

## **Систематизация и классификация типов грузовых люков самолетов транспортной категории по основным конструктивным признакам**

*Государственное предприятие «АНТОНОВ»  
Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «ХАИ»*

Ввиду активного развития авиационной техники в сегменте самолетов транспортной категории, а также большого многообразия конструктивных исполнений грузовых люков, имеет место необходимость их систематизации и классификации. С этой целью выполнен анализ известных схем грузолюков транспортных самолетов. Проведена классификация грузовых люков по их объединяющим конструктивным признакам. Такая классификация необходима для облегчения процесса проектирования и подробного предметного анализа предлагаемых вариантов возможных схем грузовых люков разрабатываемого транспортного самолета определенного класса и назначения. Рассмотрены основные вопросы связанные с разработкой грузовых люков, определены направления их решения. **Ключевые слова:** грузовой люк, технические требования, грузовая кабина, надежность, гермоперегородка, рампа, створка, компоновка, аэродинамические обводы, гермошпангоут, гермотрап.

### **Введение**

Грузовой люк современного транспортного самолёта является основной частью фюзеляжа и предназначен для выполнения основных десантно-транспортных задач, технических требований к грузовому люку и обеспечения аэродинамической формы фюзеляжа.

Чем больше поставленных задач и требований, тем сложнее грузовой люк, так как эти задачи и требования связаны с аэродинамическими, прочностными, весовыми, взлётно-посадочными и другими характеристиками самолёта, а также с вопросами его герметичности, надёжности, удобства эксплуатации и т. д.

Тенденция к уменьшению непосредственного вмешательства человека в процесс управления системами самолёта с целью облегчения и ускорения процесса эксплуатации, исключения ручных операций при работе грузового люка, приводит к созданию схем грузовых люков с автоматическим управлением на земле и в воздухе. Поэтому, простое решение поставленной задачи при выборе схемы грузового люка достигается в основном за счёт уменьшения возможностей грузового люка или снижения тактико-технических характеристик самолета.

Таким образом, грузовой люк современного транспортного самолёта – это сложная управляемая техническая система, и его технические характеристики находятся во взаимосвязи не только с эксплуатационными, но и тактико-техническими характеристиками самолёта. Процесс разработки оптимальной схемы грузового люка предполагает определённый компромисс между его сложностью и техническими требованиями к грузовому люку и самолёту. Следует также учитывать, что не всякое простое решение является работоспособным и надёжным в работе.

### **Определения и понятия**

Грузовой люк транспортного самолёта представляет собой совокупность взаимосвязанных неподвижных и подвижных частей фюзеляжа, относящихся к вырезу в его передней, боковой или хвостовой части, определённым образом взаимодействующих друг с другом, фюзеляжем, элементами десантно-транспортного оборудования, а через приводы и управляющие устройства – с электронными, электрическими, гидравлическими и другими системами управления с целью выполнения основных десантно-транспортных задач, обеспечение технических требований к грузовому люку и обеспечения аэродинамической формы фюзеляжа.

### **Анализ и классификация известных типов грузовых люков**

В авиационной технике существует большое количество транспортных самолётов различного класса и назначения. Каждому из них соответствует определённая схема грузового люка. Конструктивные схемы грузовых люков отличаются по структуре и количеству составных частей, их функциональному назначению, взаиморасположению и взаимодействию друг с другом. Практически нет ни одной схемы грузового люка, которая бы не отличалась от другой какими-либо конструктивными признаками. Ещё больше схем грузовых люков или технических решений по выполнению таких схем находятся в патентных архивах.

Приступая к поиску схемы грузового люка транспортного самолёта, конструктор использует сведения о прототипе – наиболее близком по классу и назначению самолёте.

Анализ известных схем позволяет определить: подходит ли какая-либо из них к разрабатываемому объекту и выполняема ли она в реальной конструкции. Если проработки вариантов известных схем не приводят к положительному результату, требуется поиск новых технических решений. Конкретизировать направление поиска и ускорить разработку грузового люка позволяет классификация схем грузовых люков, дающая возможность как бы примеривать определённый тип схемы к формирующейся конструкции после выполнения в ней соответствующего выреза.

Несмотря на большое количество схем грузовых люков, их можно объединить по определённым признакам в группы, каждая из которых может содержать однотипные схемы, отличающиеся друг от друга своими конструктивными признаками внутри схемы данного типа.

Основными критериями при разработке грузового люка являются простота и надёжность его работы. Однако простота конструкции – понятие относительное, и за кажущейся, на первый взгляд, простотой (выражающейся, например, в количестве подвижных составных частей) скрываются трудновыполнимые технические задачи по обеспечению функционирования грузового люка. Поэтому простота выбранной схемы должна сопровождаться соответствующими техническими решениями в вопросах навески, взаимодействия и управления составных частей грузового люка с обязательным выполнением всех технических требований, в том числе по надёжности и безопасности его работы.

Иногда стремление заявить максимальные возможности транспортного самолёта приводит к тому, что в технические требования вводятся пункты, предписывающие обеспечение проёма грузового люка, допускающего погрузку и выгрузку грузов в соответствии с габаритными размерами грузовой кабины самолёта. Выполнение такого требования означает, что проём грузового люка

должен соответствовать поперечному сечению грузовой кабины. Осуществить это невозможно без отворота хвостовой части фюзеляжа или поднятия кабины экипажа над грузовой кабиной.

На практике соединение противоречий между реальной конструкцией фюзеляжа и вырезом в нём, обеспечивающим выполнение транспортных или десантно-транспортных задач, приводит к пониманию того, что для их выполнения не обязателен сквозной вырез в фюзеляже, соответствующий поперечному сечению грузовой кабины.

Вырез определяется на основании кривых наибольших габаритов загружаемой по наклонному полу техники, а также кривых тех грузов, которые сбрасываются в полёте или загружаются в самолёт параллельно полу грузовой кабины. Такой вырез определяет проём грузового люка, обеспечивающий выполнение десантно-транспортных операций и возможность формирования реальной конструкции фюзеляжа, выполняющей свои несущие и эксплуатационные функции.

Приступая к поиску необходимой схемы грузового люка, разработчик имеет в своём распоряжении теорию фюзеляжа, габаритные размеры грузовой кабины, схему шасси самолёта, технические требования к грузовому люку, сведения о номенклатуре размещаемых в грузовой кабине грузов и технике, данные о средствах выполнения транспортных и десантно-транспортных задач.

Схема шасси самолёта позволяет установить высоту порога грузовой кабины и угол наклона пола по отношению к земле, в зависимости от изменения массы и центровки самолёта.

