

**ОРГАНИЗАЦИОННО-  
ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ  
ПОДГОТОВКИ И ОБЕСПЕЧЕНИЯ  
ПОЛЕТА РАКЕТ-НОСИТЕЛЕЙ  
И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ**

**2007**



**САМАРА**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П. КОРОЛЕВА»

ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ  
ПОДГОТОВКИ И ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЛЕТА  
РАКЕТ-НОСИТЕЛЕЙ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Под редакцией А.Н. Кирилина

*Утверждено Редакционно-издательским советом университета  
в качестве учебного пособия*

САМАРА  
Издательство СГАУ  
2007

УДК 623.428.2

ББК 39.62

О-71



**Инновационная образовательная программа  
"Развитие центра компетенции и подготовка  
специалистов мирового уровня в области аэро-  
космических и геоинформационных технологий"**

**Авторы: Л.С. Рохваргер., Е.И. Давыдов, В.М. Ромашкин,  
Ю.Е. Михайлов, С.Г. Пшеницин, С.И. Сократов,  
Н.И. Белых, С.Н. Штыгайло, С.В. Тюлевин**

Рецензенты: зам. начальника отделения ГНП РКЦ  
«ЦСКБ - Прогресс» В. Т. П р и х о д к и н;  
канд. техн. наук А. С. К у ч е р о в

**О-71 Организационно-технические системы подготовки и обеспечения полета ракет-носителей и космических аппаратов:** учеб. пособие / Л.С. Рохваргер [и др.]; под ред. А.Н. Кирилина. – Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2007. – 208 с.: ил.

**ISBN 978-5-7883-0650-6**

Изложены современные способы и методы обеспечения полета ракет-носителей и космических аппаратов. Показаны структура ракетно-космического комплекса, средства транспортировки и измерительный комплекс космодрома. Приводятся структура и состав технического и стартового комплекса, программа экспериментальной отработки ракетно-космического комплекса и работы, проводимые на этих комплексах.

Учебное пособие предназначено студентам специальностей 160801 «Ракетостроение», 160802 «Космические аппараты и разгонные блоки» при выполнении лабораторных работ по курсу «Обеспечение полета», курсового и дипломного проектирования, а также при проведении производственных и преддипломных практик. Оно также может быть полезно для инженеров и научных сотрудников, работающих в смежных областях ракетно-космической отрасли. Подготовлено на кафедре летательных аппаратов.

УДК 623.428.2

ББК 39.62

**ISBN 978-5-7883-0650-6**

© Под редакцией Кирилина А.Н., 2007

© Самарский государственный  
аэрокосмический университет, 2007

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Перечень принятых сокращений .....	4
Введение .....	6
1. Ракетно-космический комплекс .....	10
1.1. Средства транспортировки .....	10
1.2. Измерительный комплекс космодрома .....	21
2. Технический комплекс .....	22
2.1. Назначение, структура и состав .....	22
2.2. Монтажно-испытательный корпус .....	23
2.3. Заправочная станция .....	26
2.4. Зарядно-аккумуляторная станция .....	27
2.5. Хранилище пороховых зарядов.....	27
2.6. Хранилище ракет-носителей .....	28
2.7. Хранилище агрегатов наземного оборудования .....	28
2.8. Технологическое оборудование ТК.....	33
2.9. Технические системы ТК.....	60
2.10. Работы, проводимые на ТК.....	60
3. Стартовый комплекс .....	107
3.1. Назначение, структура и состав .....	107
3.2. Сооружения стартового комплекса .....	107
3.3. Технические системы .....	108
3.4. Технологическое оборудование СК.....	111
3.5. Работы, проводимые на стартовом комплексе .....	162
4 . Организационно-технические системы подготовки и обеспечения полета ракет-носителей и космических аппаратов на космодроме Куру	187
4.1. Механосборочные работы, проводимые с РН на ТК РН.....	188
4.2. Механосборочные работы, проводимые с КГЧ на ТК КГЧ.....	189
4.3. Механосборочные работы, проводимые с РКН на стартовом комплексе .....	190
5. Комплексная целевая подготовка специалистов аэрокосмического профиля на базе филиала кафедры и производственной практики на космодроме Байконур.....	203
5.1 .Организация подготовки специалистов на филиале кафедры.....	203
5.2. Совершенствование системы производственных и преддипломной практик как составной части подготовки специалистов в области ракетно-космической техники.....	204
Список использованной литературы.....	207

## ПЕРЕЧЕНЬ ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ

АО	– агрегатный отсек;
АУВД	– автомат управления выключением двигателей;
БАПК	– блок автономной проверки комплекса;
БС	– батареи солнечные;
ВГВ	– верхний гировертиконт;
ВКМ	– верхняя кабельная мачта;
ВСОТР	– воздушная система обеспечения теплового режима;
ВСП	– верхний силовой пояс;
ГВ	– гировертиконт;
ГГС	– громкоговорящая связь;
ГД	– гидродомкрат;
ГНПРКЦ	– Государственный научно-производственный ракетно-космический Центр;
ДЭС	– дизельная электростанция;
ЖСОТР	– жидкостная система обеспечения теплового режима;
ЗИП	– запасной инструмент и принадлежности;
ЗС	– заправочная станция;
ИВЦ	– информационно-вычислительный центр;
ИКК	– измерительный комплекс космодрома;
ИП	– измерительный пункт;
КА	– космический аппарат;
КАЗ	– кислородно-азотный завод;
КГЧ	– космическая головная часть;
КГН	– контрольное геодезическое направление;
КДУ	– корректирующая двигательная установка;
КК	– космический комплекс;
ККА	– комплекс космического аппарата;
КО	– кабина обслуживания;
КРБ	– комплекс разгонного блока;
КРН	– комплекс ракеты-носителя;
МБО	– межбаковый отсек;
МИК	– монтажно-испытательный корпус;
МИК КО	– монтажно-испытательный корпус космических объектов;
МПС	– министерство путей сообщения;
НА	– научная аппаратура;
НАКУ	– наземный автоматизированный комплекс управления;
НГВ	– нижний гировертиконт;
НКМ	– нижняя кабельная мачта;

НКС	– наземная кабельная сеть;
НППЭО СУ	– наземное проверочно-пусковое электрооборудование системы управления;
НС	– несущая стрела;
ОГН	– основное геодезическое направление;
ОФ	– опорная ферма;
ПЗУ	– пирозажигательное устройство;
ПК	– поворотный круг;
ПКП	– пульт командных потенциометров;
ПКТ	– пульт контроля температур;
ПО	– приборный отсек;
ППО	– подъемно-перегрузочное оборудование;
ПУЗ	– пульт управления заправкой;
ПУС	– пульт управления стартовый;
ПхО	– переходный отсек;
ПЩС	– пневмощит стартовый;
РКК	– ракетно-космический комплекс;
РКН	– ракета космического назначения;
РН	– ракета-носитель;
РЩ	– распределительный щит;
СЗБ	– сборочно-защитный блок;
СДУЗ	– система дистанционного управления заправкой;
СИУ	– силоизмерительное устройство;
СК	– стартовый комплекс;
СКЗ	– система контроля заправки;
СНЭСТ	– система наземного электроснабжения спецтоками;
СОБ	– система опорожнения баков;
СОБИС	– система опорожнения баков и синхронизации уровней компонентов;
СП	– силовой пояс;
СПО	– специальный отсек;
СС	– стартовая система;
СТВВД	– стационарная система термостатирования воздухом высокого давления;
СТР	– система терморегулирования;
ТК	– технический комплекс;
ТУА	– транспортно-установочный агрегат;
УН	– направляющее устройство;
ХО	– хвостовой отсек;
ЦРП	– центральный распределительный пункт;
ШС	– шлемофонная связь.

