

На правах рукописи

МАТОВНИКОВ АНДРЕЙ НИКОЛАЕВИЧ

**РАЗРАБОТКА ПРОЦЕССОВ ОРГАНИЗАЦИИ
ПРОИЗВОДСТВА АВИАЦИОННЫХ ПЕРЕВОЗОК
УНИКАЛЬНЫХ НЕГАБАРИТНЫХ ГРУЗОВ**

Специальность 05.02.22 – Организация производства

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Ульяновск – 2007

Работа выполнена в Институте авиационных технологий и управления ГОУ ВПО «Ульяновский государственный технический университет» (ИАТУ УлГТУ) на кафедре «Самолетостроение»

Научный руководитель доктор технических наук,
профессор
Попов Петр Михайлович

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор
Титов Борис Александрович
кандидат технических наук, доцент
Лобанов Сергей Дмитриевич

Ведущая организация Федеральное государственное унитарное
предприятие «Государственный научно-
производственный ракетно-космический центр
«ЦСКБ - «Прогресс» (г. Самара)

Защита состоится 29 мая 2007г. в 10 часов на заседании диссертационного совета Д 212.215.03 при ГОУ ВПО «Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П.Королева» по адресу: 443086, г. Самара, ул. Московское шоссе, 34, ауд. 209.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ГОУ ВПО «Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П.Королева».

Автореферат разослан 26 апреля 2007 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
доктор технических наук,
профессор

В.Р.Каргин

Общая характеристика работы

Актуальность темы. В настоящее время в ряде мировых отраслей промышленности, таких как нефтехимическая, энергетическая, машиностроительная, газодобывающая и других наблюдается тенденция к разработке и производству крупногабаритных и тяжеловесных агрегатов и установок, транспортировка которых в собранном виде представляет собой сложную техническую проблему. Невозможность разборки на отдельные более мелкие блоки подобных крупногабаритных и тяжеловесных агрегатов и установок с целью транспортировки в ряде случаев является принципиальной, поскольку это может быть связано со значительными стоимостными и временными затратами, а в некоторых случаях, как показывает опыт, это приводит к потере определенного процента мощности этих агрегатов и установок.

В этой связи во всем мире изыскиваются возможности транспортировки уникальных негабаритных грузов (УНГ) в нерасчлененном виде или крупными блоками.

До начала 90-х годов основными видами транспорта, занимающихся перевозками вышеупомянутых категорий грузов, считались железнодорожный, автомобильный и водный. К услугам авиации прибегали крайне редко, когда основной сдерживающий фактор – высокие тарифы на грузовые перевозки – не имел решающего значения, а приоритетными считались временные ограничения. Другой причиной, по которой воздушные перевозки уникальных негабаритных грузов не получали развития, стало полное или частичное отсутствие в гражданском флоте специализированных транспортных самолетов с большой коммерческой нагрузкой, имеющих достаточные габариты грузовой кабины. Появление на коммерческих авиалиниях широкофюзеляжных транспортных самолетов (таких как, например, Ан-124-100) создало предпосылки для возникновения и развития нового сектора рынка – рынка авиационных перевозок уникальных негабаритных грузов. Основные преимущества авиационного транспорта – скорость, низкие страховые расходы, большая дальность и минимальное количество перегрузок – стали повышать регулярность грузовых рейсов. Тем не менее, остается еще множество проблем, связанных с перевозками уникальных негабаритных грузов, большинство из которых не лежат на поверхности и их решение требует детальной проработки.

Основная проблема организации производства перевозок уникальных негабаритных грузов на воздушном транспорте – это разнообразие их массово-геометрических характеристик, что требует разработки новых приемов их адаптации к техническим возможностям транспортного самолета. Каждый случай проработки будущего рейса перевозки уникальных негабаритных грузов представляется как совокупность решений, требующая индивидуального подхода, применения специальных методик организации производства транспортировки грузов подобного рода и, конечно же, принятия мер по обеспечению безопасности всего технологического процесса транспортировки уникальных негабаритных грузов авиационным транспортом.

В этой связи необходимо отметить, что главной проблемой организации производства транспортировки, лежащей в самом начальном этапе, является выработка требований к обеспечению максимально возможной степени приближенности массово-геометрических характеристик грузов к характеристикам транспортного самолета, заданных эксплуатационной документацией.

Работа выполнена в соответствии с планом НИР института авиационных технологий и управления Ульяновского государственного технического университета и ЗАО «Авиакомпания «Полет».

Цель диссертации заключается в разработке и исследовании процессов организации производства авиационных перевозок уникальных негабаритных грузов с использованием тяжелых широкофюзеляжных самолетов.