Что же касается основных типов грузовых люков транспортных и десантно-транспортных самолетов, в зависимости от расположения их в определенной части фюзеляжа и их конструктивных особенностей, можно выделить 4 основные группы:

**1. Боковые грузовые люки** – грузовые люки, расположенные в боковой части фюзеляжа, имеющие определенный проем для погрузки – выгрузки, как правило, конкретно заданных грузов. Обычно такие грузовые люки применяются на транспортных самолетах, которые путем небольшой доработки переделывают из пассажирских судов, или в самолетах двойного назначения. Преимуществом таких грузовых люков является их простота, относительно небольшой вес конструкции, простота механизмов запираения, узлов навески, герметизации проема и не оказание влияния на аэродинамику самолета при проектировании или переоборудовании. Грузовые люки этого типа в основном используются для погрузки – выгрузки грузов на специальных авиационных поддонах или контейнерах, которые вписаны в форму фюзеляжа и имеют конкретные размеры и габариты. Основными недостатками таких люков является невозможность погрузки внутрь фюзеляжа длинномерных негабаритных грузов ввиду необходимости их разворота при погрузке, отсутствие каких-либо средств или вспомогательных устройств для погрузки-выгрузки, которые обеспечивают автономность эксплуатации воздушного судна, а также выполнения парашютного десантирования грузов и техники. Обычно такие самолеты загружают и выгружают в специально оборудованных аэропортах, где имеются необходимые погрузочные устройства (погрузчики, подъемные площадки, краны, транспортеры, прочее). Грузовыми люками данного типа оборудованы такие самолеты, как Ил 96-400Т(рис. 1), Ту-204-100С, Airbus A330-243F, Boeing 737F, Boeing 757F, Boeing 777F и другие.



Рис. 1. Боковой грузовой люк Ил 96-400Т



Рис. 2. Переоборудование пассажирского Boeing 737-400 в транспортный Boeing 737F



Рис. 3. Пример погрузки при помощи специальной аэропортовой погрузочной платформы

**2. Носовые (передние) грузовые люки** – люки в носовой части самолета, имеющие проем меньше или равный мидельной части фюзеляжа. Они служат для погрузки-выгрузки пакетированных или длинномерных грузов и техники в фюзеляжа. Основными преимуществами данной схемы являются такие показатели, как: возможность перевозки воздушным судном длинномерных негабаритных грузов, обеспечение проема, равного миделю фюзеляжа, отсутствие нагрузки от аэродинамических поверхностей (оперения, крыла), возможность установки рампы и раскладных трапов, а также приседания самолета на переднюю опору для обеспечения необходимых углов наезда при погрузке-разгрузке колесной техники, дающие возможность эксплуатации воздушного судна на неподготовленных аэродромах. К недостаткам следует отнести: влияние конструкции грузового люка на аэродинамику носовой части самолета, так как имеет место необходимость выноса кабины пилотов для обеспечения проема грузового люка, в том числе равного миделю фюзеляжа, отсутствие БПУ, наличие приводных устройств для открытия-закрытия люка, дополнительный вес рампы и трапов (при их наличии), сложную механизацию и герметизацию, невозможность выполнения воздушного десантирования. Такими грузовыми люками оборудуют как транспортные самолеты, так и самолеты двойного назначения с целью обеспечения удобства погрузки-выгрузки, перевозки специальных нестандартных грузов, возможности эксплуатации воздушного судна на неподготовленных аэродромах. Грузовыми люками данного типа оснащены такие самолеты, как Boeing 747-8F, Airbus A300-600ST(Beluga) (рис. 4), C-5 Galaxy (рис. 7), Ан-124, Ан-225 и другие.



Рис. 4. Передний грузовой люк Airbus A300-600ST(Beluga)

**3. Хвостовые (задние) грузовые люки** – люки в хвостовой части самолета, имеющие проем меньше или равный мидельной части фюзеляжа служащие для погрузки-выгрузки всех типов грузов, перевозимых воздушными суднами. Хвостовые грузовые люки так же, как и носовые, обеспечивают возможность перевозки воздушным судном длинномерных негабаритных грузов, обеспечивают проем, равный миделю фюзеляжа. Как правило, такие грузолюки оборудованы рампой и раскладными трапами, а также конструктивно обеспечивается относительно невысокое расположение грузового пола, что в совокупности обеспечивает возможность погрузки-выгрузки самоходной колесной техники или тележек с соблюдением минимальных углов наезда. Дополнительно возможно оборудование люков БПУ (бортовыми погрузочными устройствами), обеспечивающими полную автономность при эксплуатации воздушного судна на неподготовленных аэродромах. Такие грузовые люки, по сравнению с указанными выше, обеспечивают возможность выполнения десантирования всех типов грузов с воздушного судна, что является их основной конструктивной особенностью. Основными недостатками люков этого типа являются: сложная механизация, обеспечивающая работоспособность и функциональность люков, необходимость введения дополнительных силовых элементов в виде балки грузолюка для усиления выреза в хвостовой части и передачи нагрузок на конструкцию фюзеляжа от оперения. Наличие приводных устройств (гидроцилиндров, приводов сдвига, водила, прочее), сложная герметизация, обеспечивающая герметичность грузовой кабины, иногда – введение дополнительных элементов герметизации (гермоштитков, гермошворков, гермотрапов). Такими грузовыми люками оборудовано большинство десантно-транспортных самолетов. Грузовыми люками данного типа оборудованы такие самолеты, как: С-295, Ан-132, С-27, Ан-178, КС-390, А-400М (рис. 5.), Ил-76МД-90А, С-17 и другие.



Рис. 5. Задний грузовой люк А-400М

**4. Разъемные части фюзеляжа** – представляют собой отсоединяющуюся носовую или хвостовую часть фюзеляжа в регулярной зоне, равной размерам грузовой кабины с целью обеспечения проема для погрузки-выгрузки различных

типов грузов. Такое конструктивное решение хоть и обеспечивает погрузку негабаритных нестандартных грузов внутрь фюзеляжа с относительно несложной механизацией и герметизацией проема, но при этом имеет ряд недостатков. Основными из них являются: разъем в конструкции силовых элементов планера, как следствие – все коммуникации (проводка системы управления, электропроводка, гидросистема, прочее) должны иметь разъемы в месте стыка, а также силовые узлы или элементы механизации для передачи нагрузки от отъемной части к планеру. Невозможна эксплуатация воздушного судна на неподготовленных аэродромах ввиду отсутствия специального погрузочного оборудования, невозможно выполнение десантирования грузов. Как правило, отъемными частями снабжаются серийные самолеты с целью минимизации переделок типовой конструкции и для перевозки нестандартных специальных грузов с определенных специализированных аэродромов. Примерами таких самолетов являются Boeing 747 LCF Dreamlifter (рис. 9), Boeing B377 Super Guppy (рис. 6).



Рис. 6. Самолет Boeing 377 SuperGuppy с передней отъемной частью

В свою очередь, эти четыре основные группы можно классифицировать по их основным конструктивным особенностям. Прежде всего, по наличию основных элементов конструкции.

Так как конструктивно боковые грузовые люки не позволяют перевозить крупногабаритные грузы, а предназначены в основном для погрузки пакетированных грузов на авиационных поддонах или контейнерах, как таковой необходимости в погрузке колесной или самоходной техники нет. Поэтому их конструкция довольно проста, и на сегодняшний день существуют только **«Створочные» (1.1)** боковые грузовые люки, которые закрывают проем грузовой кабины.

Носовые же (передние) грузовые люки, в отличие от боковых, можно разделить на:

**2.1. Створочные** – из одной или более створок, закрывающих проем люка (Boeing 747-8F, Airbus A300-600ST(Beluga) (рис. 4)).

