Курсовая работа

### «Оптимальная загрузка складов и транспортных средств»

# 

# ***Содержание:***

*Введение. Задачи проектирования*

# *Транспортная характеристика заданных грузов*

# *Формирование пакетов из заданных грузов*

1. *Определение валовой нагрузки:*
   1. *Расчет эксплуатационной нагрузки*
   2. *Расчет оптимальной площади основания штабеля*
   3. *Расчет валовой нагрузки*
2. *Оптимальная загрузка складов*
3. *Оптимальная загрузка транспортных средств:*
   1. *Загрузка грузового отсека судна*
   2. *Загрузка смежных видов транспорта*
4. *Расчет критериев рациональной загрузки складов и транспортных средств*
5. *Определение целесообразности вентиляции помещений на переходе*

*Заключение*

*Литература*

# ***ВВЕДЕНИЕ***

1. Влияние транспортных характеристик грузов на обеспечение сохранности и безопасности транспортировки.

С того момента как товар предъявлен к перевозке, он приобретает новое качество – становится грузом. При превращении товара в категорию груза для транспорта не имеет значения ряд товарных характеристик (потребительских свойств) груза, но появляется необходимость изучения и учета его транспортных характеристик.

Транспортная характеристика груза – совокупность свойств грузов, определяющих условия и технику его перевозки, погрузки и хранения.

В понятие «транспортная характеристика» груза входят: объемно-массовые характеристики, режимы хранения, физико-химические свойства, особенности упаковки и тары, а также некоторые товарные свойства.

Свойства груза и его транспортные характеристики взаимосвязаны с техникой перевозки. В последние годы форма предъявления грузов к перевозке в значительной степени повлияла на специализацию флота. В настоящее время строят не только танкеры, лесовозы, хлопковозы, рефрижераторные суда и суда для генеральных грузов, но и специализированные суда – автомобильные паромы, суда для перевозки древесной щепы, пульпы, рудных концентратов, химических грузов и газовозы. В связи с чем предъявляют новые требования к конструкции портового оборудования и перегрузочной техники. (6, с.26)

Совокупность конкретных количественных и качественных показателей транспортных характеристик образует понятие «транспортабельное состояние». Сохранность груза и безопасность его транспортировки обеспечиваются, если груз предъявляется к перевозке в транспортабельном состоянии. Признаками такого состояния является то, что:

* груз находится в кондиционном состоянии;
* груз соответствует стандартам и условиям морской транспортировки;
* груз имеет исправную тару, упаковку, замки, пломбы, контрольные ленты, маркировку;
* груз надежно защищен от воздействия влаги, запахов, пыли;
* нет признаков порчи груза.

Поскольку объектом данной курсовой работы являются генеральные грузы, приводим основные транспортные характеристики данных грузов.(1, с.9)

К основным транспортным характеристикам генеральных грузов относятся: возможность смещения под воздействием качки и вибрации; возможность возгорания, взрыва, неблагоприятного воздействия на людей и окружающую среду (токсичность, радиационное излучение); потеря качества и порча от воздействия влаги, пыли, загрязнений, теплоты, коррозии, испарений и различных бактерий; выделение влаги, пыли, теплоты и запахов; необходимость поддержания определённых режимов перевозки (температурных, вентиляционных, влажностных); ограниченная высота штабелирования (в числе ярусов или в метрах).

Для большинства генеральных грузов высота штабелирования соизмерима с высотой твиндека, но при укладке груза в трюм следует учитывать, сколько ярусов груза можно уложить по высоте.

При погрузке в один трюм следует размещать грузы нейтральные по своим специфическим свойствам, в трюме поддерживать режим, наиболее благоприятный для всех принятых к перевозке грузов.

При погрузке генеральных грузов на судно их сохранность может быть обеспечена в том случае, если специфические свойства одних грузов не окажут вредного воздействия на свойства других.(6, с.69)

2.Цель работы.

Цель данной курсовой работы – приобрести навыки сознательного учета транспортных характеристик грузов при решении задачи оптимального использования грузовых помещений судов, портовых складов и наземных транспортных средств.

Курсовая работа предполагает решение конкретных задач по формированию пакетов из заданных грузов; определению валовой нагрузки; оптимальной загрузке складов, транспортных средств; расчету критериев рациональной загрузки складов и транспортных средств; определению целесообразности вентиляции помещений на переходе.

При решении этих задач необходимо знание и умение применения: а) транспортных характеристик грузов и оценки их влияния на технологию перегрузки, хранения и перевозки грузов; б) основных показателей и измерителей работы портовых складов; в) критериев оптимальной загрузки грузовых помещений судов, складов, наземных транспортных средств; г) современных математических методов анализа и оптимизации загрузки складов и транспортных средств.

***1. ТРАНСПОРТНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАДАННЫХ ГРУЗОВ***

Согласно заданию по шестизначному коду приводим описание продовольственного груза.

СОХ 092 – скоропортящиеся грузы не требующие воздухообмена, охлажденные, группа 09, подгруппа 2.

Это мясокопчености (окорок, грудинка, корейка, копченые языки и др.) в деревянных ящиках. Удельный погрузочный объем – 1,8 м3/т

Мясопродукты предъявляются к морской транспортировке в охлажденном состоянии.

Под каждую партию груза отправитель должен предоставить удостоверение о качестве и ветеринарное свидетельство, выданное органами ветнадзора. В удостоверении о качестве должен быть указан срок хранения (или транспортировки). Этот срок должен быть не менее времени, которое необходимо для доставки груза в порт назначения, включая перегрузки, в том числе и рейдовых пунктах. При перевозке продуктов из свинины грузоотправитель, корме упомянутых документов должен предоставить удостоверения о выполнении трихиноскопии.

Согласно требованиям Государственных стандартов данные грузы должны хранится не более 1 месяца при температуре от 7 до 9 °C и относительной влажности 75 % и не более 4 месяцев при температуре от 0 до 4 °C и относительной влажности 75 %.

Мясопродукты укладываются в чистые сухие дощатые неразборные ящики размером 530×300×310. При отгрузке мясных грузов в районы Крайнего Севера и труднодоступные районы тара и упаковка должны соответствовать требованиям ГОСТ 15846-79.

Мясные грузы допускаются к перевозке только рефрижераторным тоннажем: рефрижераторными судами или сухогрузными судами, имеющими рефрижераторные помещения.

Мясные грузы принимаются счетом мест без перевески. В портах, не имеющих холодильника или холодильного склада, переработка мясных грузов осуществляется только по прямому варианту: «вагон/автомобиль – борт судна», «борт судна - вагон/автомобиль». Во время погрузки администрация судна может проверить качество груза по внешнему виду и во всех сомнительных случаях может вызвать для этой цели соответствующие контролирующие органы.

При перевозке мясных грузов в ящиках на судах с горизонтальной системой вентиляции следует между переборками и штабелем оставлять свободное пространство не менее 150 мм для нормальной аэрации груза.

Во время загрузки судна необходимо следить за равномерностью укладки груза по всей площади грузовых помещений. Верхняя поверхность штабеля должна отстоять от подволока не менее чем на 50 мм.

Применение подтоварников необходимо только в случае, если судно не имеет решетчатого настила.

Сепарацию отдельных коносаментных партий следует производить предварительно охлажденными пластиковыми сетками и химически очищенными старыми рыбацкими сетями, рейками. Использование для этой цели бумаги, брезента и других подобных материалов, затрудняющих нормальный ток воздуха, при перевозке на судах с воздушной системой охлаждения запрещается.

На совместную перевозку мясных грузов разных наименований, требующих различного режима перевозки, необходимо согласие грузоотправителя.

Во время перевозки мясных грузов в рефрижераторных трюмах (как и в рефрижераторных контейнерах, лихтерах) должен постоянно поддерживаться температурно-влажностный режим, указанный выше.

В зависимости от длительности перевозки, особенностей подготовки груза и других причин требования по поддержанию необходимого температурно-влажностного режима могут быть уточнены грузовладельцем (или фрахтователем) и выданы перевозчику в письменном виде.

Разница температур входящего и удаляемого из грузовых помещений воздуха при установившемся режиме не должна превышать 1 °C.

При перевозке мясокопченостей помимо поддержания температурно-влажностного режима, требуется создать циркуляцию воздуха в грузовом помещении. На судах с батарейной системой охлаждения для этой цели могут быть использованы подволочные (или переносные) вентиляторы, обеспечивающие кратность циркуляции 6-12 обмен/ч.

Благодаря большому содержанию воды в тканях непрерывно протекают ферментативные процессы; грузы подвержены деятельности микроорганизмов. При пониженных, а тем более отрицательных температурах действие этих факторов замедляется, однако пренебрегать ими нельзя, особенно это касается обсемененности микроорганизмами. Именно этим объясняются довольно жесткие требования санитарных властей к чистоте помещений и груза.

Мясные грузы подвержены естественной убыли массы, или усушке. На поверхности продукта непрерывно происходит процесс, аналогичный сублимационной сушки, в результате чего влага, находящаяся в тканях в твердом состоянии, переходит в газообразное.

Процесс усушки – неизбежное, хотя и нежелательное явление: помимо того, что уменьшается масса продукта, значительно ухудшаются качественные характеристики, особенно в поверхностном слое.

Интенсивность усушки зависит от ряда факторов, действие которых перевозчик не может предотвратить: наличие и вид упаковки (чем менее проницаема упаковка, тем меньше усушка); продолжительность рейса (чем больше время нахождения на борту судна, тем больше усушка); вид перевозимого мяса (более жирное мясо усыхает меньше); система охлаждения грузовых помещений (на судах с воздушной системой охлаждения усушка из-за наличия движения воздуха на 50-60 % больше, чем на судах с батарейным охлаждением); размер грузовых помещений (чем больше грузовые помещения, тем усушка меньше). Кроме перечисленных факторов, на интенсивность усушки влияют многочисленные факторы, действие которых перевозчик в состоянии значительно уменьшить. К ним относятся: плотность укладки груза (чем плотнее уложен груз, тем меньше усушка); степень заполнения грузовых помещений (чем больше заполнено грузовое помещение однородным грузом, тем меньше усушка); наличие теплопритоков (чем меньше теплопритоки и чем более короткое время они действуют, тем меньше усушка); точность поддержания температурно-влажностного режима перевозки (чем строже выдерживается режим перевозки, тем меньше колебания параметров воздуха в трюмах, тем меньше усушка).