---

## ВВЕДЕНИЕ

Все многообразие существующих космических аппаратов, средств подготовки, выведения и управления космическими аппаратами, а также технических средств, обеспечивающих их эксплуатацию, обозначается термином «космические средства».

К космическим средствам относятся: космические аппараты, ракеты-носители, сборочно-защитные и разгонные блоки с комплектующими элементами, технологическое оборудование стартовых и технических комплексов, технологическое оборудование хранения, специальные технические системы, системы внешнего электроснабжения, средства измерительных комплексов, средства управления космическими аппаратами, средства посадочных и поисково-спасательных комплексов, все виды ЗИП и специальная часть подвижных агрегатов, входящих в состав космического комплекса, а также учебно-тренировочные средства. Космические средства функционально объединяются в системы и комплексы (КК, РКК, КРН, ККА, КРБ и т. д.), территориально или объектов – в объекты космической инфраструктуры (ТК, СК, КАЗ и пр.). К объектам космической инфраструктуры космодрома относятся также объекты обеспечивающего назначения (объекты систем связи и передачи данных, дорожно-транспортные сети и узлы, склады и базы хранения, объекты энерго-, тепло- и водоснабжения, канализации, пожарное депо, метеостанция, объекты социально-бытового назначения и т. д.).

После завершения изготовления и испытаний на заводах-изготовителях элементы ракеты космического назначения (РН, РБ, КА, СЗБ) отправляются на космодром – специально отведенную территорию с комплексом объектов космической инфраструктуры, на которых осуществляются завершающий этап подготовки и пуск ракеты космического назначения.

Любая ракета космического назначения является составной частью соответствующего **ракетно-космического комплекса (РКК)**. Наряду с РН в состав РКК входят объекты космической инфраструктуры космодрома – технический комплекс, стартовый комплекс, средства транспортировки, средства измерительного комплекса космодрома.

Типовая структурная схема РКК приведена на рис. 1.1.

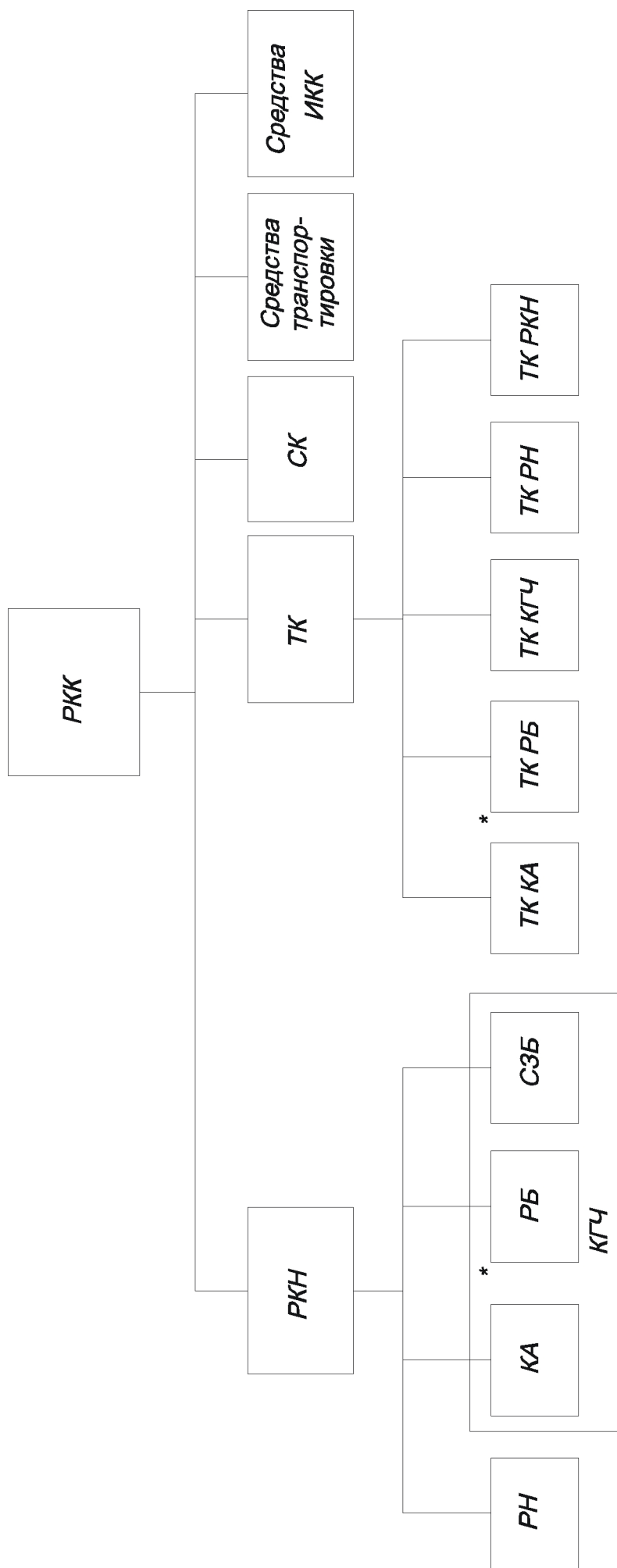
Многообразием конструкций космических аппаратов (в первую очередь) и средств их выведения (РН, РБ) обусловлена многочисленность ракетно-космических комплексов и, соответственно, многочисленность объектов космической инфраструктуры космодрома.

Каждый новый РКК создается по заказу соответствующего заинтересованного ведомства. При разработке новых РКК максимально используются (с соответствующими доработками) объекты космической инфраструктуры существующих РКК. В первую очередь это касается строительных сооружений, создание которых требует больших капитальных вложений (новые сооружения создаются, как правило, только в случае невозможности использования для вновь создаваемого РКК существующих сооружений космодрома). Поэтому большинство сооружений, входящих в состав объектов космической инфраструктуры космодрома (для технических комплексов это хранилища, монтажно-испытательный корпус и пр.; для стартовых комплексов – стартовое сооружение, командный пункт и пр.), унифицированы и входят в состав различных РКК. Например, в одном монтажно-испытательном корпусе могут осуществляться подготовка как средств выведения (РН, РБ), так и космических аппаратов; в монтажно-испытательном корпусе космических объектов может осуществляться подготовка различных КА; с одного стартового комплекса могут осуществляться запуски РН с различными КГЧ.

Цель данного пособия – ознакомление с объектами космической инфраструктуры ракетно-космического комплекса, использующего в качестве средства выведения ракету-носитель «Союз», и с входящими в эти объекты сооружениями, агрегатами и системами, а также с технологией подготовки и обслуживания РН, КА, РН на ТК и СК.

Настоящее учебное пособие составлено на основе многолетнего опыта работы ГНПРКЦ "ЦСКБ-Прогресс" – одного из ведущих предприятий ракетно-космической отрасли – с использованием материалов, накопленных в процессе проектирования и эксплуатации ракеты-носителя "Союз", космических аппаратов видеонаблюдения разработки ЦСКБ, технических и стартовых комплексов для их подготовки и запуска.