**2.2. Комбинированные** – как со створками, полностью или частично закрывающими проем грузовой кабины, так и с рампой для заезда и погрузки самоходной техники (C-5 (рис. 7), Ан-124, Ан-225).



Рис. 7. Самолет C-5 Galaxy с комбинированным передним грузовым люком

Задние (хвостовые) грузовые люки по такому же принципу можно разделить на:

**3.1. Створочные** – как и передние, состоящие из одной или более створок, закрывающих проем люка (Ан-8, Ан-12 (рис. 15), Ан-28 (рис. 14), Ан-24Т, Ан-38 (рис 13.)).

**3.2. Рамповые**, состоящие только из одной рампы, которая служит для наезда и погрузки самоходной техники и закрывает проем грузового люка (Ан-26, Су-80 (рис. 8)).



Рис. 8. Самолет Су-80 с рамповым задним грузовым люком

**3.3. Комбинированные**, состоящие как из створки, полностью или частично закрывающей проем грузовой кабины, так и рампы для наезда и погрузки самоходной техники (С-295, С-27J, Ан-178, А400М, С-141 (рис. 16)).

Отъемные части можно разделить на:

**4.1. Передние** (Boeing B377 SuperGuppy (рис. 6)).

**4.2. Задние** (Boeing 747 LCF Dreamlifter (рис. 9)).



Рис. 9 Самолет Boeing 747LCFDreamlifter с задней отъемной частью

Также эти группы можно по конструктивным особенностям можно разделить на более мелкие подгруппы.

По типу створочного отсека створочные и комбинированные грузовые люки подразделяются на:

Боковые:

**1.1.1. Одностворочные**, имеющие в своей конструкции лишь одну створку (Ил-96-400Т (рис. 1), Ту-204-100С, Airbus A330-243F, Boeing 737F (рис. 2 и 3), Boeing 757F, Boeing 777F и другие).

**1.1.2. Двухстворочные**, имеющие только 2 створки (С-47 (рис. 10), Piper Seneca PA34).

**1.1.3. Многостворочные**, имеющие 3 и более створок (Basler BT-67 (рис. 11)).



Рис. 10. Самолет С-47 с двухстворочным боковым грузовым люком



Рис. 11. Самолет Basler BT-67 с многостворочным боковым грузовым люком

Передние створочные в свою очередь делятся на:

**2.1.1. Одностворочные** (Boeing 747-8F, Airbus A300-600ST(Beluga) (рис. 4)).

**2.1.2. Двухстворочные** (C-124 (рис. 12)).



Рис. 12. Самолет C-124 с двухстворочным передним грузовым люком

По этому конструктивному признаку задние (хвостовые) створочные грузовые люки можно разделить на:

**3.1.1. Одностворочные** (Ан-38 (рис. 13)).

**3.1.2. Двухстворочные** (Ан-28, Blackburn B-101 Beverley).

**3.1.3. Многостворочные** (Ан-12).



Рис. 13. Самолет Ан-38 с одностворочным задним грузовым люком



Рис. 14. Самолет Ан-28 с двухстворочным задним грузовым люком



Рис. 15. Самолет Ан-12 с многостворочным задним грузовым люком

То же самое касается и задних (хвостовых) комбинированных грузовых люков:

**3.3.1. Одностворочные** (С-295, С-27J, Ан-178, А400М (рис. 5)).

**3.3.2. Двухстворочные** (С-141 (рис. 16)).



Рис. 16. Самолет С-141 с двухстворочным задним комбинированным грузовым люком

**3.3.3. Многостворочные** (Y-20, С-5 (рис. 23), Ил-76 (рис. 21), Ан-70 (рис. 17)).



Рис. 17. Самолет Ан-70 с многостворочным задним комбинированным грузовым люком

Одним из важнейших критериев грузовых люков является обеспечение герметичности грузовой кабины. В связи с этим все 4 типа грузовых люков необходимо разделить на «герметичные» и «негерметичные». Так как любая из вышеуказанных групп может быть негерметичной, можно считать, что

приведенная классификация применима для негерметичных грузовых люков. Ввиду того, что для обеспечения герметичности грузовой кабины зачастую вводятся дополнительные герметизирующие элементы конструкции в виде гермоцифков, гермостворок, гермотрапов и др., для герметичных грузовых люков необходимо вести дополнительный критерий обеспечения герметичности по тому или иному типу. Для этого проведем подробный анализ на примере хвостовых грузовых люков по типу обеспечения герметичности грузовой кабины.

Переходя к определению возможных типов герметичных задних (хвостовых) грузовых люков, исключим из анализа схемы грузовых люков с герметичной перегородкой на пороге грузовой кабины, заведомо уменьшающей её полезный объём.

На первый взгляд, самой простой оказалась бы схема грузового люка с вырезом в герметичной зоне и гермоперегородкой (гермошпангоут), установленной в задней части выреза. Такая схема содержала бы герметичную крышку, шарнирно закреплённую в передней и задней части выреза с возможностью её поочерёдного рассоединения при открытии на земле и в воздухе. Однако есть один момент, который относит подобную схему к разряду неработоспособных. Им является движение крышки в обе стороны (вверх и вниз), на проход. Это делает проблематичным герметизацию проёма и фиксацию крышки в закрытом положении, учитывая то, что она должна воспринимать избыточное давление.

Реальной, наиболее простой схемой грузового люка, обеспечивающей герметизацию проёма и выполнение поставленных задач, является схема, изображённая на рис. 18.

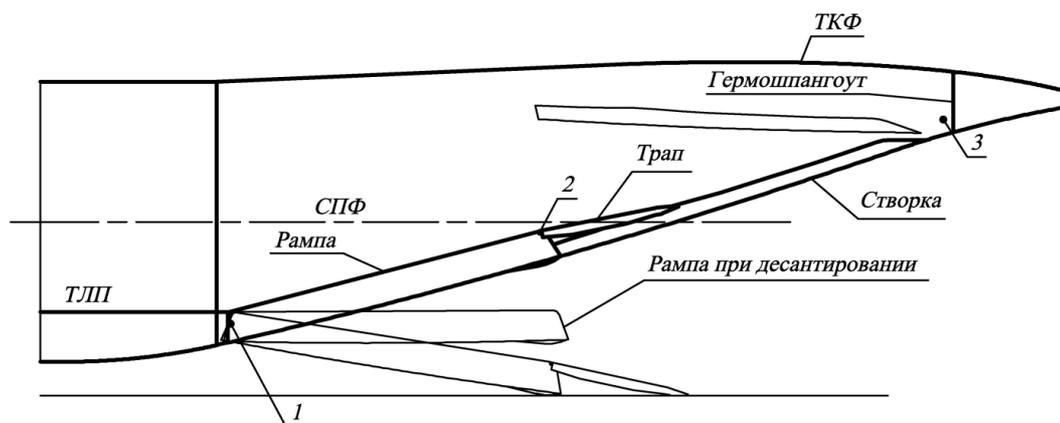


Рис. 18. Схема герметичного грузолюка

Она содержит рампу, закреплённую шарниром 1 на пороге грузовой кабины, и створку, навешенную шарниром 3 в задней части выреза. Рампа снабжена цилиндрами управления, штангами и управляемыми замками, створка – цилиндрами управления и неуправляемыми замками. Рампа, образующая наклонный пол при погрузке техники, может снабжаться дополнительным трапом. Трап шарниром 2 крепится к заднему торцу рампы. В горизонтальном положении рампа фиксируется штангами.