Состояние изученности проблемы. Значительный вклад в разработку тяжелой транспортной авиации, организацию транспортировки тяжелых грузов с использованием авиационной техники (АТ) внесли отечественные ученые, конструкторы, организаторы производства и хозяйственные руководители, и зарубежные специалисты, такие как И. Сикорский, О.К. Антонов, В.М. Мясищев, В.Г. Анисенко, В.И. Толмачев, А.Н. Туполев, П.В. Балабуев, Р.Л. Бартини, А.Я. Белолипецкий, В.Ф. Ерошин, Р. Ормсби, В.В. Щербицкий, Ю.М. Киржнер, В.А. Бессонов, Г.С. Бюшгенс, Я.М. Серебрянский, С. Уиткомб, С.Я. Наумов, К.В. Бородин, А.И. Зябко, А.И. Исайкин, М. Хейиз, Н.Д. Кузнецов, А.Г. Ивченко, В.А. Лотарев, Н.П. Звонарев, Е.А. Шахатуни и др.

Исследования и разработки вышеперечисленных специалистов достаточно полно обеспечили увязку технико-экономических процессов как по созданию авиационной техники, так и использованию ее для транспортировки тяжелых уникальных грузов по воздуху. Тем не менее, остается еще множество проблем, связанных с перевозками уникальных негабаритных грузов, большинство из которых не лежат на поверхности, и их решение требует детальной проработки. И одна из основных проблем в этой связи – это проблема большого разнообразия массово-геометрических характеристик уникальных негабаритных грузов, требующая разработки методов адаптации этих характеристик к техническим возможностям транспортного воздушного судна.

Задачи исследования. Достижение сформулированной выше цели предполагает решение следующих задач:

1. Системный анализ проблемы организации процесса производства транспортировки уникальных негабаритных грузов авиационным транспортом.
2. Исследование и разработка методики организации производства авиационных перевозок уникальных негабаритных грузов с учетом согласования массово-геометрических последних с эксплуатационными характеристиками широкофюзеляжных транспортных воздушных судов.
3. Разработка технологии выполнения авиационных перевозок, включая технологию погрузочно-разгрузочных работ и закрепления грузов внутри воздушного судна.
4. Оценка экономической эффективности авиационных перевозок погрузочно-разгрузочных комплексов.

Область исследования.

1. Моделирование производственных процессов, вспомогательных и обслуживающих производств при организации авиаперевозок уникальных негабаритных грузов на широкофюзеляжных транспортных самолетах.

2. Разработка методов и средств организации производства авиаперевозок уникальных негабаритных грузов в условиях технических и экономических рисков.

Объектом исследования является производственно-технологической процесс подготовки перевозки крупногабаритных грузов на широкофюзеляжных транспортных самолетах.

Предмет исследования: процессы организации производства перевозок уникальных негабаритных грузов на широкофюзеляжных транспортных самолетах рамповой конструкции; состав технических требований на разработку специализированных погрузочно-разгрузочных комплексов.

Методика исследований включает проведение теоретических исследований совместно с моделированием технологических процессов погрузки и разгрузки, размещения и закрепления объектов перевозки; экономико-математическим моделированием процессов организации производства перевозок.

Научная новизна работы заключается

- в разработке методики определения главных критериев классификации УНГ в привязке к организации производства перевозок на широкофюзеляжных транспортных воздушных судах;

- в определении характеристик соотносимости погрузочно-разгрузочных комплексов и транспортных средств;

- в разработке методики определения условий размещения и закрепления погрузочно-разгрузочных комплексов при авиаперевозках на широкофюзеляжных транспортных воздушных судах;

- в разработке метода формирования требований к погрузочно-разгрузочному комплексу с учетом характеристик погрузочно-разгрузочных комплексов.

Практическая ценность работы. Разработанные методики организации процесса производства авиаперевозок уникальных негабаритных грузов позволили осуществить совершенствование организационных и технологических приемов подготовки данной категории грузов к авиаперевозкам на широкофюзеляжных транспортных воздушных судах.

Представленные методики имеют особую актуальность при разработке новых проектов транспортных самолетов рамповой конструкции.

Реализация результатов работы. Результаты диссертационной работы внедрены в процесс организации производства перевозок ведущих авиакомпаний-эксплуатантов Ан-124-100 – ЗАО АК «Полет» и ЗАО АК «Волга-Днепр».

Апробация работы. Основные положения диссертации доложены на Международной молодежной научно-технической конференции «XXVIII Гагаринские чтения» (Москва, РГТУ им. Циолковского, 2001), V Всероссийской научно-практической конференции «Современные технологии в машиностроении» (Пенза, Приволжский дом знаний, 2002, 2006 г.г.) и на научно-технических конференциях ППС 2003-2006 г.г. (г. Ульяновск) в УлГТУ.

Публикации. По теме диссертации автором опубликовано 8 работ, в т.ч. 1 статья - в периодическом научно-техническом издании, рекомендованном ВАК России.