Мясокопченности легко воспринимают посторонние запахи, что определяет невозможность их совместимости со многими видами груза. (4, с.57-61)

Данные по остальным расчетным грузам представлены в таблице.1

*Таблица1.1. Транспортная характеристика и технические условия хранения, перегрузки и перевозки заданных грузов.*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Показатели*** | ***Наименование грузов*** | | | | |
| Нитролаки | Рыба вяленая | Хлопок малопрессованный | Графит | Балка двутавровая №27 |
| 1.Нименование груза | Нитролаки | Рыба вяленая | Хлопок малопрессованый | Графит | Балка двутавровая №27 |
| 2. Вид тары | ящики деревянные | мешки тканевые | кипы | бочки | —— |
| 3.Краткая характеристика физико-химических свойств грузов | Легковоспламеняющиеся жидкости со средней температурой вспышки от -18 до 23 °C в открытом тигле и от -13 до 27 °C в закрытом тигле. Основное опасное свойство – легкая воспламеняемость паров от любого внешнего источника (открытого огня, искры, электрического разряда и т.д.). Выделяемые пары имеют наркотическое действие и продолжительное вдыхание этих паров может привести к потере сознания. Глубокий или продолжительный наркоз может привести к смерти. (5, с.84 ). | Скоропортящийся продукт, довольно стойкий при хранении. Благодаря невысокому содержанию влаги и наличию соли подавляется жизнедеятельность микроорганизмов и активных ферментов. Подвержен усушке, так как вследствие контакта с окружающей средой теряет содержащуюся в нем влагу. Обладает специфическим запахом, а также интенсивно «впитывает» посторонние запахи. (4, с.67) | Большой удельный объем, легкая горючесть, гигроскопичность, легкая горючесть, подверженность самонагреванию, низкая теплопроводность, значительная теплоемкость. По условиям морской перевозки хлопок относится к опасным грузам. Кондиционная влажность составляет 8-13 %. В результате намокания хлопок плесневеет и подвергается самонагреванию. Самовозгорание увлажненного хлопка происходит в результате окисления кислородом воздуха. Хлопок чрезвычайно пылеемкий груз. При перевозке с пылеобразующими грузами он быстро теряет свои свойства. Под влиянием высоких температур или при вентиляции сухим воздухом хлопок теряет свою эластичность и становится ломким и жестким. Способен незаметно тлеть несколько суток и потом вызывать пожар. Тление и пожар могут быть вызваны искрой. Особенно опасен контакт хлопка с жирами и маслами. Обволакивая волокна, жир или масло резко увеличивает площадь соприкосновения с воздухом. Особенно опасны льняное масло, прогорклые жиры и минеральные масла с примесью серы и парафина. (1, с.197) | Серо-черная, жирная на ощупь, чешуйчатая, очень мягкая масса с металлическим блеском. Атомы углерода связаны в плоские слои, между которыми существуют очень слабые связи, рвущиеся при незначительной нагрузке. При комнатной температуре и нормальном давлении термодинамически стабилен. Устойчив к щелочам и кислотам, медленно окисляется только очень сильными окислителями (например, хромовая смесь). Нерастворим в обычных неорганических и органических растворителях, но растворяется в некоторых расплавленных металлах (железо, никель). Электропроводен. В отсутствие кислорода выдерживает нагревание до высоких температур. В сухом состоянии сильно пылит. Подвержен распылению. | Малый удельный погрузочный объем, большая длина. Груз подвержен действию коррозии и окислителей (органических и неорганических). Выдерживает действие высоких температур. |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Показатели*** | ***Наименование грузов*** | | | | |
| Нитролаки | Рыба вяленая | Хлопок малопрессованный | Графит | Балка двутавровая №27 |
| 4.Технические условия хранения. | К погрузке принимаются жидкости заблаговременно налитые в тару, герметически укупоренные и простоявшие на складе не менее трех суток. Тара для перевозки должна быть изготовлена и укупорена так, чтобы в обычных условиях морской транспортировки она защищала содержимое от внешних источников воспламенения. Тара не должна быть полностью наполнена, чтобы предотвратить течь или деформацию тары, вызванную расширением содержимого при возрастании температуры во время перевозки. Во всех случаях тара должна быть наполнена жидкостью не более чем на 95 % объема. (5, с.48-49) | Оптимальным режимом хранения является следующий:  t° воздуха от –5 до -8 °C, относительная влажность 70-80 %. Допустимая высота укладки – до 10 ярусов. Высота укладки ограничивается нагрузкой, которую могут выдержать мешки в нижних ярусах. Нижний ярус должен укладываться на подтоварник или поддоны. Груз допускается к хранению на обычных складах в течение всего года. Хранение на открытых площадках запрещается. Совместное хранение рыбных грузов с другими пищевыми продуктами не допускается во избежание восприятия последними не свойственного им запаха. (3, с.380, 389) | Хлопок упаковывают в стандартные кипы и стягивают поверх металлической проволокой или лентой. Стяжка должна быть такой, чтобы металлические пояса не выступали над поверхностями кипы. Это делается для того, чтобы избежать образования искр от трения кип. Кипы должны быть крепкими и чистыми, без следов подмочки и масляных пятен. Запрещается использовать масляные краски для маркировки хлопка, принимать кипы с поврежденными лентами-стяжками. Во избежание трения укладка кип должна быть максимально плотной. Кипы укладываются плашмя ровными рядами. В последнем (верхнем) ярусе рекомендуется укладывать кипы стоймя, если такая укладка экономит место. (1, с.197 ) | Груз допускается к хранению на обычных складах в течение всего года. Бочки внутри должны быть переложены бумагой. Высота штабелирования груза ограничивается нагрузкой, которую способны выдержать бочки в нижних ярусах. Укладывается груз горизонтально или вертикально, в зависимости от его характера и применяемой технологической схемы. В складских помещениях необходимо поддерживать определенную влажность воздуха, без резких колебаний, так как груз гигроскопичен. (6, с.85) | При хранении в портах груз укладывается отдельными партиями соответственно маркам и грузовым документам, при этом необходимо следить за состоянием груза, не допуская его ржавления или окисления. Нельзя рядом кислоты, щелочи соли. Груз следует защищать от атмосферных осадков брезентом. При начавшемся ржавлении металл следует очищать от ржавчины и смазывать защитными смазками. (7, с.119) |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Показатели*** | ***Наименование грузов*** | | | | |
| Нитролаки | Рыба вяленая | Хлопок малопрессованный | Графит | Балка двутавровая №27 |
| 5.Технические условия перевозки | На грузовом судне в любом грузовом помещении может быть погружено не более 150 т или 50 % вместимости помещения. Груз должен храниться в прохладном месте. Необходимо защищать груз от тепла, исходящего от переборок или других источников, укладывать его вдали от всех источников тепла, искр, пламени и т.п. Для удаления из грузовых помещений легковоспламеняющихся паров должна быть предусмотрена соответствующая вентиляция. Жидкость укладывают вдали от жилых помещений и помещений для пассажиров для предотвращения пожарной опасности и опасности отравления людей наркотическими газами, которые могут выделяться из груза. Должны быть предприняты меры, чтобы предотвратить проникновение жидкости или паров в любую другую часть судна. Перевозимые на палубе жидкости укрываются брезентами, все время поддерживаемыми во влажном состоянии. Трюмы с переборками, в которых проделаны отверстия к прилегающим трюмам, не должны использоваться для укладки груза, пока эти отверстия не будут тщательно закрыты и трюм не будет газонепроницаемым или же смежный трюм не будет использован для укладки этого груза. Укладка груза под палубой должна производиться сплошными рядами, занимающими по площади все помещение, отведенное для погрузки, с тем, чтобы верхние ряды не могли перемещаться при качке судна. Для сохранения устойчивости груза необходимо в достаточном количестве применять прокладочный и сепарационный материал. При перевозке в больших количествах груз должен быть уложен вдали от легковоспламеняющихся твердых веществ и твердых едких веществ; отдельно от газов, окисляющих веществ, радиоактивных веществ, жидких едких веществ; в другом отсеке от хлопка и других волокнистых грузов, каменного угля; через отсек от взрывчатых веществ и органических перекисей. Груз не должен укладываться на палубе над теми веществами, от которых при укладке под палубой они должны быть отделены как несовместимые. (5, с.50) | Для перевозки используются как рефрижераторные, так и нерефрижераторные суда, имеющие специальные устройства для обеспечения сохранности перевозимых ими продуктов. Для перевозки лучше использовать суда с батарейным охлаждением, так как при перевозке на судах с воздушным охлаждением вследствие усушки возникают значительные потери массы, превышающие нормы естественной убыли. При этом одновременно с увеличением весовых потерь происходит связанное с усушкой улучшение качества груза. Рыбопродукты, имеющие признаки ослизнения, увлажненную поверхность и посторонний запах, к перевозке не допускаются. Грузовые места с рыбопродуктами, на таре которых обнаружены следы течи, подтеки, а также места с нарушенной целостью тары к перевозке не допускаются. Необходимо в процессе перегрузки предохранять груз от загрязнения. Запрещается погрузка в те помещения судна, в которых перевозятся грузы, опасные в санитарном отношении (старое тряпье, кожсырье, шерсть и т.п., химические ядовитые и другие вредные для здоровья вещества), а также в трюмы, окрашенные лаками и красками, имеющими резкий запах. Грузы нельзя укладывать непосредственно на слань (пайол) трюма. Под первый нижний ряд укладывают настил из чистых сухих досок, поверх которого расстилается брезент для сбора сметок. Сепарацию отдельных коносаментных партий следует производить предварительно охлажденными пластиковыми сетками или старыми рыболовными сетями, прошедшими химическую чистку. Доски под мешки рекомендуется располагать крест-накрест. В грузовых помещениях судна мешки укладываются плашмя в длину «мешок на мешок» или «в полмешка», образуя штабеля, которые должны укладываться поперек судна от бортов и поперечных переборок к центру трюма. Крайние бортам мешки следует укладывать поперек судна, чтобы вблизи бортов оказались только концы мешков. Отстояние штабеля от переборок 100-150 мм, от подволока 200-400 мм, к бортам штабель прилегает вплотную. При перевозке на универсальных судах требуется наличие вентиляционных каналов шириной 100-150 мм на всю высоту штабеля. Кратность циркуляции воздуха на рефрижераторных судах – 1-2 обмен/ч и 3-5 обмен/ч на универсальных судах. Время пребывания в пути груза при перевозке на обычных нерефрижераторных судах не должно превышать 15 сут., а в холодное время года – 45 сут. (3, с.67-70) | Механизированную загрузку подпалубных пространств грузовых помещений осуществляют с помощью погрузчиков, оборудованных боковыми захватами или вилочными захватами со сталкивателем. Перегрузка хлопка стальными стропами и стальными сетками воспрещается. Трюмы до начала погрузки должны быть очищены, просушены и провентилированы. После перевозки жиров и масел грузовые помещения под хлопок моют горячей водой с расворителями. Если в трюме есть источники тепла, то их следует оградить деревянными щитами, отстоящими от них не менее чем на 10 см. Электропроводка должна быть в полной исправности, а все подпалубные фонари защищены сетками. Переносные лампы должны быть в исправной герметической арматуре и иметь напряжение не более 100 В. Штепсельные коробки располагают вне трюма. Суда перевозящие хлопок, оборудуют системой углекислотного и парового пожаротушения. Когда начинают грузовые работы, все средства пожаротушения приводят в готовность, шланги разносят по палубе. Вентиляторы реокмендуется держать закрытыми. Во время морской перевозки систематически проверяют состояние температуры в трюмах, и при хорошей погоде производят их вентиляцию. (6, с.87) | В трюмах укладка бочек ведется от диаметральной плоскости к бортам продольными рядами (линиями), следующими друг за другом. Укладку можно вести с двух концов трюма одновременно. Уложенные таким образом бочки составляют первый ярус, расположенный параллельно пайолу. Каждая бочка первого яруса должна опираться на подкладки из мягкого дерева сечением 50×50 мм с таким расчетом, чтобы ее средняя часть не опиралась на пайол, а была свободно подвешенной. Донышки бочек в соседних рядах должны точно совпадать между собой. При этом продольные ряды должны быть прямыми, а боковые не следовать кривизне бортов судна. Если в процессе укладки конструкция трюма не позволяет нормально уложить бочку, то это место пропускается. Все образовавшиеся по бортам и в углах пустоты должны быть заполнены сепарацией, чтобы выровнять поверхность яруса и не допустить сдвига груза в боковом направлении. Подвижка штабеля приводит к серьезным повреждениям груза в результате его раздавливания.Каждую бочку второго яруса выпуклой частью укладывают в углубление между четырьмя бочками первого яруса. После укладки второго яруса снова заполняют сепарацией свободные пространства. Невыполнение этого условия приводит к повреждению бочек нижнего яруса, выступающих из ряда, вследствие чрезмерного давления на них верхних рядов. Груз укладывается «под забой». Все бочки должны быть уложены пробками вверх. Запрещается перевозка груза с пылеемкими грузами, а также грузами, выделяющими влагу. (6, с.85-86) | При застропке, во избежание выскальзывания груза из стропа, следует подкладывать деревянные прокладки (закуску), которые должны хорошо обжиматься стягивающим стропом. Между отдельными рядами и подъемами должны быть уложены деревянные прокладки, иначе в порту выгрузки будет невозможно завести строп, что затруднит выгрузку. Погнутые, или поврежденные грузы к перевозке не принимаются, так как они затрудняют укладку последующего груза и его крепление.  Покрытые коррозией грузы к перевозке не допускаются. (6,с.99) |

Объемно-массовые характеристики грузов указаны в таблице 1.2.