Такая схема грузового люка позволяет обеспечить выполнение определённых технических требований. Ограничением к её применению могут стать форма фюзеляжа, размеры и назначение самолёта.

Схемы грузового люка подобного типа, отличающиеся друг от друга определёнными конструктивными признаками, можно объединить в одну группу с

обозначением литерой А. Объединяющими признаками таких схем являются: расположение проёма в герметичной зоне, шарнирно навешенные на пороге грузовой кабины и в конце выреза рампа и створка. Конструктивные отличия подобных схем можно отмечать порядковым номером: схема А1, схема А2 и т. д.

Примером выполнения схемы такого типа является грузовой люк самолётов Ан-22 (рис. 19), А400М, С295, С-27J, С-130J, С-17.

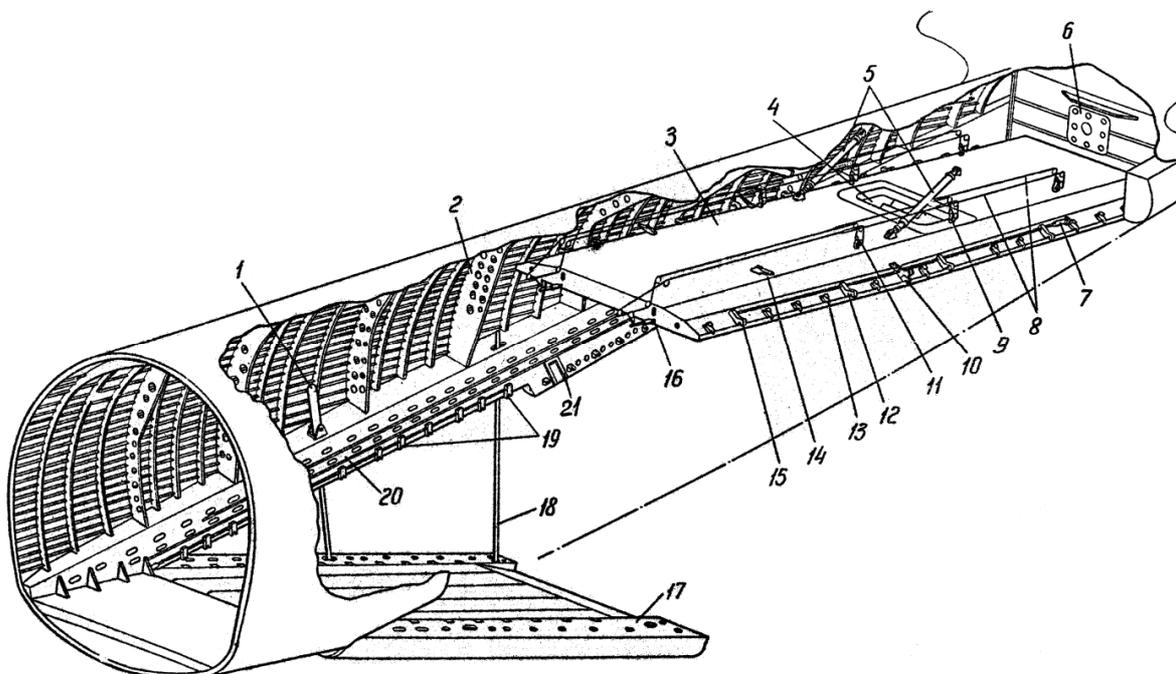


Рис. 19. Грузовой люк самолета Ан-22:

- 1 – гидроцилиндр управления рампой; 2 – шпангоут № 75; 3 – задняя створка;
- 4 – аварийный люк; 5 – гидроцилиндры управления створкой; 6 – люк на шпангоуте № 95;
- 7 – гидроцилиндр управления замками закрытого положения створки;
- 8 – тросы; 9, 11 – замки открытого положения створки при работе тельферами;
- 10 – узел с замком и опорным роликом створки; 12, 15 – замки закрытого положения створки;
- 13 – опорный кронштейн створки; 14 – замок открытого положения створки на шпангоуте № 79;
- 16 – штыревой замок створки; 17 – рампа; 18 – ограничительная штанга; 19 – замки закрытого положения рампы; 20 – продольная балка грузолюка;
- 21 – механизм концевых выключателей закрытого положения створки.

Не вдаваясь в подробный анализ схем типа А, следует отметить, что такие схемы выполнимы лишь в определённой геометрии фюзеляжа с уплощением его формы внизу и вверху, расширением к концу фюзеляжа на виде в плане. При этом верхняя линия хвостовой части фюзеляжа выполняется с максимально возможным углом подъёма. Предельное значение угла подъёма ограничивается необходимостью обеспечения приемлемых аэродинамических характеристик самолёта.

Современные высокоскоростные десантно-транспортные самолёты с большой дальностью полёта выполняются с фюзеляжем, обладающим совершенными аэродинамическими обводами, обеспечивающими восприятие нагрузок от избыточного давления внутри грузовой кабины.

Мидельное сечение таких фюзеляжей имеет форму круга, а его хвостовая часть – форму круга или овала.

Схемы грузовых люков типа А не могут обеспечить формирование необходимого проёма в фюзеляжах скоростных самолётов. Грузовой люк начинает терять свою простоту, обрастая новыми конструктивными единицами, выполняющими определённые функции согласно их назначению.

Как правило, люки в таких схемах разделяются подвижной перегородкой на герметичный и негерметичный отсеки. Этот признак схемы грузового люка является одним из условий, объединяющим подобные схемы в одну группу. Другим объединяющим признаком является способ присоединения подвижной гермоперегородки к неподвижным и подвижным частям грузового люка самолёта.

На рис. 20 изображена схема грузового люка, состоящего из герметичного и негерметичного отсеков. Люк содержит находящуюся в герметичной зоне рампу, шарниром 1 закреплённую на пороге грузовой кабины. К рампе шарниром 4 прикреплен трап. Наверху грузовой кабины шарниром 2 закреплена гермостворка, разделяющая грузовой люк на отсеки. Негерметичный отсек содержит створку, шарниром 3 закреплённую в хвостовой части фюзеляжа. При этом, конструкция отсека створок при возможном разнообразии его составных частей существенного влияния на образование типа схемы грузового люка не имеет. Отличия внутри подобного типа схем могут обозначаться порядковым номером. Шарнирное присоединение гермоперегородки наверху грузовой кабины образует схемы грузовых люков типа Б.