Диссертационная работа изложена на 174 с., состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы. Работа содержит 57 рисунков; 17 таблиц; список литературы включает 46 наименования.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении сформулирована проблема исследования, обоснована ее актуальность, определена цель работы и круг решаемых задач, отмечена ее научная новизна и практическая направленность.

В первой главе приводится общая классификация всей номенклатуры грузов, перевозимых различными видами транспорта (рисунок 1), определяется

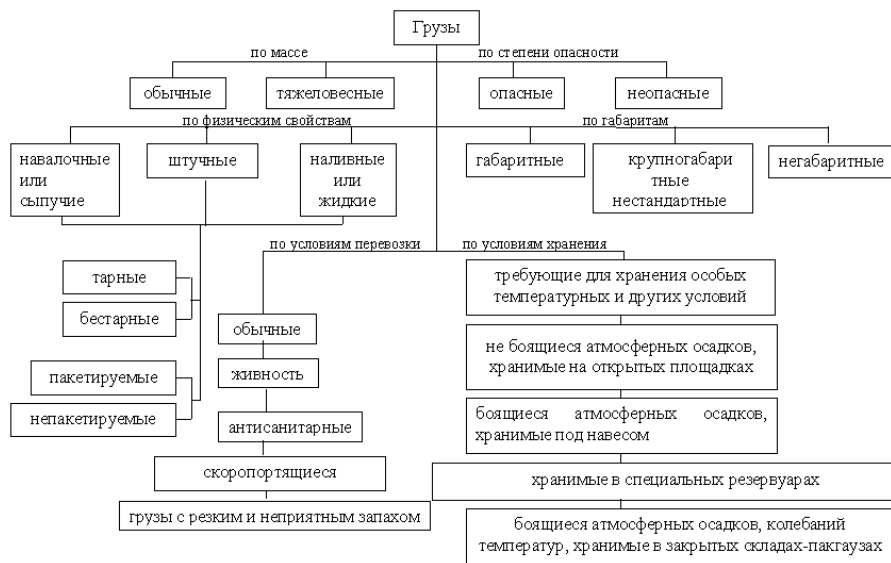


Рис. 1. Общая классификация грузов

место в ней уникальных негабаритных грузов. Выполняется системная характеристика видов транспорта, оценка технических возможностей в транспортировке уникальных негабаритных грузов по каждому отдельному виду. Приводятся и обосновываются преимущества воздушной перевозки грузов подобного рода. Выполняется системно-функциональный анализ характеристик транспортных самолетов главным образом на предмет возможности транспортировки уникальных негабаритных грузов и определения доли охвата рынка перевозок этих

грузов. На основании опыта эксплуатации тяжелых транспортных самолетов ведущими авиакомпаниями анализируются применяемые технические средства, выполняется сравнительный анализ эффективности их применения. На основе проведенного исследования сформулированы цели и задачи диссертационной работы.

Во второй главе анализируется рынок авиационных перевозок уникальных негабаритных грузов, разрабатывается системный подход их классификации как объектов транспортировки на воздушных судах. Основной акцент в классификации уникальных негабаритных грузов ставится на определении критерия степени устойчивости и формировании группы плоских грузов.

Степень устойчивости характеризуется предельным углом устойчивого состояния, пропорционального отношению ширины груза к высоте расположе-

ния центра масс:
$$n_z = \frac{w}{2y_T} = \operatorname{tg} \beta_{yc} . \quad (1)$$

Всю совокупность грузов можно разделить на *устойчивые* ($\operatorname{tg} \beta_{yc} > 0.21$), *умеренно устойчивые* ($0.052 < \operatorname{tg} \beta_{yc} \leq 0.21$) и *неустойчивые* ($\operatorname{tg} \beta_{yc} \leq 0.052$).

Неустойчивые грузы по характеру взаимодействия с опорной поверхностью делятся на неустойчивые грузы I рода (точечное взаимодействие), II рода (линейное взаимодействие) и III рода (плоскостное взаимодействие).

Используя эффект изменения ширины грузовой кабины с высотой, можно определить оптимальное положение абсолютно плоского груза (рисунок 2).