В учебном пособии рассмотрены типовые технологии наземной подготовки РН "Союз" и КА, в частности вопросы транспортировки, сборки и испытаний РН и КА на ТК и СК. Приведены терминология составных частей РКК, ТК и СК, назначение, состав, описание и отдельные технические характеристики технического и технологического оборудования ТК и СК.



*Примечание. РБ, соответственно ТК РБ, входят при необходимости.*

Рис. 1.1 - Структурная схема РКК

# 1. РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС

Рассматриваемый в настоящем пособии ракетно-космический комплекс включает в себя:

- ракету космического назначения (РН «Союз» + КА «Ресурс-ДК» + СЗБ);
- средства транспортировки;
- технический комплекс;
- стартовый комплекс;
- средства измерительного комплекса космодрома.

Описание технического и стартового комплексов приведено в разделах 2 и 3 соответственно.

## 1.1. Средства транспортировки

Перевозка современных ракет космического назначения на большие расстояния в собранном виде невозможна ни одним из существующих видов транспорта из-за значительных габаритов (в первую очередь) и массы. Поэтому РКН доставляют на космодром, как правило, по частям, габариты и масса которых позволяют их перевозку (так называемыми транспортабельными элементами).

Таковыми транспортабельными элементами РКН являются космический аппарат, блоки ракеты-носителя, сборочно-защитный блок, разгонный блок. Отдельно от КА, как правило, транспортируются солнечные батареи, антенны и т. д.

Основным видом транспортирования отечественной ракетно-космической техники, с учетом географического расположения заводов-изготовителей и космодромов запуска и развитой инфраструктуры железных дорог, является железнодорожная транспортировка.

Блоки ракеты-носителя «Союз» доставляются в специальных железнодорожных вагонах, по одному блоку в каждом вагоне (рис. 1.2).

Специальные вагоны разработаны на базе железнодорожных вагонов общего назначения и представляют собой цельнометаллическую конструкцию с теплоизолированным кузовом для защиты блоков от солнечной радиации и значительных перепадов температуры. Внутри вагона имеется выдвижная рама с опорами-ложементами и стяжками для крепления блоков. Загрузка (выгрузка) блоков производится кранами на ложементы выдвижной рамы,

выкатываемой из вагона на всю длину.

Космический аппарат «Ресурс-ДК» и его отдельно транспортируемые элементы: солнечные батареи, антенна, – транспортируются в специальных контейнерах на железнодорожном транспортёре или на платформе общего назначения. Транспортировочные контейнеры предназначены для защиты КА от атмосферных осадков, пыли, механических повреждений и солнечной радиации при транспортировании и состоят из основания со смонтированными на нем опорами и крышки. Загрузка КА на опоры и установка крышки производится кранами. Для исключения возможности повреждения космического аппарата при установке крышки на основании предусмотрены направляющие. Внутренняя поверхность контейнера оклеена теплоизоляцией, в стыке между основанием и крышкой установлено уплотнение.

Сборочно-защитный блок, состоящий из головного обтекателя (ГО) и переходного отсека (ПХО), транспортируется в аналогичных специальных вагонах или контейнерах.

Вагоны (платформы, транспортёры) с элементами ракет космического назначения по магистральным железным дорогам обычно следуют со скоростями, принятыми для этих дорог. При транспортировке возникают толчки и удары, поэтому для защиты перевозимых блоков РН и КА железнодорожные средства снабжены амортизирующими устройствами (спиральные пружины, пластинчатые рессоры и т. п.). Кроме того, на наружных стенках спецвагонов и контейнеров наносятся знаки и надписи, предупреждающие о необходимости соблюдения особой осторожности при работе с ними для обеспечения гарантированных ограничений по нагружению перевозимых грузов при транспортировке («с горок не спускать», «не толкать») и его правильной и безопасной эксплуатации на путях МПС.

Для исключения возможности повреждения дорогостоящих РН и КА их транспортирование осуществляется, как правило, отдельным локомотивом. При таком виде транспортирования не допускается проведение маневровых работ и реформирований состава в пути следования.

На космодроме к полностью собранному, испытанному и заправленному КА, в составе РКН предъявляют более жесткие требования к транспортным средствам и операциям транспортирования:

- транспортировка должна производиться с малой скоростью, с низкими перегрузками;

- должен обеспечиваться требуемый температурно-влажностный режим.

Для транспортировки элементов ракеты космического назначения «Союз» между сооружениями космодрома используют следующие

железнодорожные агрегаты:

- агрегат для транспортировки КА, РБ на заправочную станцию (рис. 1.3, 1.4);
- агрегат для транспортировки КГЧ с ТК КГЧ на ТК РКН (рис. 1.5);
- агрегат прикрытия при транспортировке РКН на ТУА с ТК РКН на СК (рис. 1.6);
- агрегат термостатирования.

Железнодорожный агрегат для транспортировки КА, РБ на заправочную станцию представляет собой агрегат кузовного типа, оборудованный выдвигной рамой с опорами и ложементами. Кузов изнутри оклеен теплоизоляцией и занимает половину длины агрегата, выдвигная рама выкатывается из кузова на оставшуюся половину агрегата. Загрузка (выгрузка) КА на опоры выдвигной рамы производится кранами. Агрегат оборудован поддонами для сбора возможных проливов компонентов топлива при заправке КА (РБ) на заправочной станции и системой вентиляции кузова после заправки.

Железнодорожный агрегат для транспортировки КГЧ с ТК КГЧ на ТК РКН представляет собой открытый агрегат платформенного типа с ложементами для укладки и закрепления КГЧ и системой воздухопроводов для подвода термостатирующего воздуха к люкам КГЧ.

При транспортировке РКН на ТУА с ТК РКН на СК дополнительно используется железнодорожный агрегат прикрытия, представляющий собой открытый агрегат платформенного типа с системой воздухопроводов для подвода термостатирующего воздуха к люкам КГЧ.

Железнодорожный агрегат термостатирования представляет собой смонтированные в двух вагонах холодильно-нагревательную установку и дизель-электростанцию. Агрегат обеспечивает подачу к КА через систему воздухопроводов транспортных агрегатов термостатирующего воздуха с требуемой чистотой, температурой и влажностью, автоматический контроль и регистрацию параметров воздуха.

Наряду с железнодорожной транспортировкой для доставки элементов РКН на космодромы могут использоваться воздушный и морской виды транспорта.

Воздушная транспортировка имеет следующие преимущества по сравнению с железнодорожной:

- оперативность доставки РН и КА на космодромы;
- широкие возможности по перевозке крупногабаритной техники, размеры грузовых кабин современных транспортных самолетов значительно превышают допустимые размеры для перевозимых по дорогам МПС грузов;

– низкий уровень фактических механических факторов и малое время их воздействия на конструкцию и аппаратуру изделий;

– возможность межконтинентальной транспортировки.

Для авиационной транспортировки КА, РБ, ГО и блоков РН могут применяться самолеты Ан-124-100, Ил-76, Ан-22, Ан-12. Габариты грузовой кабины самолета Ан-124-100 (36 х 6,6 х 4,4 м) позволяют свободно разместить, например, два блока РН «Союз». Загрузка контейнеров в самолет производится либо собственными погрузочными средствами самолета, либо с помощью специальных автомобильных транспортно-перегрузочных агрегатов (рис. 1.7).