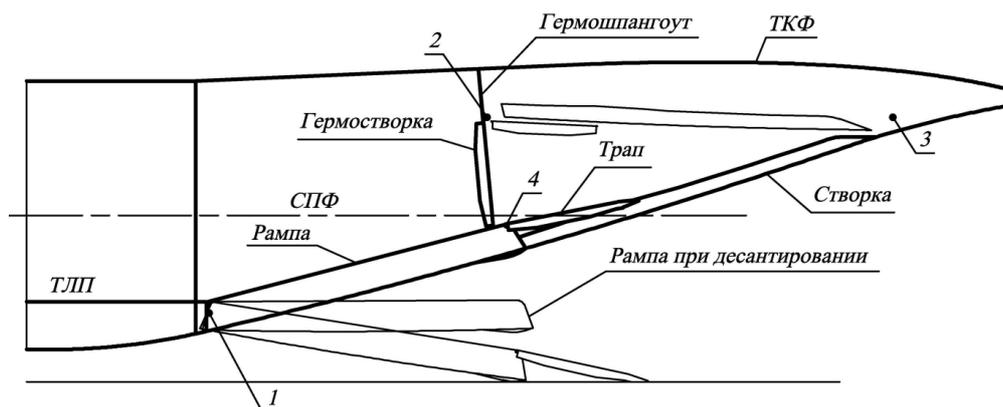


Рис. 20. Схема грузового люка, состоящего из герметичного и негерметичного отсеков

Примерами выполнения грузовых люков по схемам типа Б являются люки, выполненные на самолётах С-141, ИЛ-76 (рис. 21), Ан-70, У-20.

Известны схемы грузовых люков, подвижная гермоперегородка которых шарнирно закреплена на фюзеляже и выполнена с возможностью шарнирного присоединения к рампе и отсоединения от конструкции фюзеляжа с целью использования её в качестве трапа. Этот признак совместно с указанными в схемах типа Б является необходимым для группирования подобных схем в тип В. На рис. 22 изображена схема грузового люка типа В. Рампа закреплена на пороге грузовой кабины шарниром 1. Гермотрап шарнирами 2 и 5 закреплён на торце рампы и фюзеляже самолёта с возможностью его поочерёдного соединения и рассоединения. К гермотрапу шарниром 2 присоединён подтрапник.

При раскладке на земле рампа, гермотрап и подтрапник образуют наклонный пол для погрузки и выгрузки техники и личного состава. При

десантировании шарнир 2 разъединяется, гермотрап поворачивается относительно шарнира 5 и фиксируется в горизонтальном положении.

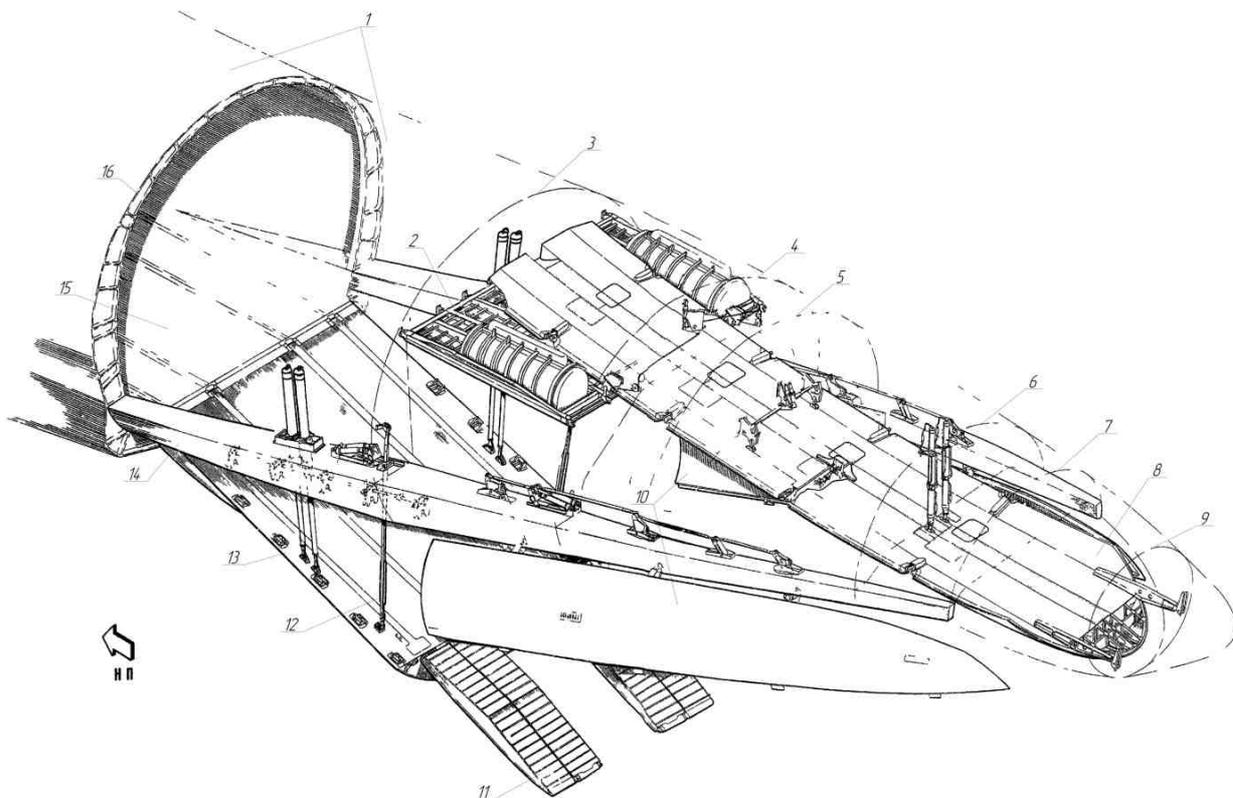


Рис. 21. Грузовой люк Ил-76:

1 – грузовая кабина; 2 – гермошторка; 3 – шпангоут № 67; 4 – шпангоут № 74; 5 – шпангоут № 78; 6 – шпангоут № 87; 7 – шпангоут № 90; 8 – средняя створка; 9 – шпангоут № 95; 10 – боковые створки; 11 – подтрапники; 12 – ограничительная штанга; 13 – рампа; 14 – бимс; 15 – пол грузовой кабины; 16 – шпангоут № 56

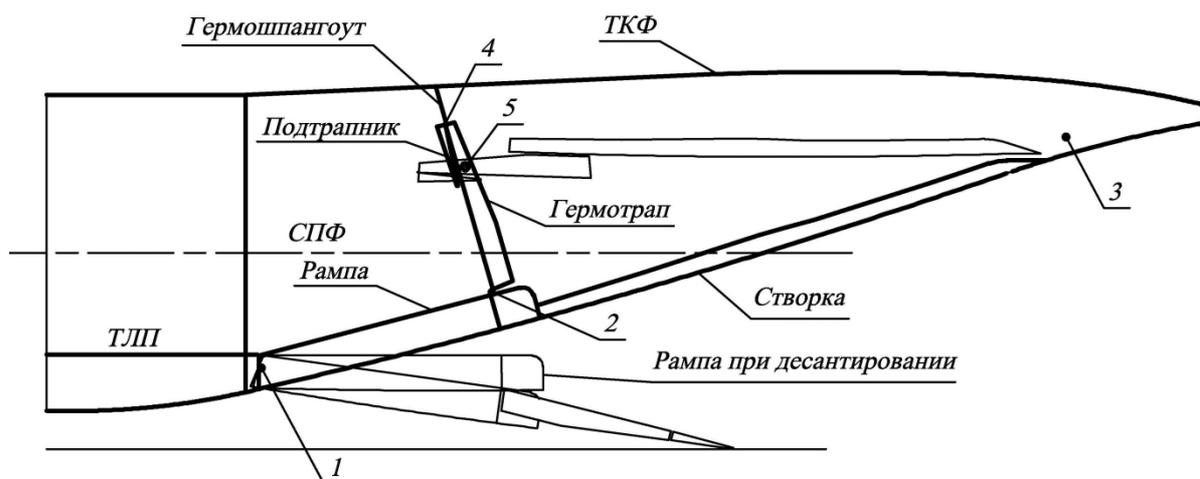


Рис. 22. Схема грузового люка типа В

Грузовой люк типа В выполнен на самолёте С-5А (рис. 23).