*Таблица 1.2. Объемно-массовые характеристики грузов*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Показатели*** | ***Наименование грузов*** | | | | |
| Нитролаки | Рыба вяленая | Хлопок малопрессованый | Графит | Балка  двутавровая №27 |
| 1.Шифр груза | 28 | 93 | 105 | 186 | 231 |
| 2.Наименование грузов | Нитролаки | Рыба вяленая | Хлопок малопрессованый | Графит | Балка  двутавровая №27 |
| 3. Вид тары | ящики деревянные | мешки тканевые | кипы | бочки | —— |
| 4. Масса места брутто, кг (gм) | 45 | 50 | 190 | 300 | 378 |
| 5. Размеры места (длина lм; ширина bм; высота hм), см | 60×40×32 | 85×45×19 | 109×74×55 | 65×80 | 1200×12,5×27 |
| 6.Габаритный объем места,м3 (Vм) | 0,077 | 0,073 | 0,444 | 0,265 | 0,405 |
| 7.Удельный объем места, м3/т (Uм) | 1,7 | 1,46 | 2,34 | 0,88 | 1,07 |
| 8. Коэффициент трюмной укладки | 1,14 | 1,11 | 1,4 | 1,55 | 0,66 |
| 9.Удельный погрузочный объем, м3/т (U) | 1,9 | 1,54 | 3,4 | 1,47 | 0,71 |

На основании табл.1.1 составляется таблица 1.3.

*Таблица 1.3. Таблица совместимости грузов*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Грузы снизу*** | ***Грузы сверху*** | | | | |
| Нитролаки | Рыба вяленая | Хлопок малопрессованый | Графит | Балка  двутавровая №27 |
| Нитролаки |  | 4 | 4 | 3 | 3 |
| Рыба вяленая | 4 |  | 3 | 3 | 3 |
| Хлопок малопрессованый | 3 | 2 |  | 4 | 3 |
| Графит | 1 | 1 | 4 |  | 1 |
| Балка  двутавровая №27 | 1 | 1 | 1 | 1 |  |

1 – совмещение в грузовом помещении без ограничений при наличии сепарации, т.е. возможна послойная укладка грузов;

2 – (*«вдали или рядом»*) – грузы совместимы в одном помещении, но между ними нейтральный груз или расстояние 3 м.

3 – (*«в другом помещении»*) - грузы должны быть разделены переборкой или палубой;

4 – (*«в другом отсеке»*) – грузы должны быть разделены переборкой. (1, с.124)

***2. ФОРМИРОВАНИЕ ПАКЕТОВ ИЗ ЗАДАННЫХ ГРУЗОВ***

Большинство грузов в мелкой таре хранят и перерабатывают в портах в пакетированном виде. Поэтому в данной работе целесообразно произвести расчет по формированию пакетов из заданных грузов. Пакеты формируются на стандартных поддонах 1600×1200×180 мм, массой 80 кг и грузоподъемностью 2 т.

Для определения оптимального размещения мест на поддоне руководствуемся соотношением линейных размеров места груза и поддона. При формировании пакета груз не должен выступать за кромку поддона более, чем на 50 мм; незагруженные кромки поддона должны быть минимальны по размеру.

По высоте пакет не должен превышать 1,8 м (Hmax). Масса пакета с поддоном не должна превышать 1,8 т (Gmax).

Приводим описание расчета для нитролаков в ящиках деревянных:

1. Средство пакетизации – поддон;
2. np – число мест в первом слое, шт.

np = 8 шт.;

3. nh′ - число слоев (рядов) по высоте, исходя из max массы пакета, шт.

nh′ = (Gmax – gпод) / (gм·np ),

nh′ = (1,8 – 0,08) / (0,045·8) = 4 шт.,

gпод – масса поддона, т

Значение nh′ равно целой части результата деления;

4. nh″- число слоев (рядов) по высоте, исходя из max высоты пакета, шт.

nh″= (Hmax – hпод) / hм,

nh″= ( 1,8 – 0,18) / 0,32 = 5 шт.,

hпод – высота поддона, м

Значение nh″ равно целой части результата деления;

5. nh – искомое число слоев (рядов) по высоте пакета, шт.

nh = min { nh′;nh″},

nh = min { 5;4} = 4 шт.;

6. n –общее количество мест в пакете, шт.

n = np· nh ,

n = 4·8 = 32 шт.;

7. gп′ – масса пакета без поддона, т

gп′ = n·gм ,

gп′ = 32·0,045 = 1,44 т;

8. gп – масса пакета с поддоном, т

gп = gп′ + gпод ,

gп = 1,44 + 0,08 = 1,52 т;

9. hп – высота пакета с поддоном, м

hп = nh·hм + hпод,

hп = 4·0,32 + 0,18 = 1,46 м;

1. lм× bм – габаритные размеры пакета, м

Для данного груза габаритные размеры пакета совпадают с габаритными размерами поддона:

1,6×1,2 м;

1. Руд – удельная нагрузка на пол склада, создаваемая одним пакетом, т/м2

Руд = gп / (lм· bм ·Кукл),

Руд = 1,52 / (1,6· 1,2 ·1,15) = 0,688 т/м2 ,

Кукл – коэффициент укладки, Кукл = 1,15.

Расчеты по всем грузам приведены в табл. 2.1

*Таблица 2.1. Формирование пакетов из заданных грузов*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Элементы расчета*** | ***Наименование грузов*** | | | | |
| Нитролаки | Рыба вяленая | Хлопок малопрессованый | Графит | Балка  двутавровая №27 |
| 1.Средство пакетизации | поддон | поддон | поддон | поддон | связка |
| 2.Число мест в первом слое,np, шт. | 8 | 4 | 2 | 4 | 3 |
| 3.Число слоев по высоте, исходя из max массы пакета, nh′, шт. | 4 | 8 | 4 | 1 | 2 |
| 4. Число слоев по высоте, исходя из max высоты пакета, nh″, шт. | 5 | 8 | 2 | 2 | —— |
| 5. Искомое число слоев по высоте пакета,nh , шт. | 4 | 8 | 2 | 1 | 2 |
| 6.Общее количество мест в пакете, n, шт. | 32 | 32 | 4 | 4 | 6 |
| 7. Масса пакета без поддона, gп′, т | 1,44 | 1,6 | 0,72 | 1,2 | 2,27 |
| 8. Масса пакета с поддоном, gп ,т | 1,52 | 1,68 | 0,8 | 1,28 | 2,27 |
| 9. Высота пакета с поддоном, hп , м | 1,46 | 1,7 | 1,28 | 0,98 | 0,548 |
| 10.Габаритные размеры пакета, lп×bп ,м | 1,6×1,2 | 1,7×1,2 | 1,6×1,2 | 1,6×1,3 | 12×0,258 |
| 11.Удельная нагрузка на пол склада, создаваемая одним пакетом, Руд, т/м2 | 0,688 | 0,716 | 0,362 | 0,535 | 0,638 |

Вид сверху и сбоку сформированных пакетов и связок приводится на рис.2.1 – 2.5.

***3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВАЛОВОЙ НАГРУЗКИ***

*3.1. Расчет эксплуатационной нагрузки*

Для расчета высоты складирования грузов и ширины проездов проводим предварительные расчеты.

Расчет для нитролаков в ящиках на складе №31 приводим полностью:

1. Наименование погрузчика – 4022М;
2. Qп – грузоподъемность погрузчика, т

Qп = 2,0 т,

Погрузчик выбран таким образом, что выполняется условие:

Qп ≥ (gп + 0,2),

2,0 ≥ ( 1,52 + 0,2);

1. Нпв – высота подъема вил погрузчика, м

Нпв = 3,8 м;

4. Rc – радиус поворота погрузчика, м

Rc = 2,2 м;

1. Lr – габаритная длина погрузчика, м

Lr = 3,43 м;

6. Вr – габаритная длина погрузчика, м

Вr = 1,45 м;

7. Нr – габаритная длина погрузчика, м

Нr = 1,95 м;

Погрузчик выбран таким образом, что выполняется условие:

Нr ≤ (Нс - 0,1),

1,95 ≤ (7,5 - 0,1);

8. Наименование грузов: нитролаки в ящиках

9. Номера складов: 31

10. Нс - высота склада, м

Нс = 7,9 м;

11. hп – высота пакета с поддоном, м

hп = 1,46 м;

1. Нм – максимальная высота укладки груза, исходя из возможностей перегрузочной техники, м

Нм = Нпв – 0,1 + hп ,

Нм =3,8 – 0,1 + 1,46 = 5,16 м;

1. В1 – ширина проездов между штабелями, исходя из параметров перегрузочной техники, м

В1 = Rк +0,1 Lr + 2с,

Rк – внешний радиус поворота корпуса машины, м

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Rк = √ (Rc + (Вr /2))2 + Lr2  ,

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Rк = √ (2,2 + (1,45 /2))2 + 3,432  = 4,51 м,

с – зазор необходимый для проезда погрузчиков, м, с = 0,15 м,

В1 = 4,51 +0,1·3,43 + 2·0,15 = 5,15 м;

1. В2 – ширина проездов между штабелями, исходя из размеров пакета, м

В2 = 2 lп +3с,

В2 = 2·1,6+3·0,15 = 3,65 м;

15. Впр – ширина проезда, м

Впр = max{ В1;В2 },

Впр = max{ 5,15;3,65 }= 5,15 м.

Расчеты по другим типам погрузчиков, группе складов и грузов приведены в табл.3.1 (каждый погрузчик используется для нескольких грузов).

*Таблица 3.1. Предварительные расчеты для определения высоты складирования и ширины проездов*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1.Наименование а/п | ***4022М*** | | | | ***«Вальтмет» Д-2552*** | | | | ***«Тоета» ГД-20*** | | | | ***«Ниссан»*** | | | |
| 2.Грузоподъемность погрузчика, Qп, т | 2,0 | | | | 2,5 | | | | 2,0 | | | | 7,0 | | | |
| 3.Высота подъема вил погрузчика, Нпв, м | 3,8 | | | | 4,0 | | | | 3,0 | | | | 5,5 | | | |
| 4.Радиус поворота погрузчика, Rc, м | 2,2 | | | | 2,35 | | | | 2,25 | | | | 4,0 | | | |
| 5.Габаритная длина погрузчика, Lr, м | 3,43 | | | | 3,55 | | | | 3,5 | | | | 4,9 | | | |
| 6.Габаритная ширина погрузчика, Вr, м | 1,45 | | | | 1,53 | | | | 1,5 | | | | 1,99 | | | |
| 7.Габаритная высота погрузчика, Нr, м | 1,95 | | | | 3,71 | | | | 1,995 | | | | 2,85 | | | |
| 8.Наименование грузов | нитролаки | Рыба | Хлопок | Графит | нитролаки | Рыба | Хлопок | Графит | Нитролаки | Рыба | Хлопок | графит | нитролаки | Рыба | хлопок | графит |
| 9.Номера складов | 31 | | | | 3 | | | | 58 | | | | 71 | | | |
| 10.Высота склада, Нс, м | 7,9 | | | | 7,5 | | | | 4,2 | | | | 20 | | | |
| 11.Высота пакета с поддоном, hп, м | 1,46 | 1,7 | 1,28 | 0,98 | 1,46 | 1,7 | 1,28 | 0,98 | 1,46 | 1,7 | 1,28 | 0,98 | 1,46 | 1,7 | 1,28 | 0,98 |
| 12.Максимальная высота укладки груза, исходя из возможностей перегрузочной техники, Нм, м | 5,16 | 5,4 | 4,98 | 4,68 | 5,36 | 5,6 | 5,18 | 4,88 | 4,36 | 4,6 | 4,18 | 3,88 | 6,86 | 7,1 | 6,68 | 6,38 |
| 13.Ширина проездов между штабелями, исходя из параметров перегрузочной техники, В1, м | 5,15 | | | | 5,375 | | | | 5,26 | | | | 7,79 | | | |
| 14. Ширина проездов между штабелями, исходя из размеров пакета, В2, м | 3,65 | 3,85 | 3,65 | 3,65 | 3,65 | 3,85 | 3,65 | 3,65 | 3,65 | 3,85 | 3,65 | 3,65 | 3,65 | 3,85 | 3,65 | 3,65 |
| 15.Ширина проезда, Впр, м | 5,15 | | | | 5,375 | | | | 5,26 | | | | 7,79 | | | |

Высота штабелирования груза в конкретном складе определяется исходя из требований техники безопасности (Нтб), прочности тары (Нт), возможностей перегрузочной техники (Нм), технической нормы нагрузки на пол склада (Н′), высоты склада (Нс), физико-химических свойств грузов (Нфх).