Морская межконтинентальная доставка КА и РН становится актуальной в последние годы с развитием международной кооперации в области космических программ.

Преимуществами транспортировки по воде являются малые перегрузки, возможность перевозки ступеней ракет больших габаритов и массы, а недостатком – малая скорость передвижения и ограничения по погодным условиям.

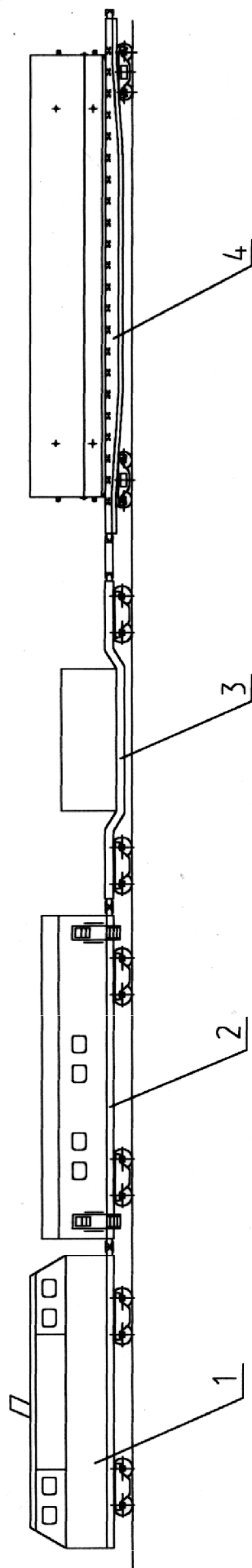
Морская транспортировка РН и КА может осуществляться морскими судами типа «RO-RO» с бескрановой и типа «LO-LO» с крановой загрузкой в трюм судна, например, составные части двух РН «Союз» могут быть одновременно доставлены на одном морском судне длиной 100 – 120м.

В последние годы становится актуальной автомобильная транспортировка в качестве вспомогательного вида транспорта для мультимодальных вариантов доставки РН и КА на космодромы, таких как:

– железнодорожно-авиационные и железнодорожно-морские межконтинентальные перевозки РН и КА;

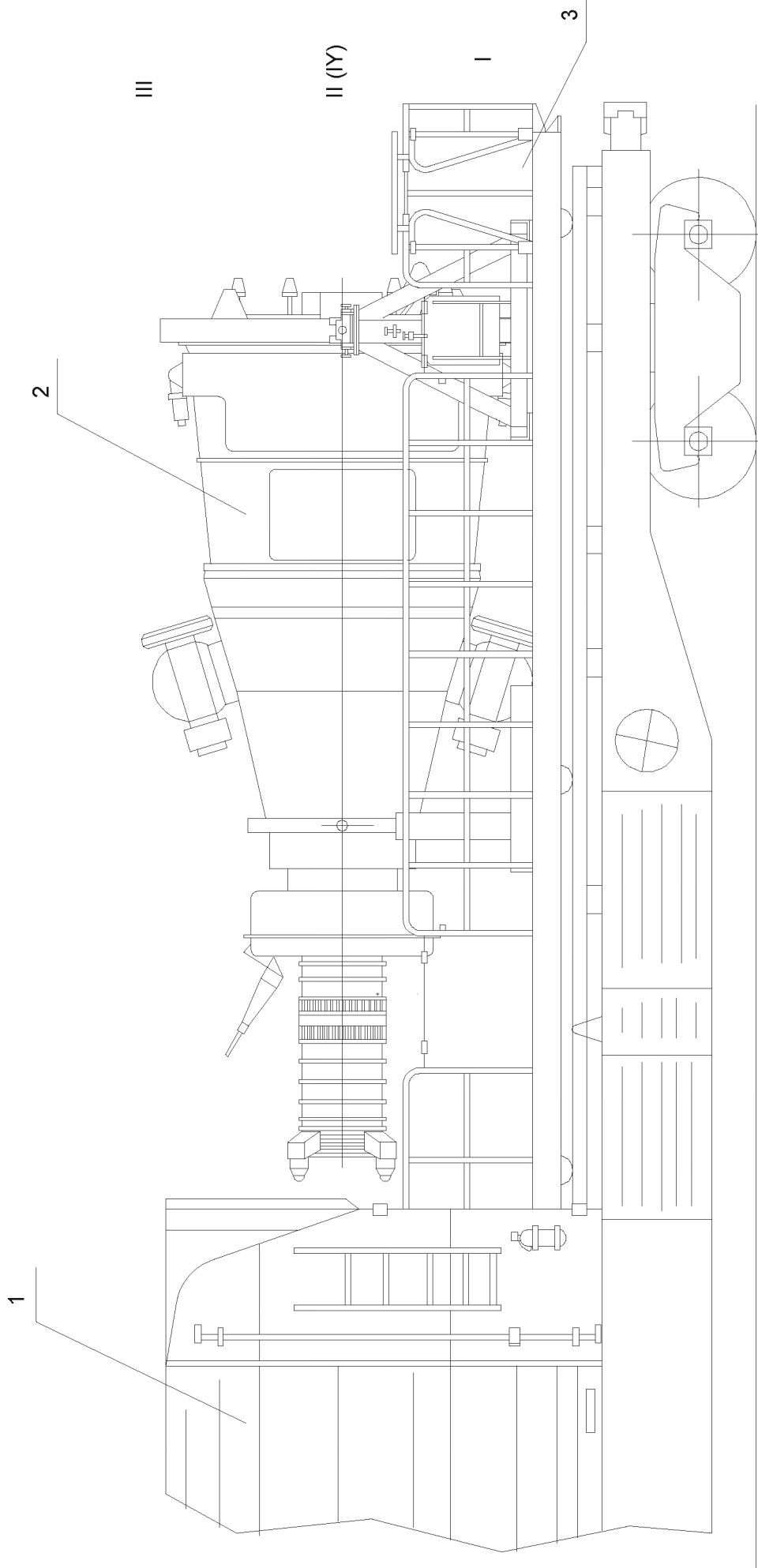
– авиационно-автомобильная транспортировка РН и КА как на отечественные, так и на зарубежные космодромы.

Автомобильная транспортировка блоков РН и КА с завода-изготовителя на аэродром, по территории аэропортов и морских портов при их перегрузке с железнодорожного транспорта на самолет или морское судно, по территории космодромов может производиться как на специальных автомобильных транспортно-перегрузочных агрегатах, так и на серийных длиннобазовых автомобильных прицепах (рис. 1.8), дооборудованных (при необходимости) средствами, обеспечивающими бескрановую перегрузку контейнеров в грузовую кабину самолета (в морское судно).