Если грузовой люк содержит отсек трапов и отсек створок и при этом гермоперегородка шарнирно закреплена на заднем торце рампы, совмещая функции трапа, то схема грузового люка приобретает признаки схемы типа Г.

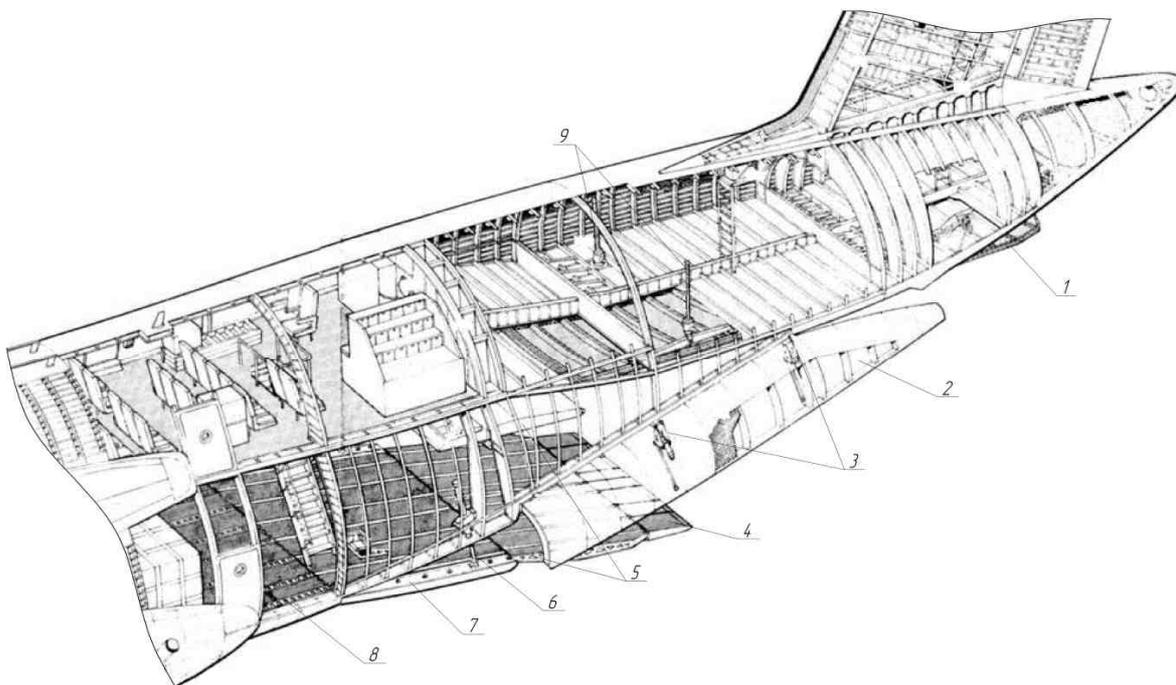


Рис. 23. Грузовой люк С-5А:

1 – средняя створка; 2 – левая боковая створка; 3 – гидроцилиндры управления боковой створкой; 4 – концевые трапы; 5 – гермотрап; 6 – гидроцилиндр управления рампой; 7 – рампа; 8 – грузовой пол; 9 – винтовой привод управления средней створкой

На рис. 24 изображена схема грузового люка типа Г.

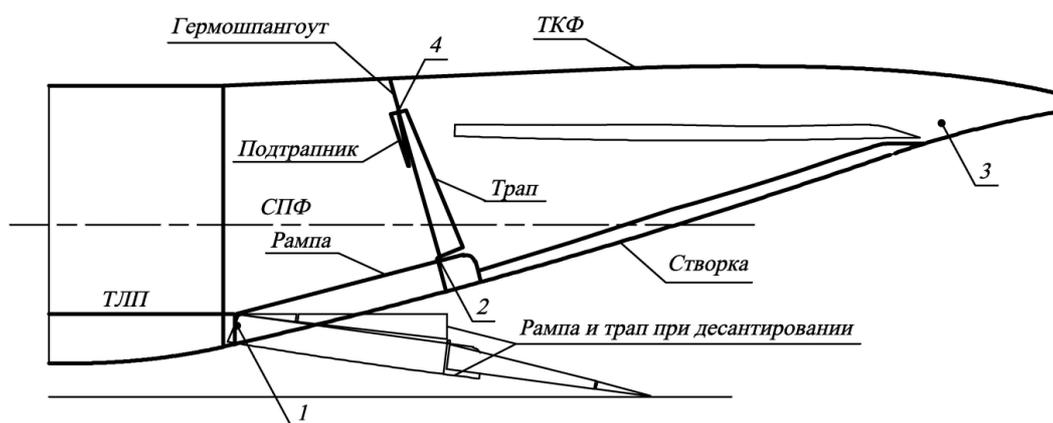


Рис. 24. Схема грузового люка типа Г

Рампа закреплена на пороге грузовой кабины шарниром 1. К рампе шарниром 2 прикреплен гермотрап, совмещающий функции трапа и подвижной гермоперегородки. К гермотрапу шарниром 4 прикреплен подтрапник. Створка шарниром 3 закреплена в хвостовой части фюзеляжа.

При погрузке-выгрузке рампа, гермотрап и подтрапник образуют наклонный пол, необходимый для заезда техники. При десантировании гермотрап и подтрапник укладываются на настил рампы. При этом их конфигурация подбирается с таким расчётом, чтобы в открытом положении их настил совпадал с уровнем пола грузовой кабины.

Грузовой люк типа Г выполнен на самолёте Ан-124 (рис. 25).

