле:



Определим каждое время :

с – время застроповки [7];

Время подъёма с грузом:

,

где =3м – высота подъёма груза;

=63 м/мин = 1,05 м/с – скорость подъёма:

=0,75 – коэффициент использования скорости (табличные данные) [2]

=1с – время разгона;

=1с – время торможения.

Время поворота с грузом :

с,

где =180о – угол поворота крана;

=1,6 об/мин – частота вращения крана;

= 0,9 – коэффициент использования скорости при повороте (табличные данные) [2];

= =4с – время разгона и торможения соответственно.

Время опускания с грузом :

с,

где =15м – глубина опускания;

=63 м/мин = 1,05 м/с – скорость опускания груза.

=11с – время отстроповки [7];

Время подъёма в порожнем состоянии (формула аналогична формуле ):

с

Время поворота в порожнем состоянии :

с ;

Время опускания в порожнем состоянии :

с .

Зная все составляющие, вычислим:

с.

Техническая производительность:

т/ч.

**3.2.2 Расчёт технической производительности погрузчика**

Техническую производительность определяем по формуле:

,

где  - масса груза, которая при перегрузке рулона за один раз равна:

 кг;

 - время цикла, которое определяем по формуле:



Определим каждое время для погрузчика, участвующего в различных

схемах перегрузочных работ;

а) для погрузчика, работающего по схеме «склад- погрузчик- кран- судно »:

 с – время захвата груза;

 с – продолжительность разворота погрузчика в цикле;

 с – время передвижения погрузчика с грузом,

где м – среднее расстояние перемещения погрузчика;

 с – продолжительность подъёма груза на штабель,

где м – средняя высота подъёма груза;

=0,39 м/с – скорость подъёма груза;

 с – продолжительность установки груза в штабель;

 с – время передвижения порожнего погрузчика

Зная все составляющие, вычислим:

 с.

Техническая производительность:

 т/ч.

**3.3 Расчёт эксплуатационной производительности**

**3.3.1 Расчёт эксплуатационной производительности портального крана**

Формула для определения эксплуатационной производительности имеет вид: ,

где  - коэффициент использования по грузоподъёмности,

=5400кг – масса поднимаемого груза;

 =16000кг – грузоподъёмность машины;

– коэффициент использования машины по времени, где

ч – среднее рабочее время при восьмичасовой рабочей смене;

 ч – время смены.

=1,2 – коэффициент неравномерности грузопотока,

 - коэффициент использования по надёжности,

- коэффициент использования по готовности (табличная величина)

Вычисляем:  т/ч.

**3.3.2 Расчёт эксплуатационной производительности погрузчика**

Эксплуатационную производительность погрузчика определяем по аналогичной формуле:

,

,,аналогичны крановым,

.

=5400 кг – масса поднимаемого груза;

 кг – грузоподъёмность машины;

а) Эксплуатационная производительность погрузчика, работающего по схеме «склад- погрузчик- кран- судно»:

 т/ч.

**4.Определение количества фронтальных перегрузочных**

**установок**

Для обеспечения минимально необходимой величины пропускной способности причала  и достижения расчётного значения интенсивности  грузовой обработки судна число перегрузочных установок может быть определено по выражению

,

где  т/ч – минимально-необходимая интенсивность грузовой обработки судна;

– средневзвешенная фактическая производительность перегрузочной установки.

Принимаем =1 кран.

Определим необходимое количество автопогрузчиков для обслуживания портальных кранов:

,

где - эксплуатационная производительность портального крана,

- эксплуатационная производительность погрузчика.

Следовательно, для обеспечения необходимой интенсивности загрузки судна,

на фронтальной линии должен находиться один портальный кран и два

погрузчика.

**5.Расчёт фактического времени грузовой обработки судна и пропускной способности причального фронта**

Для принятого по расчёту число фронтальных перегрузочных установок , занятых на грузовой обработке судна, определяем время занятости причала



где - время грузовых операций с учётом вариантов перегрузки, рассчитывается по формуле:

,

=5000 т - фактическая загрузка судна;

= 19,55 ч - оперативное время работы причала в течение суток;

= 3,35 ч - затраты времени на вспомогательные операции при обработке судна у причала.

Имеем:

сут.

Время занятости причала:

сут = 50,64 ч.

Пропускная способность причального фронта:

т/сут.

Коэффициент резерва пропускной способности причала:

.

Проверим выполнение условия:

 - условие выполнено.

**6.Расчёт минимально необходимого числа перегрузочных установок, занятых на грузовой обработке ж/д вагонов**

Для сухопутных транспортных средств определяем фактическую загрузку вагона.