- 1 - локомотив;
- 2 - специальный ж.-д. вагон;
- 3 - специальный ж.-д. транспортер;
- 4 - четырехосный ж.-д. транспортер платформенного типа 14-Т302

Рис. 1.2 – Грузовой эшелон для доставки составных частей РН

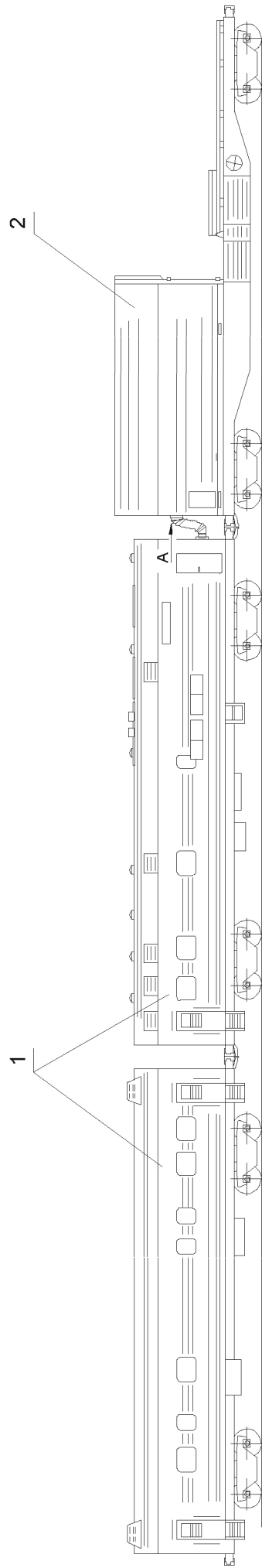


1 - кузов,

2 - изделие,

3 - выдвигная рама агрегата

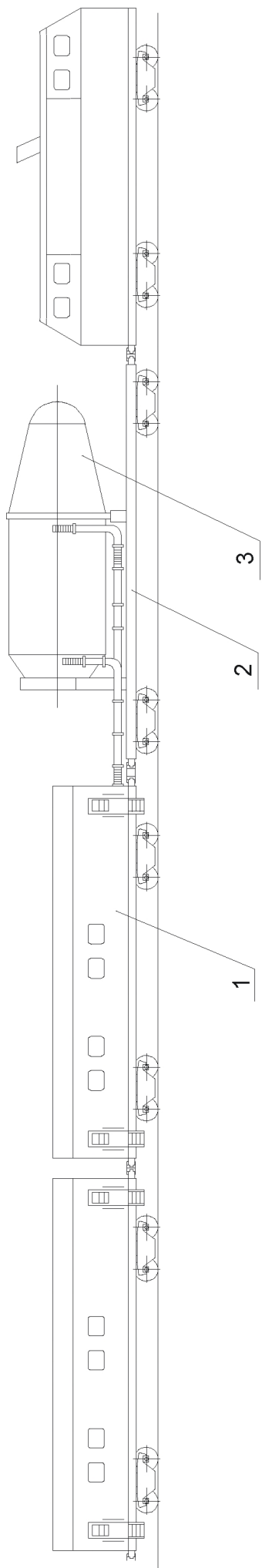
Рис. 1.3 – Железнодорожный агрегат для транспортирования КА, РБ на заправочную станцию



1 - агрегат термостатирования,

2 - агрегат для транспортирования КА, РБ на ЗС

Рис. 1.4 – Железнодорожный состав для транспортирования КА, РБ на заправочную станцию

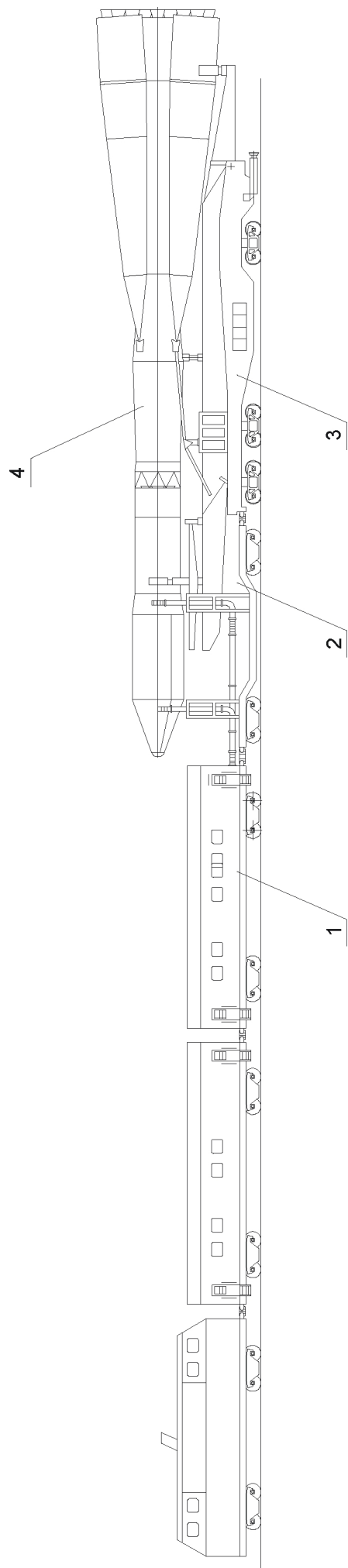


1 - агрегат термостатирования;

2 - ж.-д. агрегат для транспортирования КГЧ;

3 - КГЧ

Рис. 1.5 – Транспортирование КГЧ с ТК КГЧ на ТК РН



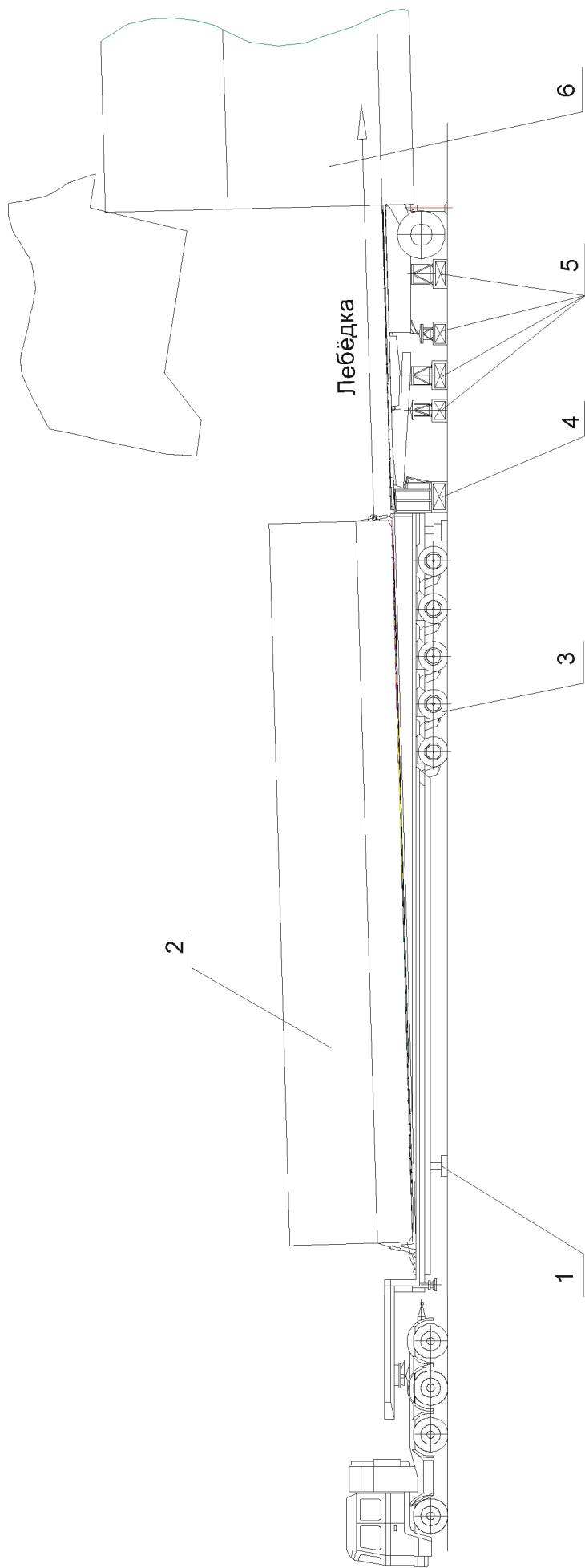
1 - агрегат термостатирования;