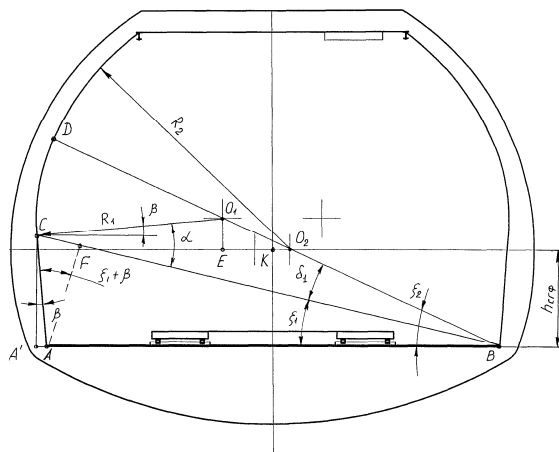


Рис. 2. Расположение абсолютно плоского груза

При этом ширина груза определяется по формуле:

$$w_{zp} = \sqrt{R_1^2 + O_1B^2 - 2R_1 \times O_1B \times \cos \left[180 - \delta_1 - \arcsin \left(\frac{O_1B \times \sin \delta_1}{R_1} \right) \right]} . \quad (2)$$

Максимальная ширина абсолютно плоского груза выражается формулой:

$$w_{zp}^{\max} = R_1 + O_1B . \quad (3)$$

Сформулировано свойство плоских грузов: плоский груз может иметь ширину, превышающую ширину грузовой кабины на уровне пола, что увеличивает возможности перевозки уникальных грузов на воздушном транспорте.

При рассмотрении реального груза, то есть когда имеется какое-то соотношение $\frac{h}{w}$ (рисунок 3, а, б),

его ширина выразится формулой:

$$w_{zp} = \sqrt{R_2^2 + (O_2B')^2 - 2R_2 \times O_2B' \times \cos \left[180 - \delta_2 - \arcsin \left(\frac{O_2B' \times \sin \delta_2}{R_2} \right) \right]}, \quad (4)$$

где $O_2B' = \sqrt{\left(\frac{w_{ГК}}{2} - \Delta - KO_2 \right)^2 + h_{сгф}^2}$.

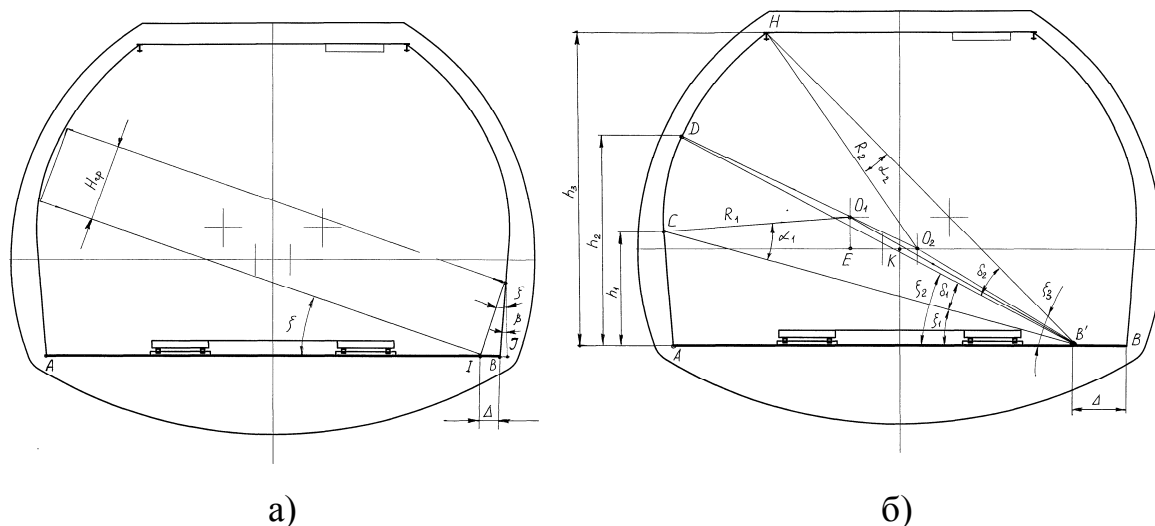


Рис. 3. Размещение реального плоского груза

Построен график зависимости $w = f(h)$ (рисунок 4). Горизонтальный отрезок на этом графике определяет ширину грузовой кабины по полу. Кривые 1 и 2 соответствуют ширине груза, устанавливаемого без зазоров и с необходимыми зазорами соответственно.

Линия графика ниже отрезка образует зону так называемых «неплоских» грузов. Их удобнее размещать на полу грузовой кабины. Формулируется определение плоского груза: *плоским* называется такой груз, для которого $\frac{h}{w} \leq 0,2$.