,

где -паспортная грузоподъемность полувагона 4-осного;

- коэффициент использования полувагона по грузоподъемности



Число вагонов поступающих на причал под обработку в течении суток:

,

примем =16 вагонов

Средний интервал между подачами вагонов в часах:

 ,

где =4 – среднее число вагонов в подаче,

ч.

Для переработки на причале расчётного грузооборота поступающего в ж/д вагонах, механовооружённость причала должна быть достаточной, чтобы обеспечить выполнение требований

,

где - время грузовой обработки подачи вагонов;

=3,5 ч - норма времени обработки подачи вагонов (приложение 8 [5]).

Принимаем  =3,5 ч.

Соответственно пропускная способность фронта обработки должна быть достаточной, чтобы обеспечить выполнение неравенства:



где:

т/сут;

т.

Получим: ,

примем =1337 т/сут.

Анализ требований к величине пропускной способности фронта грузовой обработки подачи вагонов позволяет для выбранного типа перегрузочного оборудования, используемого на обработке вагонов, рассчитать минимально-необходимое число линий (установок):

,

где  - величина минимально необходимой пропускной способности фронта обработки подач вагонов;

=1 - коэффициент использования оборудования по времени, занятого на фронте обработки вагонов;

=19,55 ч - оперативное время работы оборудования на фронте обработки вагонов

- производительность перегрузочной установки при работе соответственно по вариантам: судно-вагон, склад-вагон или обратно.

Поскольку процесс перегрузки груза из вагона на склад зависит только от производительности портального крана, то используем в формуле значение технической производительности портальный кран:

,

примем =1 портальный кран.

**7.Определение вместимости и площади оперативного склада**

Вместимость оперативного склада определяется из неравенства.

,

где - минимальная нормативная вместимость склада в зависимости от навигационного грузооборота:

,

=0,025 -отношение нормативной вместимости склада к навигационному грузообороту (таблица 1[5]).

 т.

– коэффициент кратности, принимается в зависимости от вида груза (принимаем =2).

Имеем:

.

Примем =10000 т.

Основная площадь склада:



где =0,55 - коэффициент использования площади склада (приложение 9 [5]);

=10т/м2 - средняя масса груза укладываемого на 1м2 площади склада.

(приложение 10 [5])

Получим:

м2.

Для открытых складских площадок по величине  определим размер территории под склад вглубь причала из допущения, что длина причала принимается равной длине расчетного судна :

Определим длину склада по формуле:



где =138м – длина открытого оперативного склада, определяемая длиной судна.

**8.Расчёт количества тыловых перегрузочных установок**

Потребность в организации тыловых перегрузочных установок на причале возникает, если:

* + вместимость склада фактическая в зоне действия фронтальных перегрузочных установок меньше величины расчётной вместимости;
  + количество фронтальных перегрузочных установок недостаточно для обеспечения необходимой пропускной способности на обработке вагонов.

В данном случае не удовлетворяется ни одно из выше перечисленных условий, следовательно, потребности в организации тыловых перегрузочных установок на причале не возникает.

Как итог расчёта пропускной способности причального фронта по всем схемам перегрузки можно отметить, что фронтальная перегрузочная линия состоит из одного портального крана, обеспечивающего необходимую интенсивность работы причала.

**9.Расчёт показателей перегрузочного процесса**

Расчёт трудозатрат, производительности труда, и выработки члена комплексной бригады, а также времени занятости машин на переработке навигационного грузооборота производится по следующим зависимостям:

1) Время занятости перегрузочных машин в машино-часах:

,

где  - доля навигационного грузооборота, выполняемая фронтальными перегрузочными машинами по соответствующему варианту перегрузки:

* + по схеме «вагон-склад»:
  + по схеме «вагон-судно»: 

 - производительность фронтальной перегрузочной установки:

 т/ч («Сокол» 16/20/32т).

 т/ч (40181).

Имеем:

 машино-часов.

 машино-часов.

2) Норма выработки члена комплексной бригады:

,

где ч – средняя продолжительность оперативного времени работы в смену;

 - численный состав комплексной бригады, обслуживающей одну технологическую линию на соответствующих вариантах работ:

- по схеме «вагон-склад»: один крановщик , два стропальщика на кран для обслуживания открытого склада, два водителя погрузчика для обслуживания открытого склада; всего кранов – 1; итого  =5 человека;

- по схеме «вагон-судно»: один крановщик, два стропольщика на крана, два стропольщика для обслуживания трюма судна; итого =5 человек.

Получим:

 ;

.