2 - агрегат прикрытия;

3 - ТУА;

4 - РКН

Рис. 1.6 – Транспортирование РКН на СК



1 - домкрат;

2 - контейнер;

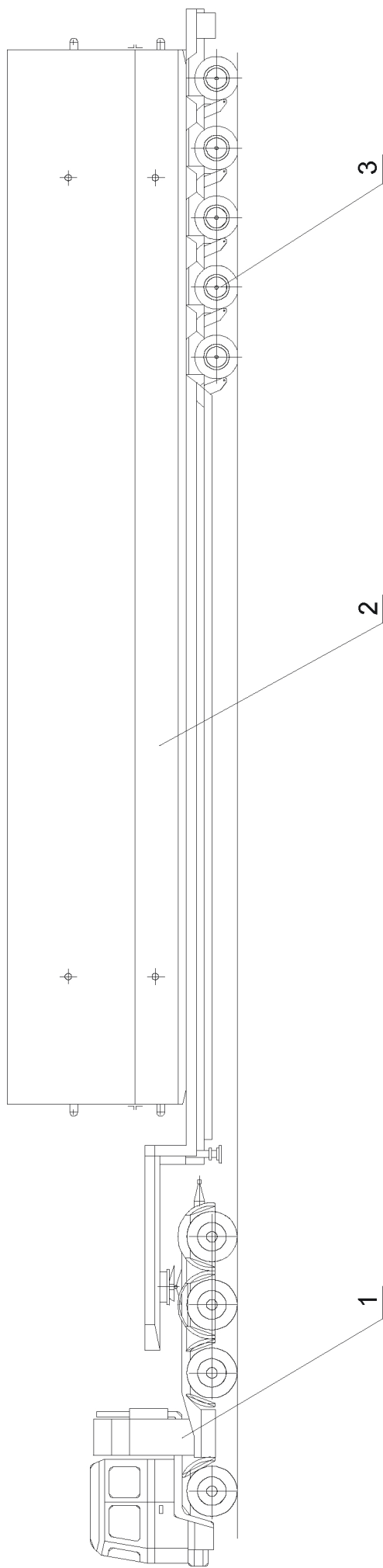
3 - транспортно-перегрузочный агрегат;

4 - подставка;

5 - секция эстакады;

6 - грузовой отсек самолёта Ан-124-100

Рис. 1.7 – Схема погрузки (выгрузки) контейнера



1 - автомобильный тягач;

2 - контейнер;

3 - длиннобазовый автоприцеп

Рис. 1.8 – Транспортирование контейнеров на длиннобазовом автоприцепе

## 1.2. Измерительный комплекс космодрома

Измерительный комплекс космодрома (ИКК) – многофункциональный комплекс специальных средств, предназначенных для решения следующих задач:

- проведения телеметрических измерений в ходе различных проверок РН, РБ и КА на техническом комплексе и РКН на стартовом комплексе при подготовке к пуску;
- проведения телеметрических и траекторных измерений на активном участке полёта РКН;
- привязки измерительной информации к единой шкале времени;
- автоматизированного сбора, обработки, отображения и документирования измерительной информации;
- оценки состояния бортовых систем РКН при подготовке ее к пуску и в полёте;
- прогнозирования районов падения ступеней РН;
- определения элементов траектории полёта РКН и факта выхода КА на орбиту;
- полной послеполетной обработки измерительной информации с целью оценки функционирования бортовых систем РН и КА и лётно-технических характеристик РКН.

При подготовке и осуществлении пуска пилотируемых КА измерительный комплекс космодрома дополнительно обеспечивает радио- и телевизионную связь с их экипажами, выдачу в случае необходимости команды на включение системы аварийного спасения КА, телевизионные репортажи о ходе подготовки и проведении пуска РКН.

Выполнение перечисленных задач ИКК производит с помощью специальной аппаратуры, размещённой на измерительных пунктах (ИП). Расположены ИП вдоль трасс запуска РКН. Размещение и число ИП определяется из условий обеспечения непрерывного получения измерительной информации средствами ИКК на протяжении всего активного участка полета РКН вплоть до момента отделения КА. С целью расширения возможностей ИКК, а также в случае окончания активного участка полёта РКН за пределами территории страны запуска, могут привлекаться ИП других космодромов, командно-измерительные пункты из состава наземного автоматизированного комплекса управления (НАКУ), подвижные измерительные средства автомобильного и самолетного базирования, специально оборудованные суда (плавучие ИП).

Типовой ИП состоит из командного пункта, системы единого времени,

средств траекторных и телеметрических измерений, средств связи с экипажами пилотируемых КА, электронных средств для предварительной обработки информации и пр. Сбор измерительной информации и выдача результатов её обработки на рабочие места операторов (испытателей) для отображения и документирования производятся с помощью автоматизированной системы, включающей различные каналы связи (проводные, кабельные, радиорелейные, спутниковые), аппаратуру передачи данных и другие электронные средства. Обработка измерительной информации производится в информационно-вычислительном центре (ИВЦ), входящем в состав ИКК. Производительность ИВЦ и пропускная способность каналов связи позволяют вести обработку информации, оценку работоспособности бортовых систем РН и КА в реальном масштабе времени и выдавать на отображение до нескольких сотен параметров одновременно. Телевизионная и радиопереговорная информация связи с экипажами пилотируемых КА передаётся по широкополосным кабельным и спутниковым каналам связи в Центр управления полётом. ИКК информационно сопрягается со всеми составными частями своего космодрома, а также с НАКУ, измерительными комплексами других космодромов, привлекаемыми подвижными средствами и другими организациями.

## **2. ТЕХНИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС**

### **2.1. Назначение, структура и состав**

Технический комплекс ракетно-космического комплекса представляет собой комплекс зданий и сооружений с общетехническим и технологическим оборудованием и земельный участок с подъездными путями, обеспечивающий прием и хранение элементов РКН, сборку и испытание ракеты-носителя, космического аппарата, заправку КА компонентами топлива и сжатыми газами, сборку космической головной части и пристыковку ее к ракете-носителю (сборку РКН).

Технический комплекс ракетно-космического комплекса включает:

- технический комплекс ракеты-носителя (ТК РН);
- технический комплекс космического аппарата (ТК КА);
- технический комплекс космической головной части (ТК КГЧ);
- технический комплекс ракеты космического назначения (ТК РКН).

Структурные схемы ТК приведены на рис. 2.1 ÷ 2.4.

Подготовка ракеты космического назначения включает следующие основные этапы:

- сборку и испытания ракеты-носителя на ТК РН;
- сборку и испытания космического аппарата на ТК КА;
- заправку КА на заправочной станции;
- сборку космической головной части на ТК КГЧ;
- сборку ракеты космического назначения на ТК РКН и ее подготовку к транспортировке на стартовый комплекс.

Для выполнения всех работ по подготовке, сборке и испытаниям ракет-носителей и космических аппаратов технический комплекс имеет следующие здания и сооружения:

- монтажно-испытательный корпус;
- заправочную станцию;
- зарядно-аккумуляторную станцию;
- хранилище ракет-носителей;
- хранилище наземного оборудования и др.