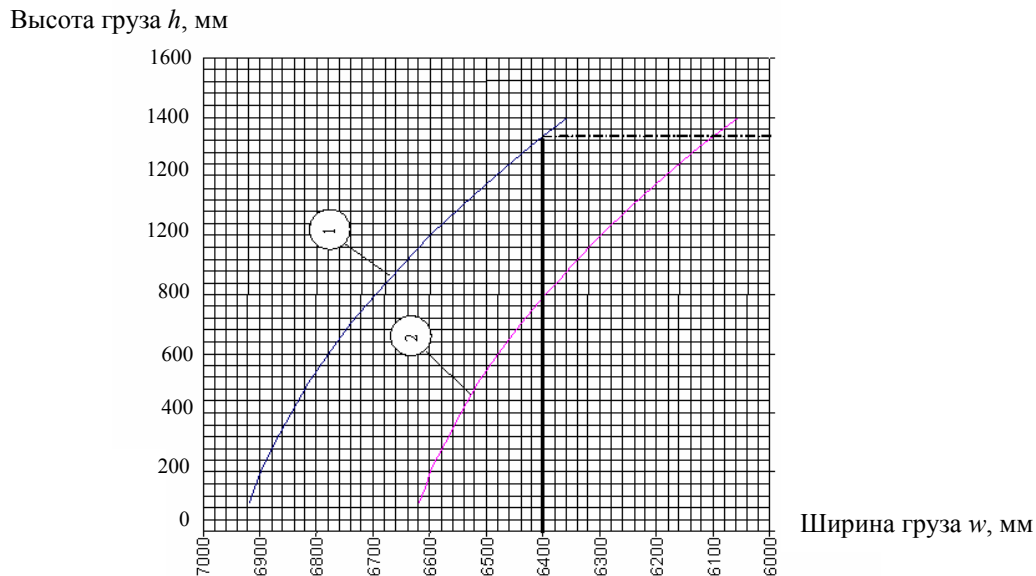


Рис. 4. График зависимости $w = f(h)$

Исходя из выделенных оснований классификации и определения групп, неустойчивых и плоских грузов, построена схема классификации уникальных негабаритных грузов (рисунок 5).

С целью определения диапазона варьирования геометрических и массовых характеристик грузов проведено их исследование по каждой отрасли, к которой относится груз без рассмотрения его как объекта перевозки. Отражены ключевые моменты по организации процесса перевозки с исследованием временных характеристик погрузки-выгрузки уникальных негабаритных грузов.

Разработана методика - технология и методы швартовки объектов перевозки внутри грузового воздушного судна на примере широкофюзеляжного транспортного самолета Ан-124-100. Разработана методика определения относительных характеристик соотносимости уникальных негабаритных грузов и транспортного средства:

а) отношение массы груза к стояночной массе самолета:

$$\bar{m}_{ep} = \frac{M_{ep}}{M_{cm}}, \quad (5)$$

где M_{ep} – масса груза, т; M_{cm} – стояночная масса самолета;

б) удлинение груза $\lambda = \frac{L}{2} \sqrt{\frac{\pi}{S_M}}, \quad (6)$

где L – длина груза; S_M – площадь миделя груза.