Расчет для одного груза – нитролаки в ящиках описываем полностью.

1. Рт – техническая норма нагрузки, т/м2

Рт(3) = 4,5 т/м2 ,

Рт(31) = 6,9 т/м2 ,

Рт(58) = 2,5 т/м2 ,

Рт(71) = 12,1 т/м2 ;

1. Руд – удельная нагрузка на пол склада, создаваемая одним пакетом, т/м2

Руд = 0,688 т/м2 ;

1. mh′ - количество рядов пакетов по высоте, исходя из технической нормы нагрузки, шт.

mh′ = Рт / Руд ,

mh′(3) = 4,5 / 0,688 = 6 шт.,

mh′(31) = 6,9 / 0,688 = 10 шт.,

mh′(58) = 2,5 / 0,688 = 3 шт.,

mh′(71) = 12,1 / 0,688 = 17 шт.;

Значение mh′ равно целой части результата деления;

1. hп – высота пакета груза, м

hп = 1,46 м;

1. Н′ - высота штабеля, исходя из технической нормы нагрузки, м

Н′ = hп · mh′,

Н′(3) = 1,46 · 6 = 8,76 м,

Н′(31) = 1,46 · 10 = 14,6 м,

Н′(58) = 1,46 · 3 = 4,38 м;

Н′(71) = 1,46 · 17 = 24,82 м;

6. Нс - высота склада, м

Нс(3) = 7,5 м,

Нс(31) = 7,9 м,

Нс(58) = 4,2 м,

Нс(71) = 20,0 м;

7. Нтб – высота груза, исходя из требований техники безопасности, м

Нтб = Нм, так как груз упакован ящики массой 50 кг;

8. Нт = Нфх – высота груза, исходя из прочности тары и физико-химических свойств грузов, м

Нт = Нфх = 7,3 м, так штабелирование до такой высоты обеспечивает нагрузку на пол складов не более 3,5 т/м2 ;

1. Нм – высота груза, исходя из возможностей перегрузочной техники, м

Нм(3) = 5,36 м,

Нм(31) = 5,16 м,

Нм(58) = 4,36 м,

Нм(71) = 6,86 м;

1. Нmax – максимально допустимая высота складирования пакетов данного груза в данном складе, м

Нmax = min { Нтб, Нт,Н′, Нм, Нс, Нфх },

Нmax(3) = min { 5,36; 7,3; 8,76; 5,36; 7,5; 7,3}= 5,36 м,

Нmax(31) = min { 5,16; 7,3; 14,6; 5,16; 7,9; 7,3}= 5,16 м,

Нmax(58) = min { 4,36; 7,3; 4,38; 4,36; 4,2; 7,3}= 4,2 м,

Нmax(71) = min { 6,86; 7,3; 24,82; 6,86; 20,0; 7,3}= 4,2 м;

1. mh – искомое количество рядов пакетов по высоте, шт.

mh = Нmax / hп,

mh(3) = 5,36/1,46 = 3 шт.,

mh(31) = 5,16/1,46 = 3 шт.,

mh(58) = 4,2/1,46 = 2 шт.,

mh(71) = 6,86/1,46 = 4 шт.;

Значение mh равно целой части результата деления;

1. Н – фактическая высота штабеля, м

Н = mh · hп,

Н(3) = 3 · 1,46 = 4,38 м,

Н′(31) = 3 · 1,46 = 4,38 м,

Н′(58) = 2 · 1,46 = 2,92 м,

Н′(71) = 4 · 1,46 = 5,84 м;

1. Рэ – эксплуатационная нагрузка на пол склада, т/м2

Рэ = Руд · mh,

Рэ(3) = 0,688 · 3 = 2,06 м,

Рэ(31) = 0,688 · 3 = 2,06 м,

Рэ(58) = 0,688 · 2 = 1,38 м,

Рэ(58) = 0,688 · 4 = 2,75 м.

При выполнении данных расчетов необходимо принять во внимание, что хранение рыбы вяленой на открытой площадке (склад №71) не допускается. Хранить этот груз на данном складе – нецелесообразно, поскольку такое хранение может привести изменению свойств грузов (подмочка, развитие жизнедеятельности микроорганизмов и др.). Поэтому расчет по этому складу не производится. Также не производим расчет по складам №3, 31, 58 для балки двутавровой, так как хранение ее в закрытых складах невозможно, поскольку дверные проемы складов составляют около 4 м, а длина балки – 12 м.

Расчеты по всем видам грузов приведены в табл. 3.2.

*Таблица 3.2. Определение высоты штабелирования грузов в складах*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Грузы*** | ***Нитролаки*** | | | | ***Рыба вяленая*** | | | ***Хлопок малопрессованый*** | | | | ***Графит*** | | | | | ***Балка***  ***двутавровая №27*** |
| Склады | 3 | 31 | 58 | 71 | 3 | 31 | 58 | 3 | 31 | 58 | 71 | 3 | 31 | 58 | | 71 | 71 |
| 1.Рт, т/м2 | 4,5 | 6,9 | 2,5 | 12,1 | 4,5 | 6,9 | 2,5 | 4,5 | 6,9 | 2,5 | 12,1 | 4,5 | 6,9 | 2,5 | | 12,1 | 12,1 |
| 2,Руд, т/м2 | 0,688 | | | | 0,716 | | | 0,362 | | | | 0,535 | | | | | 0,638 |
| 3.mh′ , шт. | 6 | 10 | 3 | 17 | 6 | 9 | 3 | 12 | 19 | 6 | 33 | 8 | 12 | 4 | | 22 | 18 |
| 4. hп, м | 1,46 | | | | 1,7 | | | 1,28 | | | | 0,98 | | | | | 0,548 |
| 5.Н′, м | 8,76 | 14,6 | 4,38 | 24,82 | 10,2 | 15,3 | 5,1 | 15,36 | 24,32 | 7,68 | 42,24 | 7,84 | 11,76 | | 3,92 | 21,56 | 9,86 |
| 6.Нс, м | 7,5 | 7,9 | 4,2 | 20,0 | 7,5 | 7,9 | 4,2 | 7,5 | 7,9 | 4,2 | 20,0 | 7,5 | 7,9 | | 4,2 | 20,0 | 20,0 |
| 7.Нтб, м | 5,36 | 5,16 | 4,36 | 6,86 | 5,6 | 5,4 | 4,6 | 5,12 | | | | 4,88 | 4,68 | | 3,88 | 6,38 | 2,5 |
| 8.Нт,Нфх, м | 7,3 | | | | 5,7 | | | —— | | | | —— | | | | | —— |
| 9. Нм, м | 5,36 | 5,16 | 4,36 | 6,86 | 5,6 | 5,4 | 4,6 | 5,18 | 4,98 | 4,18 | 6,68 | 4,88 | 4,68 | 3,88 | | 6,38 | 3,5 |
| 10. Нmax, м | 5,36 | 5,16 | 4,2 | 6,86 | 5,6 | 5,4 | 4,2 | 5,18 | 4,98 | 4,18 | 5,12 | 4,88 | 4,68 | 3,88 | | 6,38 | 3,5 |
| 11. mh, шт. | 3 | 3 | 2 | 4 | 3 | 3 | 2 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | | 6 | 6 |
| 12. Н, м | 4,38 | 4,38 | 2,92 | 5,84 | 5,1 | 5,1 | 3,4 | 5,12 | 3,84 | 3,84 | 5,12 | 3,92 | 3,92 | 2,94 | | 5,88 | 3,29 |
| 13. Рэ, т/м2 | 2,06 | 2,06 | 1,38 | 2,75 | 2,15 | 2,15 | 1,43 | 1,45 | 1,09 | 1,09 | 1,45 | 2,14 | 2,14 | 1,605 | | 3,21 | 3,83 |

*3.2. Расчет оптимальной площади основания штабеля*

Приводим расчет для рыбы вяленой в мешках.

Размеры штабеля определяются количеством груза в партии. Груз складируется вагонными отправками. Определяем количество пакетов данного груза в повагонной отправке Nваг. Для перевозки данного груза выбираем крытый металлический вагон с параметрами:

Q ваг = 64 т,

W ваг = 120 м3,

Q ваг – грузоподъемность вагона, т,

W ваг – объем кузова вагона, м3,

Nваг = Рваг / gп′,

Рваг = min { Q ваг ; W ваг / U},

Рваг = min { 64 ; 120 / 1.54} = min { 64 ; 77,9} = 64 т,

Nваг = 64 / 1,6 = 40 шт.,

Nваг – целая часть результата деления.

Оптимизация формирования штабеля будет достигнута за счет минимума площади, занимаемой штабелем ( yz\*xz – min).

По ширине штабеля не может быть менее двух пакетов (yz ≥ 2 ), пакеты складываются длинной стороной поперек штабеля. Каждый последующий уступ по длине штабеля делается на один пакет с каждой стороны, а по ширине – на половину пакета.

В зависимости от значений mh и Nваг определяем значение Z и S, причем Z·S≥ mh.

mh(3) = 3 шт.,

mh(31) = 3 шт.,

mh(58) = 2 шт.,

Таким образом, для складов № 3, 31:

Z = 3 шт.,

S = 1 шт.,

для склада № 58:

Z = 2 шт.,

S = 1 шт.,

Z – количество уступов;

S – количество пакетов по высоте в одном уступе;

у – количество пакетов по ширине самого верхнего уступа;

х – количество пакетов по длине самого верхнего уступа;

yz – количество пакетов по ширине самого нижнего уступа;

xz – количество пакетов по длине самого нижнего уступа.

Минимизация площади основания штабеля производится при помощи графического метода.

Определяем N′:

N′ = Nваг / S,

N′(3) = 40 / 1 = 40 шт.,

N′(31) = 40 / 1 = 40 шт.,

N′(58) = 40 / 1 = 40 шт.,

В зависимости от значения Z последовательно приравнивая y = 1,2,3,4, находим уравнения прямых N″ по формуле:

z

N″ = ∑ (x + 2k – 1)(y + k – 1),

k=1

Для Z = 2, подставляя последовательно значения k, получим:

2

N″y=1 = ∑ (x + 2k – 1)(y + k – 1) = (x + 2·1 – 2)·(1 + 1 – 1) + (x + 2·2 – 1)·(1 + 2 – 1) =

k=1

= x + (x + 2)·2 = 3x + 4 ,

2

N″y=2 = ∑ (x + 2k – 1)(y + k – 1) = (x + 2·1 – 2) · (2 + 1 – 1) + (x + 2·2 – 1)·( 2 + 2 – 1) =

k=1

= 2x + 3x + 6 = 5x + 6 ,

2

N″y=3 = ∑ (x + 2k – 1)(y + k – 1) = (x + 2·1 – 2) · (3 + 1 – 1) + (x + 2·2 – 1)·(3 + 2 – 1) =

k=1

= 3x + 4x + 8 = 7x + 8,

2

N″y=4 = ∑ (x + 2k – 1)(y + k – 1) = (x + 2·1 – 2) · (4 + 1 – 1) + (x + 2·2 – 1)·(4 + 2 – 1) =

k=1

= 4x + 5x + 10 = 9x + 10.