Трудозатраты на переработке навигационного грузооборота:

,

Все значения известны, следовательно:

 чел-смену;

 чел-смену.

Производительность труда:

,

Имеем:

.

Результаты расчётов показателей перегрузочного процесса приводим в табличной форме:

Таблица 1

Показатели перегрузочного процесса

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Технологическая схема перегрузки по вариантам работ | Навигационный объём переработки по соответствующему варианту , т | На i-тую технологическую линию | | | Время занятости перегрузочных машин,  машино-ч. | Трудозатраты,  чел-смену |
| Производите-  льность ведущей машины, т/ч | Числен-ность бригады, чел | Норма выработки, т/чел-смен. |
| 1. Вагон-склад | 200000 | 28 | 5 | 36,4 | 7143 | 5494,5 |
| 2.Вагон- судно | 50000 | 71 | 5 | 92,3 | 704 | 541,7 |
| =7847 машино-ч. | | =6036,2 чел-смену | |

**Раздел 2. Расчёт грузозахватного устройства**

**1.Расчет грузозахватного приспособления крана**

* 1. Общие сведения о грузозахватном приспособлении

Перегрузку листового металла без упаковки осуществляем с помощью съемного грузозахватного приспособления . Данный способ отличается простотой осуществления и надежностью. СГП состоит из строп, оснащенных комплектом захватов для листовой стали.

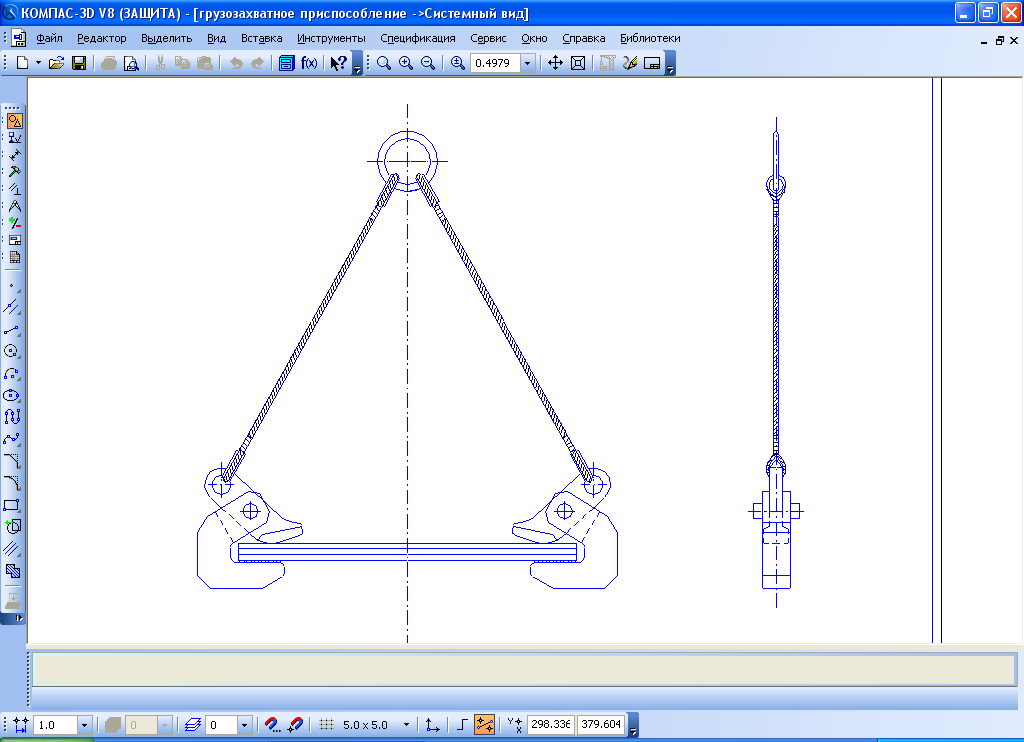
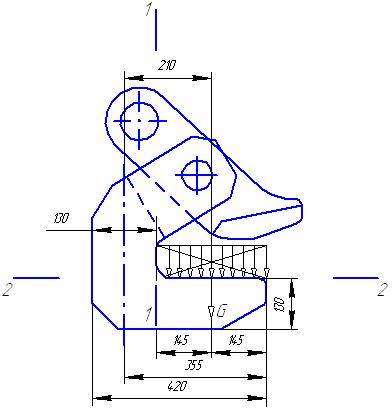


Рис.1. Съемное грузозахватное приспособление для перегрузки листового

металла без упаковки

1.2 Расчет захвата

Ручной захват имеет конструкцию, представленную на рис. 2. Материал захвата сталь Ст3, для которой предел прочности на растяжение МПа.