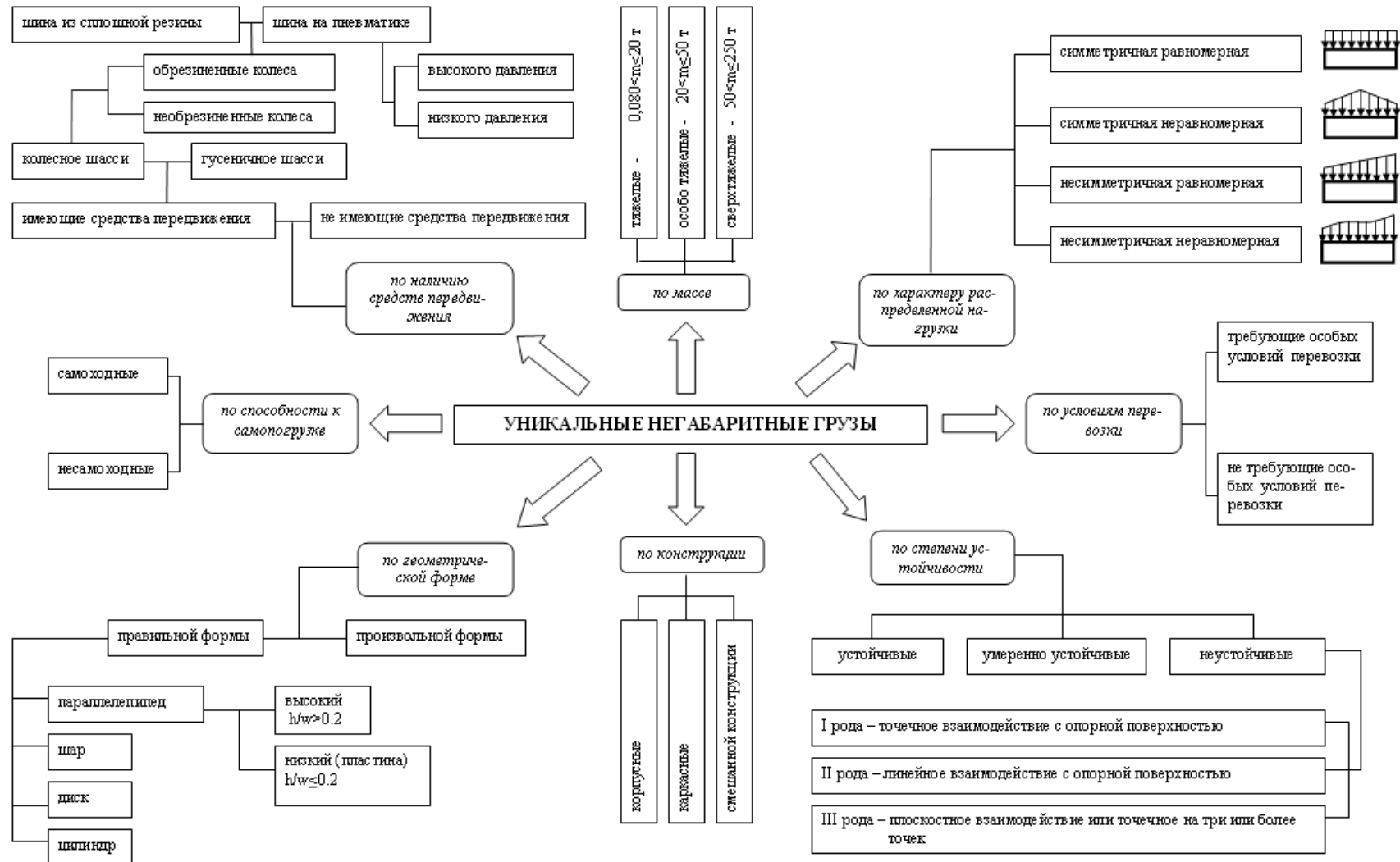


Рис. 5. Классификация уникальных негабаритных грузов

в) отношение длин груза и грузовой кабины транспортного самолета:

$$\bar{l} = \frac{l_{gp}}{l_{ГК}}; \quad (7)$$

г) отношение высот груза и грузовой кабины транспортного самолета:

$$\bar{h} = \frac{h_{gp}}{h_{ГК}}; \quad (8)$$

д) отношение ширины груза и грузовой кабины транспортного самолета:

$$\bar{w} = \frac{w_{gp}}{w_{ГК}}. \quad (9)$$

Размещение груза гарантируется, если относительные параметры, отраженные в формулах (7), (8), (9) меньше единицы.

Расположение груза по длине грузовой кабины влияет на центровку самолета в целом. Имея вполне определенный диапазон допустимых центровок, графически рассчитывается диапазон положения ЦТ груза в зависимости от его массы (рисунок 6). Кривые 1 и 2 ограничивают положение ЦТ груза при задней и передней центровках соответственно для самолета Ан-124-100, кривые 3 и 4 определяют предельные значения центровки при остатке топлива 25 т, кривые 5, 6 – максимальную длину груза при остатке топлива 25 т и взлетной массе 392 т соответственно.

Длина грузовой кабины, %

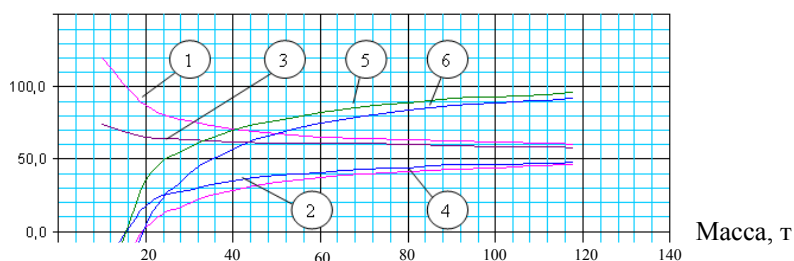


Рис. 6. Диапазон положения ЦТ груза в зависимости от его массы

Динамику процесса размещения отражает модель погрузки несамоходного груза с плоским днищем с применением полиспастной системы (рисунок 7).

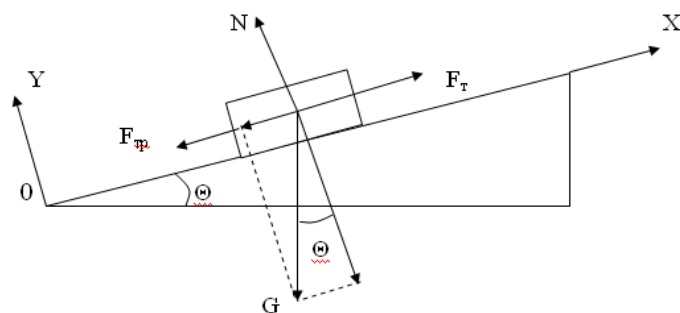


Рис. 7. Модель закатки груза в самолет через передний грузовой люк

При этом на тело действуют сила тяжести G , сила сопротивления движению $F_{сопр}$, сила натяжения троса F_T . Со стороны опорной поверхности на тело действует реакция опоры N . Тяговое усилие на лебедке рассчитывается как

$$F_T = \frac{Gf \cos \theta}{R} + 1.5(0.005d_e + 0.001P_n) \frac{d_e}{2} + G \sin \theta, \quad (10)$$

где f – коэффициент трения;

R – радиус ролика из состава средств передвижения;

d_e – диаметр вала ролика;

P_n – нормальная нагрузка.