Для Z = 3 получим:

3

N″y=1 = ∑ (x + 2k – 1)(y + k – 1) = x + (x + 2)·2 + (x + 4)·3 = 6x + 16,

k=1

3

N″y=2 = ∑ (x + 2k – 1)(y + k – 1) = 2x + (x + 2)·3 + (x + 4)·4 = 9x + 22,

k=1

3

N″y=3 = ∑ (x + 2k – 1)(y + k – 1) = 3x + (x + 2)·4 + (x + 4)·5 = 12x + 28,

k=1

3

N″y=4 = ∑ (x + 2k – 1)(y + k – 1) = 4x + (x + 2)·5 + (x + 4)·6 = 15x + 34.

k=1

Графики строим следующим образом. По вертикали откладываем значения N′, по горизонтали значения х. В зависимости от значений определяем значения xz  и наносим их на график. Строим прямые N″ по при разных значениях у. В зависимости от Z определяем значения yz и наносим их на график. Строим прямую N′. График для данного груза при Z = 2 представлен на рис.3.1, а для Z = 3 на рис. 3.2. Графики по стальным грузам представлены на рис. 3.3 (нитролаки), 3.4 (хлопок), 3.5 (графит).

Производим отбор пар с учетом условия: xz ≥ yz. Из всех отобранных пар выбираем минимальную.

xz\*yz\* = min { xzi×yzi },

xz\*yz\*(3) = xz\*yz\*(31) = min {8×3; 6×4; 5×5}= 8×2,

но эта пара, как и пара 6×4, не удовлетворяет условиям предъявляемым к формируемому штабелю(что было проверено соответствующими расчетами), поэтому выбираем пару 5×5 и для нее проводим расчет;

xz\*yz\*(58) = min {14×2; 9×3;7×4; 6×5}= 14×2 (пара отобрана по соображениям указанным выше).

Проверяем количество пакетов, которое может поместиться в штабеле такого размера:

Nz = xz\*·yz\*·S,

Nz(3) = Nz(31) = 5·5·1 = 25 шт.,

Nz(58) = 14·2·1 = 28 шт.,

Nz – количество пакетов в нижнем уступе, шт.;

x2 = xz – 2,

x2(3) = x2(31) = 5– 2 = 3 шт.,

x2(58) = 14– 2 = 12 шт.,

x2 – количество пакетов по длине второго уступа, шт.;

у2 = уz – 1,

у2(3) = у2(31) = 5– 1 = 4 шт.,

у2(58) = 2– 1 = 1 шт.,

у2 – количество пакетов по ширине второго уступа, шт.;

N2 = x2·y2· (mh – S), если Z = 2,

N2 = x2·y2·S, если Z = 3,

N2(3) = N2(31) = 3·4·1 = 12шт.,

N2(58) = 12·1·(2 – 1) = 12 шт.,

N2 – количество пакетов во втором уступе, шт.;

x3 = x2 – 2,

x3(3) = x3(31) = 3– 2 = 1 шт.,

x3 – количество пакетов по длине третьего уступа, шт.;

у3 = у2 – 1,

у3(3) = у3(31) = 4– 1 = 3 шт.,

у2 – количество пакетов по ширине второго уступа, шт.,

x3(58) = 0, у3(58) = 0, так как в пакете только два уступа;

N3 = x3·y3· (mh – 2S),

N3(3) = N3(31) = 1·3·(3 - 2·1) = 3 шт.,

N3(58) = 0,

N3 – количество пакетов в верхнем уступе, шт.;

N = Nz + N2 + N3,

N(3) = N(31) = 25 + 12 + 3 = 40 шт.,

N(58) = 28 + 12 = 40 шт.

Таким образом, для всех сформированных штабелей N = Nваг, что удовлетворяет условию N ≥ Nваг, которое должно выполняться для каждого штабеля. Исходя из этого условия, в процессе расчета были отброшены пары, которые обладали меньшим значением xz\*·yz\* , но не удовлетворяли данному условию.

Также при выполнении расчета учтено, что в самый верхний ярус (слой) должен загружаться хотя бы один пакет, то есть количество пакетов в нижних ярусах должно быть хотя бы на единицу меньше, чем Nваг.

Отобранные пары для других грузов следующие:

Нитролаки

xz\*yz\*(3) = xz\*yz\*(31) = min {8×2; 6×3; 4×4}= 6×3,

xz\*yz\*(58) = min {15×2; 10×3; 7×4; 6×5}= 7×4,

xz\*yz\*(71) = min {8×2; 6×3; 4×4}= 8×2;

Хлопок

xz\*yz\*(3) = xz\*yz\*(71) = min {9×2; 6×3; 5×4}= 9×2,

xz\*yz\*(31) = xz\*yz\*(58) = min {9×2; 6×3; 5×4}= 5×4;

Графит

xz\*yz\*(3) = xz\*yz\*(31) = min {11×2; 7×3; 6×4; 5×5}= 7×3,

xz\*yz\*(58) = min {11×2; 7×3; 6×4}= 6×4,

xz\*yz\*(71) = min {8×2; 5×3; 4×4}= 5×3.

Формирование штабеля балки двутавровой происходит следующим образом: пакеты складываются длинной стороной поперек штабеля, каждый последующий уступ по длине штабеля делается на один пакет с каждой стороны, а по ширине количество пакетов остается неизменным и равно 1. Груз прибывает в 6-осном металлическом полувагоне грузоподъемностью 94 т.

Nваг = 94 / 2,27 = 41 шт.

Рваг = min { 94 ; 102/0,71} = 94 т,

Соответственно значению mh(71) = 6 шт., выбираем Z = 6 шт., S = 1 шт.

Располагаем в нижнем уступе 10 пакетов по длине (при этом значение пакетов по ширине уступов остается неизменным – 1), тогда Nz = 10·1·3 = 30 шт. Делаем уступ по длине штабеля на полпакета с каждой стороны и получаем во втором уступе 9 пакетов по длине и N2 = 9·1·3 = 27 шт. Таким образом, мы получаем N = Nz + N2 = 30 + 27 = 57 шт., то есть N = Nваг. Следовательно, штабель можно считать сформированным. Этот метод можно назвать методом последовательного достраивания.

Расчет по остальным видам грузов приведен в табл.3.3.

*Таблица 3.3. Формирование штабелей грузов.*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Грузы*** | ***Нитролаки*** | | | | ***Рыба вяленая*** | | | | ***Хлопок малопрессованый*** | | | | ***Графит*** | | | |
| Склады | 3 | 31 | 58 | 71 | 3 | 31 | 58 | 3 | | 31 | 58 | 71 | 3 | 31 | 58 | 71 |
| Nваг, шт. | 43 | 43 | 43 | 43 | 40 | 40 | 40 | 49 | | 49 | 49 | 49 | 60 | 60 | 60 | 60 |
| Z, шт. | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| S, шт. | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 |
| mh, шт. | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 4 | | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | 6 |
| xz\*, шт. | 6 | 6 | 7 | 8 | 5 | 5 | 14 | 9 | | 5 | 5 | 9 | 7 | 7 | 6 | 5 |
| yz\*, шт. | 3 | 3 | 4 | 2 | 5 | 5 | 2 | 2 | | 4 | 4 | 2 | 3 | 3 | 4 | 3 |
| Nz , шт. | 36 | 36 | 28 | 32 | 25 | 25 | 28 | 36 | | 40 | 40 | 36 | 42 | 42 | 48 | 45 |
| x2 , шт. | 4 | 4 | 5 | 6 | 3 | 3 | 12 | 7 | | 3 | 3 | 7 | 5 | 5 | 4 | 3 |
| у2, шт. | 2 | 2 | 3 | 1 | 4 | 4 | 1 | 1 | | 3 | 3 | 1 | 2 | 2 | 3 | 2 |
| N2, шт. | 8 | 8 | 15 | 12 | 12 | 12 | 12 | 14 | | 9 | 9 | 14 | 20 | 20 | 12 | 18 |
| x3, шт. | - | - | - | - | 1 | 1 | - | - | | - | - | - | - | - | - | - |
| y3, шт. | - | - | - | - | 3 | 3 | - | - | | - | - | - | - | - | - | - |
| N3, шт. | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 | 0 | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| N, шт. | 44 | 44 | 43 | 44 | 40 | 40 | 40 | 50 | | 49 | 49 | 50 | 62 | 62 | 60 | 63 |

Формирование штабелей грузов схематически изображено на рис.3.6.

# Формирование штабеля балки двутавровой схематически изображено на рис. 3.7

#### Балка двутавровая №27

Склад №71:

mh = 6 шт.

Z = 6 шт.

S = 1 шт.

yz\*= 1 шт.

Вид по длине

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | | | | |  | | | | | |  | | | | |  | | | | | |  | | | | | |
|  | | | | | |  | | | | | |  | | | | | |  | | | | | |  | | | | | |  | | | | | |
|  | | | | | |  | | | | | |  | | | | | |  | | | | | |  | | | | | |  | | | | | |  | | | |
|  | | | |  | | | | | |  | | | | | |  | | | | |  | | | | |  | | | | | |  | | | | | |  | | | |
|  | | |  | | | | | |  | | | | | |  | | | | | |  | | | |  | | | | | |  | | | | | |  | | | |  | | | |
|  | |  | | | | |  | | | | | |  | | | | | |  | | | | |  | | | | | |  | | | | | |  | | | | |  | | | |  | |

Вид по ширине

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |

*Рисунок 3.7. Штабель балки двутавровой*

*3.3. Расчет валовой нагрузки*

Приводим расчет по одному виду груза – нитролаки в ящиках.

1. xz\* - оптимальная длина штабеля (пакеты), шт.

xz\*(3) = 6 шт.,

xz\*(31) = 6 шт.,

xz\*(58) = 7 шт.,

xz\*(71) = 8 шт.;

1. уz\* - оптимальная ширина штабеля (пакеты), шт.