## **2.2. Монтажно-испытательный корпус**

*2.2.1. Монтажно-испытательный корпус (МИК) ракет-носителей* – главное сооружение технического комплекса, оснащенное комплектом оборудования, обеспечивающим прием с заводов-изготовителей ступеней, блоков и отдельных узлов ракет-носителей и разгонных блоков, их разгрузку, расконсервацию, хранение, сборку, проверку на герметичность, автономные и комплексные испытания. Как правило, в этом же МИКе производится пристыковка космических головных частей к РН и перегрузка РКН на транспортно-установочный агрегат.

Монтажно-испытательный корпус может состоять как из одного зала, так и из нескольких залов (пролетов). К основному зданию некоторых МИК примыкает так называемый корпус расконсервации, предназначенный для приема отдельных отсеков, блоков, узлов крупных ракет-носителей, освобождения их от укупорки и предварительной сборки, а также хранилище ракет. В монтажно-испытательном корпусе в зависимости от размеров и класса ракеты-носителя можно собирать и испытывать одну или несколько ракет, для чего оборудуется соответствующее количество рабочих мест, оснащенных необходимым оборудованием.

Зал МИК и его пролеты оборудованы мостовыми кранами, количество и грузоподъемность которых зависят от принятой технологии работ.

Для проведения сборки и перемещения блоков и ступеней ракет-носителей из одного пролета в другой внутри монтажно-испытательного корпуса проложены железнодорожные пути, а для вывоза собранной ракеты

космического назначения на стартовую позицию – железнодорожный путь, размеры и конструкция которого определяются конструкцией транспортно-установочного агрегата.

Монтажно-испытательный корпус оснащен электросиловым, осветительным, отопительным и вентиляционным оборудованием, системами пожаротушения, водоснабжения, промстоков, средствами связи и другим общетехническим оборудованием.

Для поддержания определенной температуры воздуха внутри МИК имеются система центрального отопления, система кондиционирования, вытяжная вентиляция для всего зала и местная приточная вентиляция для охлаждения работающей аппаратуры. Для охлаждения вакуумных насосов, наземной электроаппаратуры, системы пожаротушения и других технических и бытовых нужд в монтажно-испытательном корпусе предусмотрена система водоснабжения, а для слива использованной воды и других жидкостей – система промстоков. МИК оборудован телефонной, шлемофонной и громкоговорящей связью.

Для проверки исправности (нормального функционирования) бортовых систем РН (КА, РБ) после транспортировки с завода-изготовителя, сборки РН (КА, РБ, КГЧ, РКН) МИК оснащен специальным технологическим оборудованием.

В монтажно-испытательном корпусе ракета-носитель подвергается автономным и комплексным испытаниям. Автономные испытания – это проверки отдельных систем, узлов и агрегатов, проводимые с целью определения правильности их функционирования; комплексные испытания – это совокупность операций, проводимых с целью проверки правильности функционирования всех систем ракеты-носителя.

Все испытания проводят с помощью контрольно-испытательной аппаратуры (КИА), размещаемой в отдельных помещениях (так называемых пультовых), соединенных с залом МИК кабельными каналами.

Системы управления и измерений обеспечиваются постоянным током и током нестандартной частоты, вырабатываемыми системой наземного электроснабжения спецтоками (СНЭСТ), в состав которой входят преобразователи, токораспределительные устройства, пульта дистанционного управления, кабельная сеть и т. п.

Все сборочные работы с РН, РБ, КГЧ и РКН в монтажно-испытательном корпусе РН выполняют с помощью механотехнологического оборудования (МТО).

МИК РН имеет средства обслуживания, обеспечивающие операторам и

монтажникам доступ к люкам и стыковочным местам РН, РБ, КГЧ и РКН при сборке и испытаниях.

*2.2.2. Монтажно-испытательный корпус космических объектов (МИК КО)* служит для приема с заводов-изготовителей космических аппаратов, их выгрузки, хранения, сборки, проверки на герметичность, электрических испытаний, а также для сборки и испытаний космических головных частей.

Монтажно-испытательный корпус космических объектов – это здание, обычно уступающее по размерам МИК ракет-носителей и состоящее из одного или нескольких залов (пролетов). Высота МИК КО зависит от габаритов космических аппаратов и космических головных частей и способа их сборки. МИК КО имеет железнодорожные пути для доставки объектов, подъемные краны для перемещения их внутри корпуса и для проведения монтажно-сборочных и погрузочно-разгрузочных работ.

Контрольно-испытательная аппаратура и источники токов обычно размещены в специальных помещениях или комнатах (пультовых), количество которых зависит от состава систем космических объектов и размеров испытательного оборудования.

Рабочие места МИК КО оснащены необходимым пневмовакуумным, подъемно-перегрузочным и механотехнологическим оборудованием, контрольно-испытательной аппаратурой, средствами обслуживания, источниками энергопитания и спецтоков, телефонной, шлемофонной и громкоговорящей связью. Для отвода тепла, выделяющегося при испытаниях бортовой аппаратуры, предназначены жидкостная (ЖСОТР) и воздушная (ВСОТР) системы обеспечения теплового режима.

В МИК КО может быть несколько рабочих мест, оборудованных как для однотипных, так и для различных по конструкции и назначению космических аппаратов.

Для испытаний космических аппаратов и их отсеков на герметичность в комплект пневмовакуумного оборудования входят барокамеры, устанавливаемые или в самом МИК КО или в отдельном здании. Барокамеры в зависимости от размещения в них объектов могут быть горизонтальными или вертикальными.

Монтажно-испытательный корпус космических объектов должен удовлетворять повышенным требованиям по чистоте, что вызывается не только культурой производства, но и функциональными особенностями работы космических аппаратов. Пыль, грязь или посторонние предметы, попавшие в космический аппарат, в космосе, в состоянии невесомости, могут вызвать серьезные помехи работе аппаратуры, а при пилотируемых полетах

и жизнедеятельности членов экипажа. Поэтому входные двери МИК КО выполнены герметичными или с тамбурами, а вентиляционные системы оборудованы фильтрами. Иногда МИК КО имеет систему кондиционирования, которая помимо поддержания определенной температуры и влажности обеспечивает и очистку воздуха.

### **2.3. Заправочная станция**

Заправочная станция предназначена для заправки космических аппаратов и разгонных блоков высококипящими компонентами топлива и сжатыми газами. На станции производят заправку горючим, окислителем и сжатыми газами (азотом, гелием и др.) маршевых, тормозных и корректирующих двигательных установок, двигателей ориентации и управления движением КА, а также баков разгонных блоков.

Заправочная станция – это комплекс сооружений, удаленный в целях безопасности от других зданий и сооружений технического комплекса. Заправочная станция состоит из заправочного корпуса, хранилища окислителя, хранилища горючего, холодильного центра, трансформаторной подстанции, сооружений промстоков окислителя, горючего, площадок нейтрализации паров окислителя, горючего и др.

Заправочный корпус станции имеет три заправочных зала, в которых производится раздельная поочередная заправка объекта окислителем, горючим и сжатыми газами. В целях безопасности залы отделены друг от друга герметичными воротами.

Через всю станцию проложен железнодорожный путь, по которому в вагоне или на транспортере доставляют космический аппарат или разгонный блок. Заправляемый объект перемещают в вагоне или на транспортере из одного зала в другой, при этом в первом зале происходит заправка горючим, во втором – сжатыми газами, в третьем – окислителем.