Количество подвижных блоков полиспаста:

$$n = \frac{F_T}{2F_{тяг}}, \quad (11)$$

где $F_{тяг}$ – тяговое усилие на лебедке.

В третьей главе определяются требования на организацию производства погрузочно-разгрузочного комплекса в рамках типового тактико-технического задания. Исходя из выбранной схемы размещения и закрепления грузов, разработана методика определения усилий в швартовочных связях. Анализ проведенных расчетов позволил определить минимально потребное число швартовочных связей (таблица 1).

Если цепь закреплена у основания груза, швартовочная связь воспринимает полностью всю приходящуюся на нее нагрузку.

Принято, что при угле наклона $0^0 < x \leq 30^0$ швартовочная цепь работает полностью, при $30^0 < x \leq 60^0$ - количество цепей необходимо удвоить, а при $x > 60^0$ швартовочные связи вообще не учитываются.

Количество швартовочных связей

Вес монолитного груза, т	Количество цепей			
	от смеще- ния вперед	от смещения назад	от смещения вбок	
			передняя группа	задняя группа
До 8	2	2	2	2
От 8 до 14	4	2	2	2
От 14 до 24	6	4	4	4
От 24 до 30	8	6	6	6
От 30 до 37	10	8	6	6
От 37 до 44	14	8	8	8
От 44 до 50	16	10	8	8

На основании разработанных главных требований проводится синтез конструкции погрузочно-разгрузочного комплекса для выполнения конкретных задач по организации производства авиационных перевозок уникальных негабаритных грузов на численном примере. Основные составляющие погрузочно-разгрузочного комплекса: грузоноситель; грузовая платформа; распределитель нагрузки; ложементы.

Существование специализированного погрузочно-разгрузочного комплекса определяется следующими условиями:

а) соответствие массовых параметров самолета и груза достигается путем приведения удельных массовых характеристик груза к допустимым нагрузкам на пол грузовой кабины:

– погонная нагрузка

$$q = \frac{M_{gp}}{l_{gp}} \leq [q] ; \quad (12)$$

– длина распределителя нагрузки

$$l_p \geq \frac{M_{gp}}{[q]} ; \quad (13)$$

– давление от ложементов

$$p_{лож} \leq [p] ; \quad (14)$$

б) соответствие геометрических характеристик должно обеспечиваться наличием необходимых зазоров Δ между внешними обводами конструкции груза и силовым набором грузовой кабины:

– максимальная строительная высота погрузочно-разгрузочных комплекса:

$$h_{ПРК} \leq h_{ГК} - (h_{gp} + \Delta) ; \quad (15)$$

– ширина опоры грузоносителя:

$$w_{zn} \geq w_n + w_b ; \quad (16)$$

в) угол наклона плоскости пола грузовой кабины будет находиться в пределах $2^{\circ}23' \div 2^{\circ}25'$.

В четвертой главе выполнен расчет экономического эффекта применения специализированных погрузочно-разгрузочных комплексов. На основе опыта перевозок ведущих авиакомпаний мира проведена оценка существующих погрузочно-разгрузочных комплексов для авиаперевозок уникальных негабаритных грузов. Делается вывод о том, что для авиаперевозок уникальных негабаритных грузов целесообразно применять специализированные погрузочно-разгрузочные комплексы, перевозимые на транспортных широкофюзеляжных самолетах вместе с уникальными негабаритными грузами.

При этом оценка экономической эффективности доставки уникальных негабаритных грузов выполняется по себестоимости доставки груза. Все проведенные оценки получены применительно к самолету Ан-124-100 для грузов двух весовых категорий 30 т и 100 т. Расчеты показывают, что применение специализированных погрузочно-разгрузочных комплексов дает определенный экономический эффект.

В заключение четвертой главы формулируются общие технические требования к разработке специализированных погрузочно-разгрузочных комплексов и рекомендации по их эксплуатации.

Основные выводы и результаты

Проведенные исследования и разработки по проблеме организации процессов производства транспортировки уникальных негабаритных грузов авиационным транспортом позволяют сделать следующие основные выводы:

1. Анализ современного состояния проблемы организации транспортировки тяжеловесных негабаритных грузов авиационным транспортом оказывает, что эта проблема на сегодня еще далека от своего регулярного решения, поскольку каждая авиационная перевозка таких грузов является по существу уникальной и требует разработки и создания специализированных погрузочно-разгрузочных комплексов и особых мер безопасности.