уz\*(3) = 3 шт.,

уz\*(31) = 3 шт.,

уz\*(58) = 4 шт.,

уz\*(71) = 2 шт.;

1. L – длина штабеля, м

L = xz\*· bп ·Кукл,

L(3) = 6·1,2·1,15 = 8,28 м,

L(31) = 6·1,2·1,15 = 8,28 м,

L(58) = 7·1,2·1,15 = 9,66 м,

L(71) = 8·1,2·1,15 = 11,04 м;

1. В – ширина штабеля, м

В = уz\*· lп ·Кукл,

В(3) = 3·1,6·1,15 = 5,52 м,

В(31) = 3·1,6·1,15 = 5,52 м,

В(58) = 4·1,6·1,15 = 7,36 м,

В(71) = 2·1,6·1,15 = 3,68 м;

1. Впр – ширина проезда, м

Впр(3) = 5,375 м,

Впр(31) = 5,15 м,

Впр(58) = 5,26 м,

Впр(71) = 7,79 м;

1. Fr – площадь, занятая грузом в штабеле, м2

Fr = L· В,

Fr(3) = 8,28· 5,52 = 45,71 м2,

Fr(31) = 8,28· 5,52 = 45,71 м2,

Fr(3) = 9,66· 7,36 = 71,1 м2,

Fr(71) = 11,04·3,68 = 40,63 м2;

1. Fраз – площадь проходов между штабелями, м2

Fраз = 0,5·1·L,

Fраз(3) = 0,5·1·8.28 = 4,14 м2,

Fраз(31) = 0,5·1·8.28 = 4,14 м2,

Fраз(58) = 0,5·1·9,66 = 4,83 м2,

Fраз(3) = 0,5·1·11,04 = 5,52 м2;

1. Fпрох – площадь проходов между штабелями и стенками, м2

Fпрох = 0,5·В + (0,5·L + 0,5),

Fпрох(3) = 0,5·5,52 + (0,5·8,28 + 0,5) = 7,4 м2,

Fпрох(31) = 0,5·5,52 + (0,5·8,28 + 0,5) = 7,4 м2,

Fпрох(58) = 0,5·7,36 + (0,5·9,66 + 0,5) = 9,01 м2,

Fпрох(71) = 0,5·3,68 + (0,5·11,04 + 0,5) = 7,86 м2;

1. Fпр – площадь для проезда и маневрирования погрузчика, м2

Fпр = 0,5·Впр·(В + 0,5 + 0,5),

Fпр(3) = 0,5·5,375·(5,52 + 0,5 + 0,5) = 17,52 м2,

Fпр(31) = 0,5·5,15·(5,52 + 0,5 + 0,5) = 16,79 м2,

Fпр(58) = 0,5·5,26·(7,36 + 0,5 + 0,5) = 21,99 м2,

Fпр(71) = 0,5·7,79·(3,68 + 0,5 + 0,5) = 18,23 м2;

10. Fшт – полезная площадь склада, занятая штабелем, м2

Fшт = Fr +Fраз + Fпрох + Fпр,

Fшт(3) = 45,71+4,14 + 7,4 + 17,52 = 74,77 м2,

Fшт(31) = 45,71+4,14 + 7,4 + 16,79 = 74,03 м2,

Fшт(58) = 71,1+4,83 + 9,01 + 21,99 = 106,92 м2,

Fшт(71) = 40,63+5,52 + 7,86 + 18,23 = 72,24 м2;

11. Kf – коэффициент использования полезной площади

Kf = Fr / Fшт,

Kf (3) = 45,71/ 74,77 = 0,611,

Kf (31) = 45,71/ 74,04 = 0,617,

Kf (58) = 71,1/ 106,92 = 0,665,

Kf (71) = 40,63/ 72,24 = 0,562;

12. Kс – коэффициент снижения нагрузки из-за наличия уступов

При Z = 2 Kс = ((xz\*· уz\*) – 0.5·xz\* - уz\* + 1) / (xz\*· уz\*),

Kс(3) = ((6·3) – 0.5·6 - 3 + 1) / (6·3) = 0,722,

Kс(31) = ((6·3) – 0.5·6 - 3 + 1) / (6·3) = 0,722,

Kс(58) = ((7·4) – 0.5·7 - 4 + 1) / (7·4) = 0,768,

Kс(71) = ((8·2) – 0.5·8 - 2 + 1) / (8·2) = 0,688;

1. Рв – валовая (фактическая) нагрузка т/м2

Рв = Kf ·Kс·Рэ,

Рв(3) = 0,611 ·0,72·2,06 = 0,909 т/м2,

Рв(31) = 0,617 ·0,72·2,06 = 0,918 т/м2,

Рв(58) = 0,665 ·0,768·1,38 = 0,705 т/м2,

Рв(71) = 0,562 ·0,688·2,06 = 1,063 т/м2,

Расчеты по всем грузам приведены в табл. 3.4.

*Таблица 3.4. Расчет валовой нагрузки*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Грузы*** | ***Нитролаки*** | | | | ***Рыба вяленая*** | | | ***Хлопок малопрессованый*** | | | | ***Графит*** | | | | ***Балка***  ***двутавр. №27*** |
| Склады | 3 | 31 | 58 | 71 | 3 | 31 | 58 | 3 | 31 | 58 | 71 | 3 | 31 | 58 | 71 | 71 |
| 1. xz\*, шт. | 6 | 6 | 7 | 8 | 5 | 5 | 14 | 9 | 5 | 5 | 9 | 7 | 7 | 6 | 5 | 10 |
| 2. уz\*, шт. | 3 | 3 | 4 | 2 | 5 | 5 | 2 | 2 | 4 | 4 | 2 | 3 | 3 | 4 | 3 | 1 |
| 3. L, м | 8,28 | 8,28 | 9,66 | 11,04 | 6,90 | 6,90 | 19,32 | 12,42 | 6,90 | 6,90 | 12,42 | 10,47 | 10,47 | 8,97 | 7,48 | 2,97 |
| 4. В, м | 5,52 | 5,52 | 7,36 | 3,68 | 9,78 | 9,78 | 3,91 | 3,68 | 7,36 | 7,36 | 3,68 | 5,52 | 5,52 | 7,36 | 5,52 | 13,8 |
| 5. Впр, м | 5,38 | 5,15 | 5,26 | 7,79 | 5,38 | 5,15 | 5,26 | 5,38 | 5,15 | 5,26 | 7,79 | 5,38 | 5,15 | 5,26 | 7,79 | 1 |
| 6. Fr, м2 | 45,71 | 45,71 | 71,1 | 40,63 | 67,45 | 67,45 | 75,54 | 45,71 | 50,78 | 50,78 | 45,71 | 57,77 | 57,77 | 66,02 | 41,26 | 40,94 |
| 7. Fраз, м2 | 4,14 | 4,14 | 4,83 | 5,52 | 3,45 | 3,45 | 9,66 | 6,21 | 3,45 | 3,45 | 6,21 | 5,23 | 5,23 | 4,49 | 3,74 | 1,48 |
| 8.Fпрох, м2 | 7,4 | 7,4 | 9,01 | 7,86 | 8,84 | 8,84 | 12,12 | 8,55 | 7,63 | 7,63 | 8,55 | 8,49 | 8,49 | 8,67 | 7 | 8,88 |
| 9. Fпр, м2 | 17,52 | 16,79 | 21,99 | 18,23 | 28,96 | 27,75 | 12,91 | 12,58 | 21,53 | 21,99 | 18,23 | 17,52 | 16,79 | 21,99 | 25,4 | 7,4 |
| 10.Fшт, м2 | 74,77 | 74,03 | 106,92 | 72,24 | 108,69 | 107,48 | 110,23 | 73,04 | 83,39 | 83,85 | 78,69 | 89,01 | 88,28 | 101,16 | 77,39 | 58,71 |
| 11. Kf | 0,611 | 0,617 | 0,665 | 0,562 | 0,621 | 0,628 | 0,685 | 0,626 | 0,609 | 0,606 | 0,581 | 0,649 | 0,654 | 0,653 | 0,533 | 0,697 |
| 12. Kс | 0,722 | 0,722 | 0,768 | 0,688 | 0,533 | 0,533 | 0,714 | 0,694 | 0,725 | 0,725 | 0,694 | 0,738 | 0,738 | 0,75 | 0,7 | 0,7 |
| 13.Рв,т/м2 | 0,909 | 0,918 | 0,705 | 1,063 | 0,711 | 0,719 | 0,7 | 0,63 | 0,481 | 0,479 | 0,585 | 1,025 | 1,034 | 0,786 | 1,198 | 1,87 |

***4. ОПТИМАЛЬНАЯ ЗАГРУЗКА СКЛАДОВ***

Порт (район) располагает n складами каждый с полезной площадью Fj и должен переработать различных m грузов, суточный грузооборот каждого из которых Gi.

Разрабатываем оптимальный план загрузки складов при минимизации затрат складской площади на освоение заданного грузооборота.

m n

L = Σ Σ gij cij – min,

i=1 j=1

gij – параметр управления – количество i-го вида груза, хранимого на j-ом складе;

cij – удельная складоемкость i-го вида груза на j-ом складе, характеризует комплексный объем работ склада в квадратных метрах в сутки, приходящийся на 1 т груза.

Математическая модель задачи оптимального плана загрузки складов состоит из целевой функции L и ограничений:

* по грузообороту

n

Σ gij = Gi, (i = 1,m),

j=1

Gi – суточный грузооборот i-го груза, т;

* по емкости склада

m

Σ gij cij ≤ Fj,  (j = 1,n),

i=1

Fj – полезная площадь j-го склада, м2;

* условие неотрицательности

gij ≥ 0 (i=1,m; j=1,n).

Удельная складоемкость i-го вида груза на j-ом складе вычисляем по формуле

cij = tхi / Рвij ,

tхi – срок хранения i-го вида груза, сут.

Составляем распределительную таблицу, в которой будет производиться размещение груза по складам (табл.4.1).

*Таблица 4.1. Распределительная таблица*

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Грузы***  RiSj | | ***Склады*** | | | | ***Суточный***  ***грузооборот***  ***Gi , т*** | ***Склад-***  ***Вагон*** |
| 3 | 31 | 58 | 71 |
| 0,928 | 1,216 | 1,22 | 1 |
| *Нитролаки* | 14,11 | 16,5  τ = 1,26 | 16,34  τ = 0,949 | 21,28  τ = 1,24 | 14,11  1171,13  83 | ~~83~~  0 | 0,24 |
| *Рыба вяленая* | 28,1 | 33,76  τ = 1,29 | 33,38  τ = 0,949 | 34,29  3166,76  92,35 |  | ~~165~~  ~~72,65~~  0 | 0,375  27,24  72,65 |
| *Хлопок*  *малопрес.* | 25,64 | 23,81  4500  189 | 31,18  5000  160,36 | 31,32  333,24  10,64 | 25,64  0 | ~~360~~  ~~171~~  ~~10,64~~  0 | 0,42 |
| *Графит* | 5,84 | 6,83  τ = 1,26 | 6,77  τ = 0,95 | 8,91  τ = 1,25 | 5,84  3328,8  570 | ~~570~~  0 | 0,11 |
| *Балка двутавровая* | 15,51 |  |  |  | 15,51  2000,07  128,95 | ~~185~~  ~~56,05~~  0 | 0,31  13,37  56,05 |
| ***Площадь склада***  ***Fпj, м2*** | | ~~4500~~  0 | ~~5000~~  0 | ~~3500~~  ~~3166,76~~  0 | ~~6500~~  ~~3171,2~~  ~~2000,07~~  0 |  |  |

Так как площадей складов не хватает для размещения заданных грузопотоков, в распределительную матрицу добавляем столбец, в котором используются вагоны как «склад на колесах». Удельная складоемкость определяется так:

cij = tхi / Рвагi ,

(для всех грузов кроме балки выбран вагон крытый металлический грузоподъемностью 64 т, а для балки – 6-осный металлический полувагон). Этот дополнительный столбец в оптимизационных расчетах не участвует.

Проверяем план на опорность.

Условием опорности является то, что количество занятых клеток должно быть равно m + n -1 ( m – количество строк, n – количество столбцов). Для данной задачи m + n –1 = 5 + 4 – 1 = 8, а количество занятых клеток – 7. Таким образом, план – не опорен. Исходя из этого, в одну из свободных клеток (клетка 34) ставим 0, так чтобы не образовался цикл и эта клетка считается занятой.

Проверяем план на оптимальность.

Для этого, исходя из условия, что для опорного плана Ri · Sj = cij  и приравняв в одном столбце значение Sj  единице, рассчитываем все значения Ri, Sj .

Условием оптимальности то, что для всех свободных клеток Ri · Sj ≤ cij. Поэтому по всем свободным клеткам рассчитываем τij = cij / (Ri · Sj ):

τ11 = 16,5 / (14,11· 0,928) = 1,26 > 1,

τ12 = 16,34 / (14,11· 1,216) = 0,949 < 1,

τ13 = 21,28 / (14,11· 1,22) = 1,24 > 1,

τ21 = 33,76 / (28,1· 0,928) = 1,29 > 1,

τ22 = 33,38 / (28,1· 1,216) = 0,986 < 1,

τ41 = 6,83 / (5,84· 0,928) = 1,26 > 1,

τ42 = 6,77 / (5,84· 1,216) = 0,95 < 1,

τ43 = 8,91 / (5,84· 1,22) = 1,25 > 1.