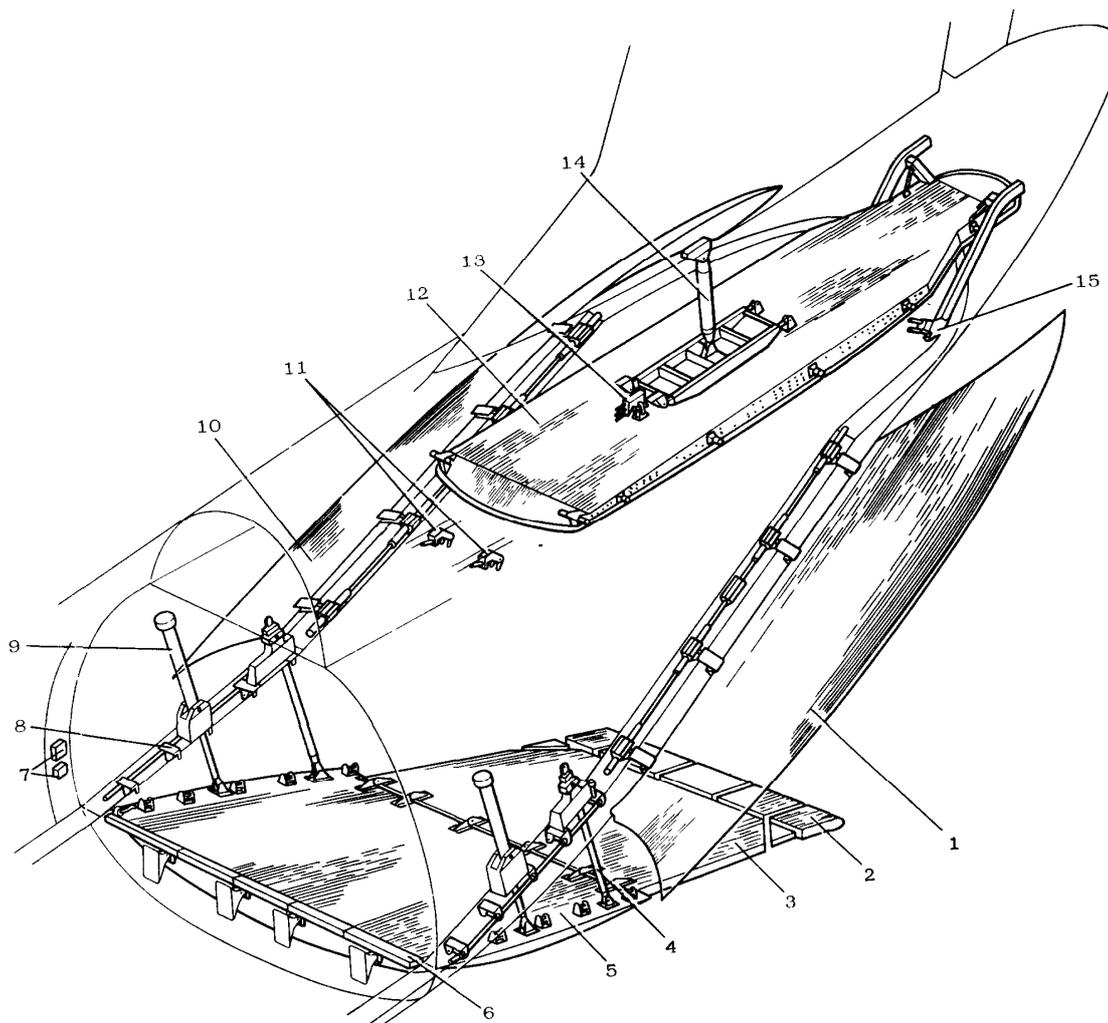


Рис. 25 Грузовой люк Ан-124:

- 1 – левая боковая створка; 2 – концевые трапы; 3 – гермотрап; 4 – штанга рампы; 5 – рампа; 6 – мостик порога; 7 – щитки с органами управления грузовым люком; 8 – замки рампы; 9 – гидроцилиндр управления рампой; 10 – правая боковая створка; 11 – замки гермотрапа; 12 – средняя створка; 13 – замок открытого положения средней створки; 14 – гидроцилиндр управления средней створкой; 15 – левый замок закрытого положения средней створки

К следующему типу Д можно отнести схемы грузовых люков, рампа которых шарнирно присоединена к порогу грузовой кабины с возможностью её отката под фюзеляж.

На рис. 26 изображена схема грузового люка типа Д. Рампа, закреплённая на пороге грузовой кабины шарниром 1, выполнена с возможностью её рассоединения с последующим откатом под фюзеляж. Створка присоединена к

фюзеляжу шарниром 3. Десантирование грузов происходит с порога грузовой кабины самолёта. Для погрузки и выгрузки техники рампа с присоединённым к ней шарниром 2 трапом образуют наклонный пол.

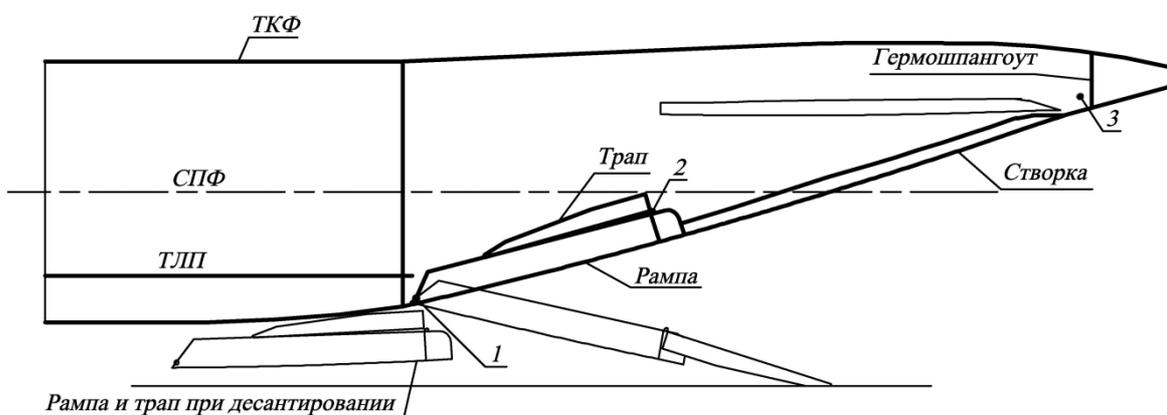


Рис. 26. Схема грузового люка типа Д

Грузовые люки по типу Д выполнены на самолётах Ан-26 (рис. 27), Ан-32, Ан-72, Ан-132.