2. Общая классификация грузов, перевозимых авиационным транспортом, позволяет выделить класс особых грузов - уникальные негабаритные грузы, перевозка которых осуществляется по предельным возможностям транспортного средства, среди которых следует отметить массовые, инерционно-массовые, геометрические и транспортабельные характеристики.

3. Анализ транспортных средств для организации производства авиационных перевозок уникальных негабаритных грузов показывает на монопольное положение на современном мировом рынке широкофюзеляжного рампового самолета Ан-124-100, которое будет сохраняться, по крайней мере, в ближайшее десятилетие.

4. Исследование авиационных перевозок уникальных негабаритных грузов, выполненных отечественными авиакомпаниями, авиакомпаниями США,

Западной Европы и стран Азии, позволяет определить пути совершенствования процесса организации грузовых авиаперевозок, к которым следует отнести:

- разработку методики моделирования погрузочно-разгрузочных процессов;
- определение статистического закона распределения массовых и геометрических характеристик грузов с целью расчета допустимых пределов распределения этих характеристик при планировании авиаперевозок;
- разработку методики определения соответствия перевозочных характеристик груза и воздушного судна по массовым, геометрическим и центро-вочным параметрам;
- разработку тактико-технических требований к специализированным погрузочно-разгрузочным комплексам, позволяющим существенно повысить эффективность авиационной транспортной системы.

5. Расчет экономической эффективности применения в грузовых авиаперевозках специализированных погрузочно-разгрузочных комплексов, проведенных по себестоимости доставки груза, показывает на отдельное преимущество специализированных погрузочно-разгрузочных комплексов по сравнению со штатными.

6. Разработанные в диссертации тактико-технические требования на погрузочно-разгрузочный комплекс, включающие в себя производственные и эксплуатационные требования, требования к транспортабельным элементам погрузочно-разгрузочных комплексов, а также синтез основных параметров погрузочно-разгрузочных комплексов транспортабельного воздушного судна, включая расчет усилий в швартовых связях и рекомендации по организации швартовых работ, позволяет организовать производство авиационных перевозок уникальных негабаритных грузов в широком диапазоне номенклатуры этих грузов.

Основные положения диссертации отражены в 8 научно-технических работах, в том числе:

1. Матовников А.Н., Толмачев В.И. Потребности рынка авиационных перевозок РФ в грузовых самолетах для перевозки генеральных грузов / Прогрессивные технологии, материалы и конструкции: Сборник научных трудов // Ульяновский государственный технический университет: УлГТУ, 1999. – С.167-170.
2. Толмачев В.И., Матовников А.Н. Транспорт: грузы и технические средства для их перевозки / Перспективные методы и средства обеспечения качества летательных аппаратов: Сборник научных трудов // Ульяновский государственный технический университет: УлГТУ, 2000. – С.151-164.
3. Матовников А.Н. Техническое задание на разработку специальной оснастки в системе перевозок уникальных грузов на воздушном транспорте // XXVIII Гагаринские чтения: Сборник докладов Международной научной конференции: Москва, 9-12 апреля 2001 г. – М.: «ИАТМЭС», 2001. - Том 3. – С.97-98.

4. Матовников А.Н. Перевозка уникальных негабаритных грузов на воздушном транспорте: проблемы и перспективы / Космос – дом человека будущего/Молодежные научно-технические чтения, посвященные 40-летию первого полета человека в космос: Сборник материалов областной научно-практической конференции. – Ульяновск: УлГТУ, 2001. – С.46-49.
5. Матовников А.Н. Основания классификации уникальных негабаритных грузов на воздушном транспорте // Современные технологии в машиностроении: Сборник материалов V Всероссийской научно-практической конференции. - Ч II – Пенза, 2002. – С.144-146.
6. Матовников А.Н., Дубровский П.В. Проблемы и перспективы перевозок уникальных негабаритных грузов на воздушном транспорте / Общероссийский научно-технический журнал «Полет». – М.: Машиностроение, 2003. -№2. – С.35-39.
7. Матовников А.Н. Обеспечение соотносимости габаритно-массовых характеристик уникальных грузов и технических возможностей транспортного самолета / «Управление качеством в современной организации»: сборник научно-технических статей. - Пенза: Приволжский Дом знаний, 2006. – С. 140-144.
8. Матовников А.Н., Ляшко Ф.Е. Обеспечение соотносимости габаритно-массовых характеристик уникальных грузов и технических возможностей транспортного самолета /Научно-технический сборник. - Самара: Самарский научный центр РАН, 2006. – С. 47-52.