*Рис. 2*

Проведем проверку захвата на прочность по допускаемым напряжениям:

.

Определим допускаемое напряжение по формуле:

МПа,

где  - коэффициент запаса прочности на растяжение.

Действительные напряжения будем рассчитывать по формуле:

,

где кН – вес, действующий на ручной захват.

Сечение 1-1:

кН·мм,

где мм – расстояние от края захвата до приложения нагрузки (см. рис.2).

мм2,

мм3.

Получим:

МПа < 105МПа.

Условие прочности выполняется.

Сечение 2-2:

кН·мм,

где мм – расстояние от оси сечения захвата до приложения нагрузки (см. рис.2).

Параметры *А* и *W* те же, что и в сечении 1-1.

Имеем:

МПа < 105МПа.

Условие прочности выполняется.

1.3 Расчёт и выбор стропов

1.3.1 Расчет строп

Грузоподъемность стропа должна соответствовать усилию, которое на него передается от веса поднимаемого груза. Угол между ветвями стропов не должен превышать .

Для стропов применяют стальные канаты средней гибкости с органическим сердечником конструкции  с временным сопротивлением разрыву 1400-2000 Мпа по ГОСТ 3079-80. При отсутствии канатов средней гибкости допускается применение относительно жестких канатов с органическим сердечником конструкции с временным сопротивлением разрыву 1400-2000 Мпа по ГОСТ 2688-80. Для канатных стропов, поставляемых в районы с холодным климатом необходимо применить относительно мягкие канаты.

Определим разрывное усилие каната по формуле:

,

где к - коэффициент запаса прочности; к=6 (стр. 8. [6])

S- нагрузка, действующая на канат.

Усилие в ветви стропа:

, где

- вес поднимаемого груза;

- число ветвей стропа;

- расчетный коэффициент неравномерности погрузки на ветвь

(при n=1;2 k=1, при n=4;8 k=0,75).

Принимаем b=1 м, l=2,6 м, h=1,3 м



Разрывное усилие каната:



Принимаем k=6



По полученному разрывному усилию подбираем стропы.

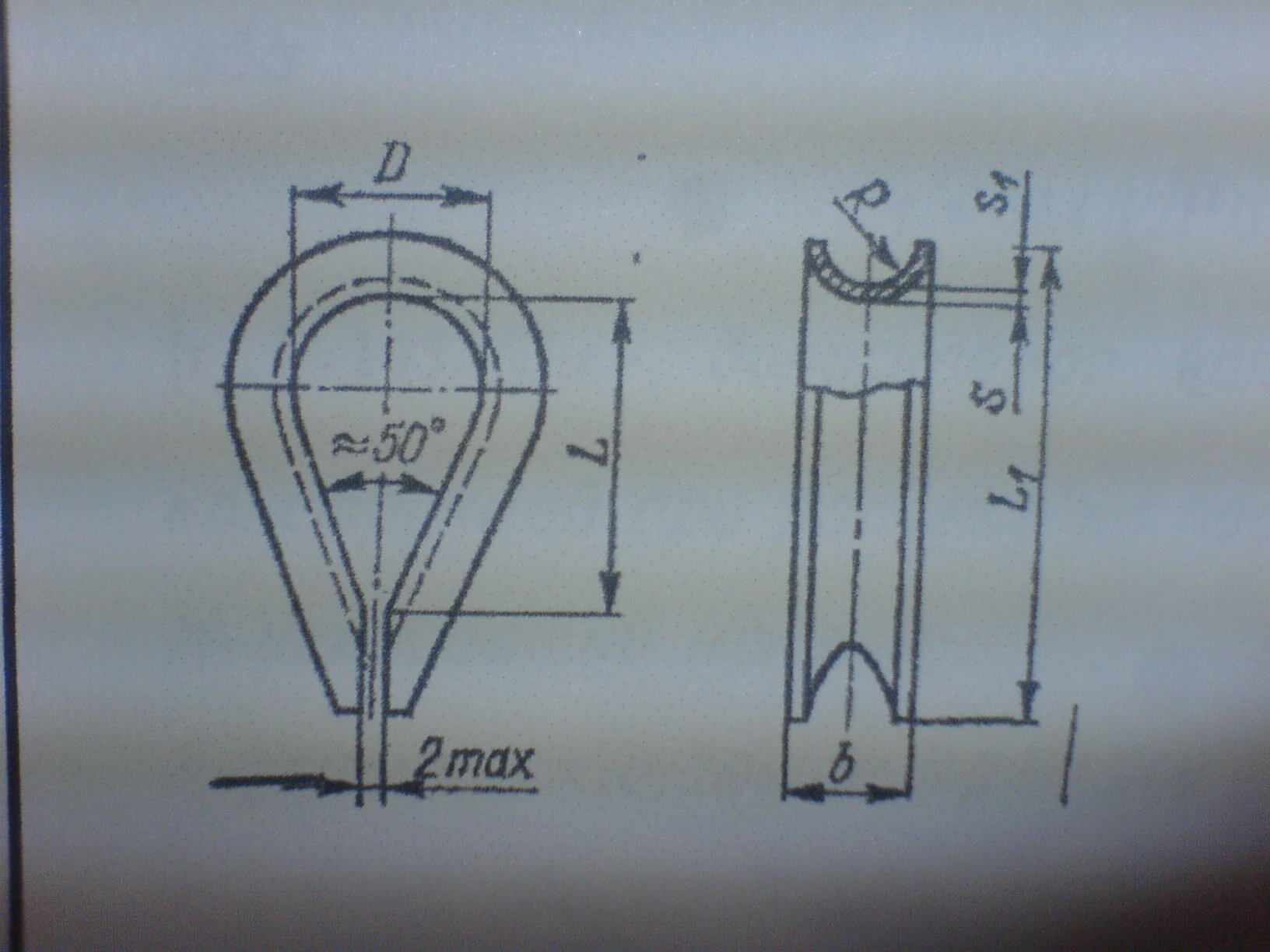
В качестве строп рекомендуется использовать  и  типа ЛК-РО 6х36(1+7+7/7+14)+1о.с.