Так как не для всех клеток τij ≥ 1, план не является оптимальным и требует улучшения.

Улучшение плана проводим таким образом: выбираем клетку, для которой τij –min (это клетка 12), и составляем новую распределительную таблицу, причем эту клетку заполняем в первую очередь. Заполняя новую таблицу (табл.4.2) учитываем также невязки между значениями cij  для разных клеток отдельных строчек и соответственно распределяем грузопотоки между складами.

*Таблица 4.2. Распределительная таблица*

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Грузы***  RiSj | | ***Склады*** | | | | ***Суточный***  ***грузооборот***  ***Gi , т*** | ***Склад-***  ***Вагон*** |
| 3 | 31 | 58 | 71 |
| 0,928 | 1,159 | 1,22 | 1 |
| *Нитролаки* | 14,09 | 16,5  τ = 1,26 | 16,34  1356,2  83 | 21,28  τ = 1,2379 | 14,11  τ = 1,001 | ~~83~~  0 | 0,24 |
| *Рыба вяленая* | 28,1 | 33,76  τ = 1,29 | 33,38  τ = 1,02 | 34,29  2350,6  68,5 |  | ~~165~~  ~~96,5~~  0 | 0,375  36,187  96,5 |
| *Хлопок*  *малопрес.* | 25,64 | 23,81  4500  189 | 31,18  τ = 1,049 | 31,32  1149,4  36,7 | 25,64  3444,9  134,3 | ~~360~~  ~~171~~  ~~36,7~~  0 | 0,42 |
| *Графит* | 5,84 | 6,83  τ = 1,26 | 6,77  3643,8  538,2 | 8,91  τ = 1,25 | 5,84  185,7  31,8 | ~~570~~  ~~31,8~~  0 | 0,11 |
| *Балка двутавровая* | 15,51 |  |  |  | 15,51  2869,4  185 | ~~185~~  0 | 0,31 |
| ***Площадь склада***  ***Fпj, м2*** | | ~~4500~~  0 | ~~5000~~  ~~3643,8~~  0 | ~~3500~~  ~~2350,6~~  0 | ~~6500~~  ~~3630,6~~  ~~3444,9~~  0 |  |  |

Проверяем план на опорность.

m + n –1 = 5 + 4 – 1 = 8, количество занятых клеток – 8, значит план – опорный.

Проверяем план на оптимальность.

τ11 = 16,5 / (14,09· 0,928) = 1,26 > 1,

τ13 = 21,28 / (14,09· 1,22) = 1,2379 > 1,

τ14 = 14,11 / (14,09· 1) = 1,001 > 1,

τ21 = 33,76 / (28,1· 0,928) = 1,26 > 1,

τ23 = 33,38 / (28,1· 1,159) = 1,02 > 1,

τ32 = 31,18 / (25,64· 1,159) = 1,049 > 1,

τ41 = 6,83 / (5,84· 0,928) = 1,26 > 1,

τ43 = 8,91 / (5,84· 1,22) = 1,25 > 1.

Так как все τij ≥ 1, план является оптимальным, то есть мы получили матрицу оптимального распределения грузов по складам.

***5. ОПТИМАЛЬНАЯ ЗАГРУЗКА ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ***

В данной курсовой работе задача решается только по двум критериям: совместимости грузов и оптимальному использованию распределенного веса (грузоподъемности) и грузовместимости грузовых помещений.

* 1. *. Загрузка грузового отсека судна*

По среднему удельному погрузочному объему заданных грузов (Uср) подбираем наиболее подходящее судно. В данной работе приближенно определяем Uср через суточный грузооборот (Gi) и удельный погрузочный объем заданных грузов (Ui).

m m

Uср= ΣGi· Ui / ΣGi ,

i=1 i=1

(83·1.9 + 165·1.54 + 360·3.4 + 570·1.47 + 185·0.71)

Uср= ————————————————————— = 1.91 м3/т;

( 83 + 165 + 360 + 570 + 185)

ω = Wс / Dч,

где ω – удельная грузовместимость судна, м3/т;

Wс – грузовместимость судна, м3 ;

Dч – чистая грузоподъемность судна, т.

Для размещения заданных грузов выбираем сухогрузное судно типа т/х «Дивногорск» (8, с.155) со следующими параметрами:

Wс = 17731 м3 ;

Dч = 8542 т.

Таким образом, удельная грузовместимость судна будет следующей:

ω = 17731 / 8542 = 2,08 м3/т.

Можно говорить о том, что разница между Uср и ω (2,08 – 1,91 = 0,17) минимальна.

В соответствии с составленной ранее таблицей совместимости грузов минимальное количество помещений для размещения груза – 3. Данное судно имеет 6 трюмов и 6 твиндеков. Из них выбираем 3 помещения: трюм №3, трюм №4 и твиндек №4. Эти помещения имеют следующие параметры:

Wтр№3 = 3660 м3 , Нтр№3 = 7,8 м;

Wтв№3 = 1400 м3 , Нтв4= 3,3 м.

Wтр№4 = 1905 м3 , Нтр№4= 4,3 м;

Для этих помещений методом «пропорционально кубатуре» определяем распределенный вес.

Pj отс = Wj отс· Dч / Wс ,

Ротс№3 = 5060·8542 / 17731 = 2437,7 т,

Ротс№4 = 3445·8542 / 17731 = 1659,6 т;

Pj тр = Wj тр· Рj отс / Wj отс,

Ртр№3 = 3660·2437,7 / 5060 = 1763,2 т,

Ртр№4 = 1905·1659,6 / 3445 = 917,7 т;

Pj тв = Pj отс - Pj тр,

Ртв№3 = 2437,7 – 1763,2 = 674,5 т.

Размещаем грузы в помещениях.

1. Размещаем в трюме №3 рыбу вяленую (U = 1,54) и балку двутавровую (U = 0,71). Для данных грузов U < ω, то есть грузы – «тяжелые». Исходя из этого выбираем 2/3 массы груза – рыбы, так как её удельный погрузочный объем ближе к ω и 1/3 балки:

Q(рыба) = 2/3 · Ртр№3,

Q(рыба) = 2/3 · 1763,2 = 1175,5 т,

Q(балка) = 1/3 · Ртр№3,

Q(балка) = 1/3 · 1763,2 = 587,2 т.

Определяем объем, который займут данные грузы в трюме:

W = Q· U,

W(рыба) = 1175,5·1,54 = 1810,3 м3,

W(балка) = 587,2·0,71 = 416,9 м3.

2. Размещаем хлопок малопрессованный (U = 3,4) в твиндеке №3.Данный груз является легким (U > ω), значит его количество определяется следующим образом:

Q(хлопок) = Wтв№3 / U,

Q(хлопок) = 1400/ 3,4 = 411,8 т.

3. В трюме №4 располагаем графит (U = 1,47) и нитролаки (U = 1,9). Для данных грузов U < ω, то есть грузы – «тяжелые». Исходя из этого выбираем 2/3 массы груза – нитролаки, так как их удельный погрузочный объем ближе к ω и 1/3 графита:

Q(нитролаки) = 2/3 · Ртр№4,

Q(нитролаки) = 2/3 · 917,7 = 611,8 т,

Q(графит) = 1/3 · Ртр№4,

Q(графит) = 1/3 · 917,7 = 305,9 т.

Определяем объем, который займут данные грузы в трюме:

W = Q· U,

W(нитролаки) = 611,8·1,9 = 1162,42 м3,

W(графит) = 305,9·1,47 = 449,7 м3.

План размещения груза по помещениям с указанием наименования грузов, их количества и объема приведен на рис.5.1 для отсека №3 и на рис.5.2 – для отсека №4.

* 1. *Загрузка смежных видов транспорта*

В данном разделе вычерчиваем план размещения пакетов заданных грузов на ж/д подвижном составе. Для перевозки всех грузов кроме балки двутавровой используется крытый металлический вагон со следующими характеристиками:

Грузоподъемность: Q = 64т,

Объем кузова: Р = 120 м3,

Длина: L = 13,8 м,

Ширина: В = 2,76 м,

Высота: Н = 2,791 м.

Балка двутавровая размещается в 6-осном металлическом полувагоне с такими параметрами:

Грузоподъемность: Q = 94т,

Объем кузова: Р = 102 м3,

Длина: L = 14,063 м,

Ширина: В = 2,908 м,

Высота: Н = 2,365 м.

Количество пакетов, размещаемых в вагоне, определяется исходя из линейных размеров и массы (грузоподъемности) пакетов и вагонов. Для определения количества пакетов в вагоне (Nвi) приводим вид сверху и с торца.

План размещения пакетов заданных грузов на ж/д подвижном составе приведен на рис. 5.3-5.7

***6. РАСЧЕТ КРИТЕРИЕВ РАЦИОНАЛЬНОЙ ЗАГРУЗКИ СКЛАДОВ И ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ***

Рациональность разработанных в курсовом проекте мероприятий можно оценить рядом критериев:

а) по загрузке складов:

* коэффициент использования полезной площади складов

Kпj = Σ(Fij· Kfij) / Fпj,

где Fij – площадь, занятая штабелями i-того груза на j-том складе,

Kп3 = (4500·0,626) / 4500 = 0,626,

Kп31 = (1356·0,617 + 3643,8·0,654) / 5000 = 0,644,

Kп58 = (2350,6·0,621 + 1149,4·0,609) / 3500 = 0,617,

Kп71 = (3444,9·0,581 + 185,7·0,533 + 2869,4·0,697) / 6500 = 0,631;

* коэффициент использования технической нормы нагрузки

Kтj = Рфj / Ртj,

Рфj = Σ(Fij· Pвij) / Fпj,

Рф3 = (4500· 0,63) / 4500 = 0,14,

Kт3 = 0,63 / 4,5,

Рф31 = (1356·0,918 + 3643,8·1,034) / 4500 = 1,0025,

Kт31 = 1,0025 / 6,9 = 0,145,

Рф58 = (2350,6·0,7 + 1149,4·0,479) / 3500 = 0,627,

Kт58 = 0,627 / 2,5 = 0,2508,

Рф71 = (3444,9·0,585 + 185,7·1,198 + 2869,4·1,87) / 6500 = 1,17,

Kт71 = 1,17 / 12,1 = 0,097.

б) по загрузке трюмов:

* коэффициент использования грузоподъемности

Kp = ΣQi / Pп,

Kp тр№3 = 1763,2/ 1763,2 = 1,

Kp тв№3 = 411,8/ 674,5 = 0,61,

Kp тр№4 = 917,7/ 917,7 = 1;

коэффициент использования грузовместимости

Kp = Σ(Qi·Ui)/ Wп,

Kp тр№3 = (1175,5·1,54 + 587,2·0,71)/ 3660 = 0,61,

Kp тв№3 = (411,8·3,4)/ 1400 = 1,

Kp тр№4 = (611,8·1,9 + 305,9·1,47)/ 1905 = 0,846;

в) по загрузке вагонов, полувагонов, платформ

* коэффициент использования технической нормы загрузки

Kи = (Nвi·gпi)/ Pвагi,

Kи (нитролаки) = (16·1,52)/ 63,16 = 0,385,

Kи (рыба) = (16·1,68)/ 64 = 0,42,

Kи (хлопок) = (32·0,8)/ 35,3 = 0,725,

Kи (графит) = (32·1,28)/ 64 = 0,64,

Kи (балка) = (41·2,27)/ 94 = 0,99.

***7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ВЕНТИЛЯЦИИ ПОМЕЩЕНИЙ НА ПЕРЕХОДЕ.***

В данном разделе решается задача целесообразности и необходимости вентиляции трюмов при планировании рейса.

На трассе перехода Николаев – Кальяо выбираем 10 пунктов, характерных с точки зрения гидрометеорологических условий. Рейс начинается 10.12 и в соответствии с этой датой для намеченных пунктов определяем температуру, относительную влажность воздуха, температуру забортной воды. Исходя из полученных данных по диаграмме t - τ определяем точку росы. Все перечисленные сведения занесены в табл.7.1.