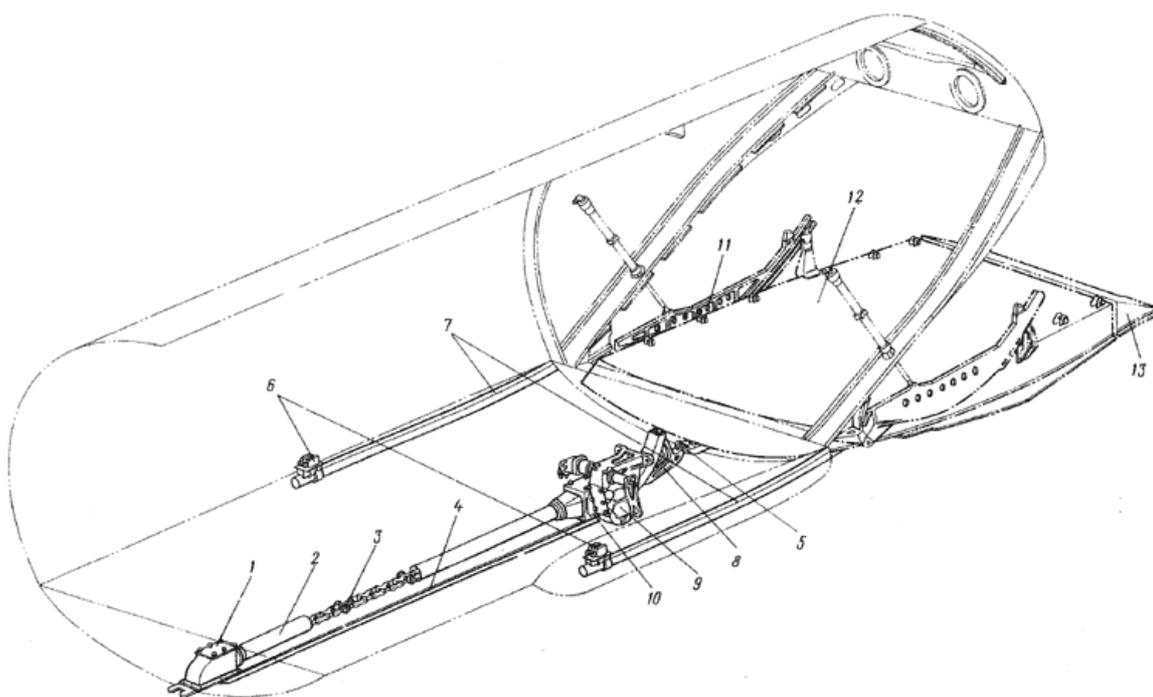


Рис. 27. Грузовой люк Ан-26:

- 1 – ведомая звездочка привода рампы; 2 – защитный кожух; 3 – тяговая цепь;
- 4 – передний рельс; 5 – механизм выключателя закрытого положения рампы;
- 6 – механизм сигнализации выпущенного положения рампы; 7- боковые рельсы;
- 8 – кронштейн навески рампы; 9 – редуктор привода рампы; 10 – ведущая звездочка привода рампы; 11 – подвижный рельс правый; 12 – рампа; 13 – подтрапник

Таким образом, с введением критериев в виде типов герметичных грузовых люков А-Д можно использовать приведенную выше классификацию с дополнительным обозначением типа грузового люка. Как пример рассмотрим

применение данной классификации к грузовому люку самолета АН-70. Данный грузовой люк будет обозначаться как: «Хвостовой (задний) комбинированный многостворочный грузолук типа Б». Это значит, что данный грузовой люк является герметичным, имеющим в своей конструкции дополнительно, наверху грузовой кабины, шарнирно закрепленную гермостворку, разделяющую грузовой люк на герметичные и негерметичные отсеки. Также этот люк состоит из трех или более створок и шарнирно закрепленной на пороге грузовой кабины ramпы.

### **Выводы**

На основе выполненной работы разработана классификация грузовых люков транспортных самолетов по их объединяющим конструктивным признакам. Анализ известных схем грузовых люков показывает, что для классической формы современного транспортного самолёта любая конструктивно выполнимая схема вписывается в один из вышеуказанных типов. Другие схемы грузовых люков либо существуют только в виде патентов и не внедрены в реальной конструкции ввиду сложности выполнения заложенных конструктивных решений, либо не обеспечивают выполнения технических требований, предъявляемых к грузовому люку.

Наиболее распространенным из предложенных схем грузовых люков является грузолук типа А. Ввиду простоты данной схемы, этот тип широко применяется на различных транспортных самолетах, как на легких с не большой крейсерской скоростью полета (С-295, С-27J), так и на тяжелых скоростных (С-17). Такая тенденция свидетельствует о том, что при создании нового транспортного самолета авиационные фирмы заведомо отдают предпочтение более простым конструктивным решениям, с удовлетворительными аэродинамическими характеристиками. Такой подход существенно упрощает процесс проектирования и поиска новых решений, связанных с созданием системы управления грузовым люком его механизации и герметизации, тем самым экономя время и средства на разработку.

При всем этом разнообразии типов грузовых люков актуальными остаются вопросы оптимального проектирования данных конструкций летательного аппарата, особенно хвостовых грузолоков, без которых невозможно выполнение всех задач возложенных на десантно-транспортный самолет. Для определения оптимальной схемы и типа грузового люка проектируемого самолета необходимо провести анализ предлагаемых вариантов с точки зрения минимума массы, обеспечения заданного ресурса, герметичности, выполнения аэродинамических требований устойчивости и управляемости, при минимальном аэродинамическом сопротивлении, обеспечение работоспособности и функциональности с минимальными эксплуатационными затратами на обслуживание и ремонт, обеспечение необходимой надежности и отказобезопасности основных систем.

Детальный анализ всех этих вопросов и как следствие синтез полученных результатов даст ответ на вопрос какая из вышеуказанных схем грузовых люков будет наиболее оптимальной для того или иного проектируемого летательного аппарата.

### **Список литературы**

1. Научные основы интегрированного проектирования самолетов транспортной категории. Часть 2. Д. С. Кива, А. Г. Гребеников. ГП «Антонов», Нац. аэрокосм. ун-т «ХАИ», 2014.

2. Самолет Ан-22. Техническое описание. Книга 2. Конструкция самолета. Часть 1. Планер. 1973г. – 1.6. – 1с.
3. Самолет Ил-76 ТД. Инструкция по технической эксплуатации. Часть II, глава 22. Двери, люки. 1978г. – 22.20. 0 - 1с.
4. C-5 Handbook p.12-18.
5. Самолет Ан-124-100. Руководство по технической эксплуатации. Раздел 052. Двери, люки, створки. 1993г. – 052.32.00 - 1с.
6. Jane's All the World's Aircraft 2013-2014/ Paul Jackson. – L.: Jane's Information Group, 2014. – 320 p.
7. Уголок неба – большая авиационная энциклопедия [Электронный ресурс] / Режим доступа: или URb: <http://www.airwar.ru/lanow.html>. – 24.11.2015 г.

Поступила в редакцию 24.11.2015

## **Систематизація та класифікація типів вантажних люків літаків транспортної категорії за основними конструктивними ознаками**

В зв'язку з активним розвитком авіаційної техніки в сегменті літаків транспортної категорії, а також великим різноманіттям конструктивних рішень вантажних люків, має місце необхідність їх систематизації та класифікації. Виходячи з цього, виконаний аналіз відомих схем вантажних люків транспортних літаків. Розроблена класифікація за їх загальним конструктивним ознакам. Вона необхідна для полегшення процесу проектування і детального предметного аналізу запропонованих варіантів можливих схем вантажних люків розроблюваного транспортного літака певного класу і призначення. Розглянуті основні питання, пов'язані з розробкою вантажних люків, визначені напрямки їх вирішення.

**Ключові слова:** вантажний люк, технічні вимоги, вантажна кабіна, надійність, гермоперегородка, рампа, створка, компоновка, аеродинамічні обводи, гермошпангоут, гермотрап.

## **Systematization and Classification of Cargo Doors Types of Transport Aircraft by Main Design Features**

Due to the active development of aviation technology in the segment of the transport aircraft, as well as large variety of designs of cargo doors, there is need for their systematization and classification. For this purpose, the analysis of the known cargo doors of transport aircraft has been conducted. The classification of cargo doors on their unifying design features has been worked out. It is necessary to provide easier design process and the detailed objective analysis of the proposed schemes of cargo door of transport aircraft of a certain class and intension. The main issues on the development of cargo doors, the directions of their solutions were considered.

**Keywords:** cargo door, technical requirements, cargo cabin, reliability, pressure door, ramp, flap, arrangement, aerodynamic lines, pressure bulkhead, pressure ladder.