1.4 Выбор стандартных звеньев

1.4.1 Подбор коушей

Для крепления строп с крюком используем коуши в количестве 4 штук

Коуш 75 ГОСТ 2224-72



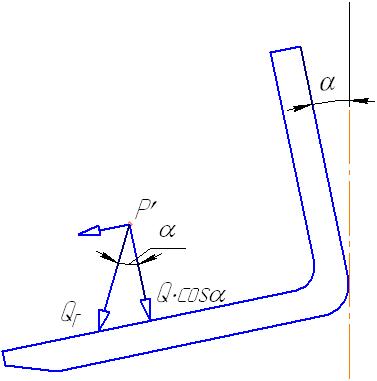
B=38мм; L=125мм; L1=190 мм; R=15мм; S=5мм; S1=19мм; m=0,97кг.

**2.Расчет грузозахватного приспособления погрузчика «Komastu»**



#### Рис. 3 Автопогрузчик «Komastu»

2.1 Расчет лапчатых устройств



#### Рис.4 Силы, действующие на лапчатые ГУ

#### При транспортировании груза на лапчатом ГУ может возникнуть опасность его соскальзывания (рис. 4) под действием силы Р´, которая достигает наибольшего значения при внезапном торможении движущегося лапчатого ГУ с грузом. Ограничивающимся фактором, предотвращающим соскальзывания груза, является наклон лап назад. При наклоне их вперед сила, вызывающая скольжение груза вдоль лап.

,

где µ- коеффициент трения скольжения между лапами и грузом (при скольжении стали по стали µ =0,2); QГ- вес груза; α- угол наклона лап вперед.

 кН

Сила, вызывающая соскальзывание груза при торможении

,

 кН

Суммарная сила

,



где j- ускорение (замедление) при торможении; g- ускорение свободного падения.

#### Чтобы не произошло соскальзывания груза при внезапном торможении, должно соблюдаться условие Р<0.

Условие выполнено: -1,61<0

#### Список используемой литературы

1. Ветренко Л.Д., Ананьина В.З., Степанец А.В. Организация и технология перегрузочных процессов в морских портах: Учебник для ВУЗов. - М.: Транспорт, 1989. – 270 с.
2. Блидман А.Ф., Прохоров А.Г. Технология перегрузочных работ в речных портах. – М.: транспорт, 1990. – 166 с.
3. Кривцов И.П. Погрузочно-разгрузочные работы на транспорте: (В примерах и задачах). – М.: Транспорт, 1985. – 200 с.
4. Общие и специальные правила перевозки грузов С-П, ЦНИИМФ, 1996.
5. Турпищева М.С. Технология перегрузочных работ/ Методические указания к выполнению курсового проекта. – Астрахань: Изд-во АГТУ, 1999. – 50 с.
6. Вайнсон А.А., Андреев А.Ф. Крановые грузозахватные устройства. Справочник. – М., Машиностроение, 1982. – 304 с.

7. Нормативы времени на перегрузочные работы, выполняемые в речных портах и на пристанях