*Таблица 7.1.Значения гидрометеорологических факторов для опорных пунктов*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Координаты (наименование) характерной точки*** | ***Температура воздуха, °С*** | ***Температура воды, °С*** | ***Относительная влажность, %*** | ***Точка росы, °С*** |
| Николаев | +5 | +1 | 70 | 0 |
| Стамбул | +12 | +4 | 75 | +8 |
| о. Мальта | +14 | +15 | 75 | +9,5 |
| Гибралтар | +14 | +16 | 75 | +9,5 |
| о. Мадейра | +18 | +17 | 75 | +13,5 |
| т.1 - 20°СШ 60°ЗД | +25 | +25 | 75 | +20,5 |
| Сомбреро | +26 | +26 | 75 | +21,5 |
| Панама | +26 | +26 | 80 | +22,5 |
| Гуаякиль | +24 | +22 | 80 | +20,5 |
| Кальяо | +20 | +20 | 85 | +17,3 |

По полученным данным строим график перехода, который представлен на рис.7.1

Переход совершается из холодной зоны в теплую, поэтому для решения вопроса о необходимости вентиляции грузовых помещений наружным воздухом сравниваем температуру груза в трюме с точкой росы наружного воздуха. (1, с.111)

На графике перехода мы получили точку А на пути следования, в районе которой проходит граница возможности вентиляции трюмов наружным воздухом. На участке до т.А вентиляция будет осуществляться, на дальней пути вентиляция недопустима, так возможна конденсация влаги на грузе, что может привести к существенному снижению качества груза.

Таким образом, на участке 1 вентиляция будет производиться, а на участке 2 – нет.

***ЗАКЛЮЧЕНИЕ***

В результате выполненной курсовой работы можно сделать ряд выводов:

* Раздел «Транспортная характеристика заданных грузов» имеет целью получить ряд параметров и характеристик отдельных грузов, выявить совместимость (несовместимость) грузов, что дает возможность в дальнейшем учитывать перечисленные характеристики для решения прикладных задач.
* Раздел «Формирование пакетов из заданных грузов» является базовым для выполнения всех последующих расчетов, поскольку именно пакетированные грузы являются объектом производственной деятельности порта и дают возможность значительно ускорить перегрузочные процессы.
* Раздел «Определение валовой нагрузки» содержит несколько расчетов, направленных на определение всех необходимых параметров для организации работы склада: выбор типа погрузчика, определение оптимальной площади основания штабеля и т.д.
* Раздел «Оптимальная загрузка складов» служит для распределения грузов по складам в соответствии с площадями складов, имеющимися грузопотоками, а также учитывает выгодность хранения того или иного груза на определенном складе. Результатом оптимизации является оптимальное распределение грузов по складам, которое служит важной составляющей в задаче минимизации расходов порта.
* Раздел «Оптимальная загрузка транспортных средств» решает задачу загрузки грузовых отсеков судна, а также вагонов, что дает возможность представить весь производственный процесс порта как единое целое. Именно этот раздел предполагает наличие глубоких знаний о свойствах груза, который перевозиться, поскольку без таких знаний невозможно обеспечить безопасную и сохранную перевозку грузов.
* Раздел «Расчет критериев рациональной загрузки складов и транспортных средств» численно отражает эффективность произведенных расчетов по загрузке судна, вагона, а также размещению груза на складе.
* Раздел «Определение целесообразности вентиляции помещений на переходе» необходим для обеспечения сохранной перевозки грузов и оказывает существенное влияние на режимы перевозки тех или иных грузов.

**Дополнения к курсовику**

Совмещение хлопка малопрессованного и нитролаков невозможно, так как нитролаки являются легковоспламеняющейся жидкость, тогда как хлопок способен самонагреваться и тлеть длительный период времени. Поэтому совмещение этих грузов может привести к пожару. Исходя из этого, грузы должны находиться в различных отсеках, то есть предусматривается разделение данных грузов переборкой.

Расположение в первом слое 4 мешков рыбы вяленой обусловлено следующими соображениями:

Учитывая размеры мешков возможно расположение в первом слое 5 мест. При таком расположении мешков мы рассчитываем общее количество мест на поддоне:

np = 8 шт.;

nh′ = (1,8 – 0,08) / (0,05·5) = 6 шт.,

nh″= ( 1,8 – 0,18) / 0,19 = 8 шт.,

nh = min { 6;8} = 6 шт.;

n = 5·6 = 30 шт.

Таким образом, мы видим, что общее количество мест на поддоне при таком расположении меньше, чем в случае, когда в первом слое мы располагаем 4 мешка. Поэтому в данном расчете было предусмотрено расположение в первом слое 4 мешков рыбы вяленой, что отвечает требованиям наиболее полной загрузки поддона.

Балка двутавровая – длинномерный груз, пакеты из которого представляют собой связки. Для удобства перегрузочных работ необходимо максимальное приближение поперечного сечения связки к квадрату. В данном случае размеры балки и ее вес позволяют сформировать пакет с размерами приведенными в данной таблице.

***Литература:***

1. *Козырев В.К. Грузоведение: учебн. для вузов. – М.: Транспорт, 1991.*
2. *Гаврилов М.Н. Транспортные характеристики грузов: Справочное руководство. –М.: В/О «Мортехинформреклама». Морской транспорт, 1994.*
3. *Общие и специальные правила перевозки грузов. ТР-4М. - М.: ЦРИА «Морфлот», 1979.*
4. *Правила морской перевозки продовольственных грузов.ТР-6М. – М: В/О «Моротехинформреклама», 1988.*
5. *Правила морской перевозки опасных грузов (МОПОГ). Т.1 –М, 1970, Т.2 , 1969, Т.3, 1969.*
6. *Снопков В.И. Морская перевозка грузов: Справочное пособие – М.: Транспорт, 1978.*
7. *Шматов Э.М. Справочник стивидора – М.: Транспорт, 1975.*
8. *Fairplay. World Shipping 2000. Fairplay Publications, 2000.*
9. *Козырев В.К., Тихонин В.И. Оптимальная загрузка складов и транспортных средств: Методические указания к курсовому проектированию – О., 1998.*
10. *Атлас океанов. Главное управление навигации и океанографии Министерства Обороны СССР, 1976.*

# ***Нитролаки в ящиках***

М 1:50

## Вид сверху

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

## Вид сбоку

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

## *Рисунок 2.1. Схема формирования пакетов нитролаков*

## ***Рыба вяленая в мешках***

М 1:50

Вид сверху

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |

Вид сбоку

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

*Рисунок 2.2. Схема формирования пакетов рыбы вяленой*

### Хлопок малопрессованый в кипах

М 1:50

Вид сверху

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Вид сбоку

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |

### Рисунок 2.3. Схема формирования пакетов хлопка малопрессованого

### Графит в бочках

М 1:50

Вид сверху

Вид сбоку

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

###### Рисунок 2.4. Схема формирования пакета графита

#### Балка двутавровая №27

Вид сверху

М 1:100

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

*Рисунок 2.5. Схема формирования пакета балки*

Вид сбоку

М 1:20

##### Нитролаки в ящиках

Склад №3, склад №31:

mh = 3 шт.

Z = 2 шт.

S = 2 шт.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | |  | |
|  | |  | |  | |
|  | |  | |  | |

Склад №58:

mh = 2 шт.

Z = 2 шт.

S = 1 шт.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | |  | |
|  | |  | |  | |

Склад №71:

mh = 4 шт.

Z = 2 шт.

S = 2 шт.

|  |  |
| --- | --- |
|  | |
|  | |
|  | |  | |
|  | |  | |

#### Рыба вяленая в мешках

Склад №3, склад №31:

mh = 3 шт.

Z = 3 шт.

S = 1 шт.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | |  | | |  | | |
|  | | |  | | |  | |  | | |
|  | | |  | | |  | |  | |  | | |

Склад №58:

mh = 2 шт.

Z = 2 шт.

S = 1 шт.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | |  | |  | |
|  | |  | |  | |  | |

#### Хлопок малопрессованый в кипах

Склад №3, склад №71:

mh = 4 шт.

Z = 2 шт.

S = 2 шт.

|  |  |
| --- | --- |
|  | |
|  | |
|  | |  | |
|  | |  | |

Склад №31, склад№58:

mh = 3 шт.

Z = 2 шт.

S = 2 шт.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | |  | |  | |
|  | |  | |  | |  | |
|  | |  | |  | |  | |

#### Графит в бочках

Склад №3, склад №3:

mh = 4 шт.

Z = 2 шт.

S = 2 шт.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | |  |  | |
|  | |  |  | |
|  | |  | | |  | |
|  | |  | | |  | |

Склад №58:

mh = 3 шт.

Z = 2 шт.

S = 2 шт.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | |  | |  | |
|  | |  | |  | |  | |
|  | |  | |  | |  | |

Склад №71:

mh = 6 шт.

Z = 2 шт.

S = 3 шт.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | |  | |
|  | |  | |
|  | |  | |
|  | |  | |  | |
|  | |  | |  | |
|  | |  | |  | |

*Рисунок 3.6. Формы штабелей грузов (изображение по ширине)*

Формирование штабеля балки двутавровой схематически изображено на рис. 3.2

#### Балка двутавровая №27

Склад №71:

mh = 6 шт.

Z = 2 шт.

S = 3 шт.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |
|  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |
|  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |
|  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |
|  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |
|  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |

*Рисунок 3.7. Штабель балки двутавровой (изображение по длине)*

## Размещение штабелей нитролаков на складе №3 показано на рис. 3.8.

# М 1:150

*Рисунок 3.8. Размещение штабелей нитролаков на складе №3.*

Размещение штабелей рыбы вяленой на складе №31 показано на рис.3.9.

М 1:150

*Рисунок 3.9. Размещение штабелей рыбы вяленой на складе №31*.

Размещение штабелей хлопка малопрессованного на складе №58 показано на рис.3.10.

# М 1:150

*Рисунок 3.10. Размещение штабелей хлопка малопрессованого на складе №58*

Размещение графита в бочках на складе №71 показано на рис.3.11.

М 1:150

*Рисунок 3.11. Размещение штабелей графита на складе №71.*

Размещение штабелей балки двутавровой показано на рис.3.12.

*Рисунок 3.12. Размещение штабелей балки двутавровой на складе №71.*

Отсек №3

М 1:150

*Твиндек №3*

Хлопок

**Q = 411,8 т**

**W = 1400 м3**

*Трюм №3*

**Рыба вяленая**

**Q = 1175,5 т**

**W = 1810,3 м3**

- балка двутавровая

Q = 587,2 т

W = 416,9 м3

Рисунок 5.1. План размещения груза в отсеке №3

Отсек №4

М 1:150

*Твиндек №4*

**Нитролаки -** *Трюм №4*

**Q = 611,8 т**

**W =1162,42 м3**

* графит

Q = 305,9 т

W = 449,7 м

Рисунок 5.2. План размещения грузов в отсеке №4.

# М 1:100

Вид сверху

Вид с торца

Nв(нитролаки) = 16

*Рисунок 5.3. План размещения пакетов нитролаков на ж/д подвижном составе.*

М 1:100

Вид сверху

Вид с торца

Nв(рыба) = 16

*Рисунок 5.4. План размещения пакетов рыбы вяленой на ж/д подвижном составе.*

М 1:100

Вид сверху

Вид с торца

Nв(хлопок) = 16

*Рисунок 5.5. План размещения пакетов хлопка малопрессованного на ж/д подвижном составе.*

М 1:100

Вид сверху

Вид с торца

Nв(графит) = 32

*Рисунок 5.6. План размещения пакетов графита на ж/д подвижном составе.*

М 1:100

Вид сверху

Вид с торца

Nв(балка) = 41

Рисунок 5.6. План размещения пакетов балки двутавровой на ж/д подвижном составе.