Места заправки, заправочные горловины и штуцера обслуживают с площадок и подставок, входящих в состав заправочной станции, или для этих целей используют средства обслуживания вагона или транспортера.

Управление всеми заправочными операциями производится из пультовых, где размещены пульта системы дистанционного и автоматического управления, аппаратура контроля и сигнализации, заправочные операции регистрируются на табло и приборах информационно-управляющей системы.

Заправочная станция оборудована мощной приточно-вытяжной

вентиляцией, системой промстоков, противопожарными системами, которые изготовлены в пожаровзрывобезопасном исполнении из материалов, стойких к воздействию агрессивных компонентов и их паров. На заправочной станции принимают особо строгие меры безопасности.

#### **2.4. Зарядно-аккумуляторная станция**

Зарядно-аккумуляторная станция служит для подготовки и зарядки аккумуляторных батарей, используемых в качестве бортовых источников электропитания космических аппаратов, разгонных блоков и ракет-носителей. Зарядно-аккумуляторная станция размещается, как правило, в отдельном помещении и оснащается оборудованием, обеспечивающим приготовление и заливку электролита, заряд и разряд батарей, их контроль перед установкой на объект, а также специальными холодильниками (с целью уменьшения саморазряда батарей). На станции проводят так называемую тренировку батарей, заключающуюся в проведении нескольких циклов «заряд – разряд», что способствует принятию большего запаса электроэнергии.

#### **2.5. Хранилище пороховых зарядов**

Хранилище пороховых зарядов (помещение для пиротехнических устройств) имеется на тех космодромах, где осуществляется подготовка ракет-носителей и космических аппаратов, в состав которых входят твердотопливные ускорители – пороховые двигатели, двигательные установки аварийного спасения, а также другие пиротехнические средства. Хранилище обычно представляет собой отдельно стоящее здание, удаленное в целях безопасности от других зданий и сооружений технической позиции. Пиротехнические устройства размещают в хранилище на тележках или подставках; для погрузочно-разгрузочных работ предусмотрены краны или ручные тали. Для поддержания определенной температуры воздуха в помещении и исключения резких перепадов температур (во избежание образования трещин в зарядах) хранилища строят заглубленными в землю или обвалованными; большие хранилища оборудуют системой кондиционирования воздуха. Все оборудование хранилища изготовлено во взрывобезопасном исполнении и во избежание накопления статического электричества тщательно заземлено; для защиты от атмосферного электричества предусмотрена система молниеотводов.

## **2.6. Хранилище ракет-носителей**

Хранилище ракет-носителей – это здание, оборудованное мостовыми кранами и железнодорожной колеей для доставки собранных ракет-носителей. Обычно ракеты хранят на ангароскладских тележках или на транспортерах и железнодорожных агрегатах, на которых их доставляют в хранилище; в этом случае отпадает необходимость в кранах, что существенно упрощает строительную часть хранилища.

## **2.7. Хранилище агрегатов наземного оборудования**

Хранилище агрегатов наземного оборудования может состоять из нескольких зданий и навесов для хранения подвижных заправочных агрегатов, механотехнологического, подъемно-перегрузочного оборудования и транспортных средств. Крупногабаритные агрегаты (кабель-заправочные башни, транспортно-установочные агрегаты и т. п.) хранят, как правило, на специально оборудованных открытых площадках.

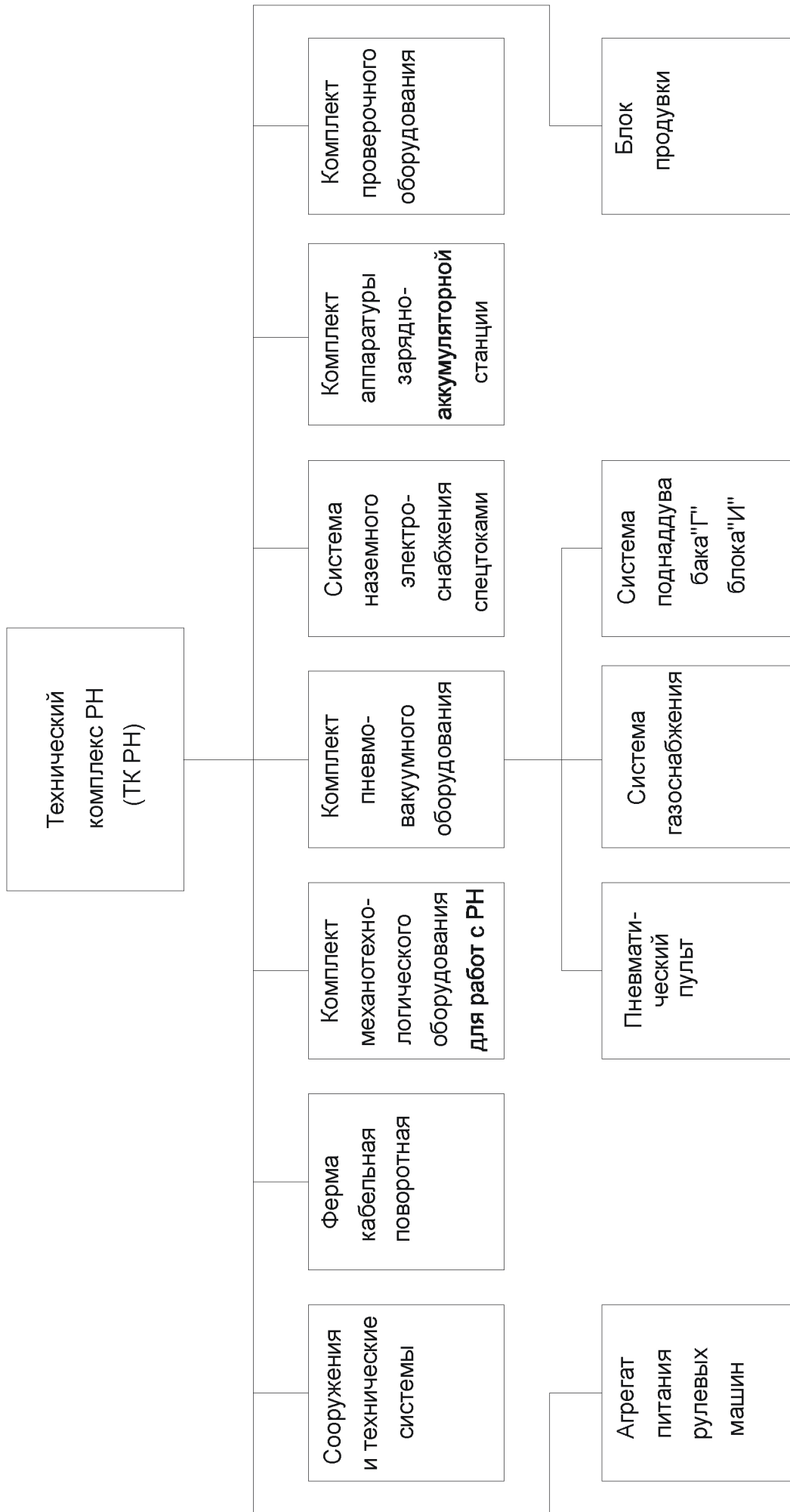


Рис. 2.1 - Структурная схема ТК РН

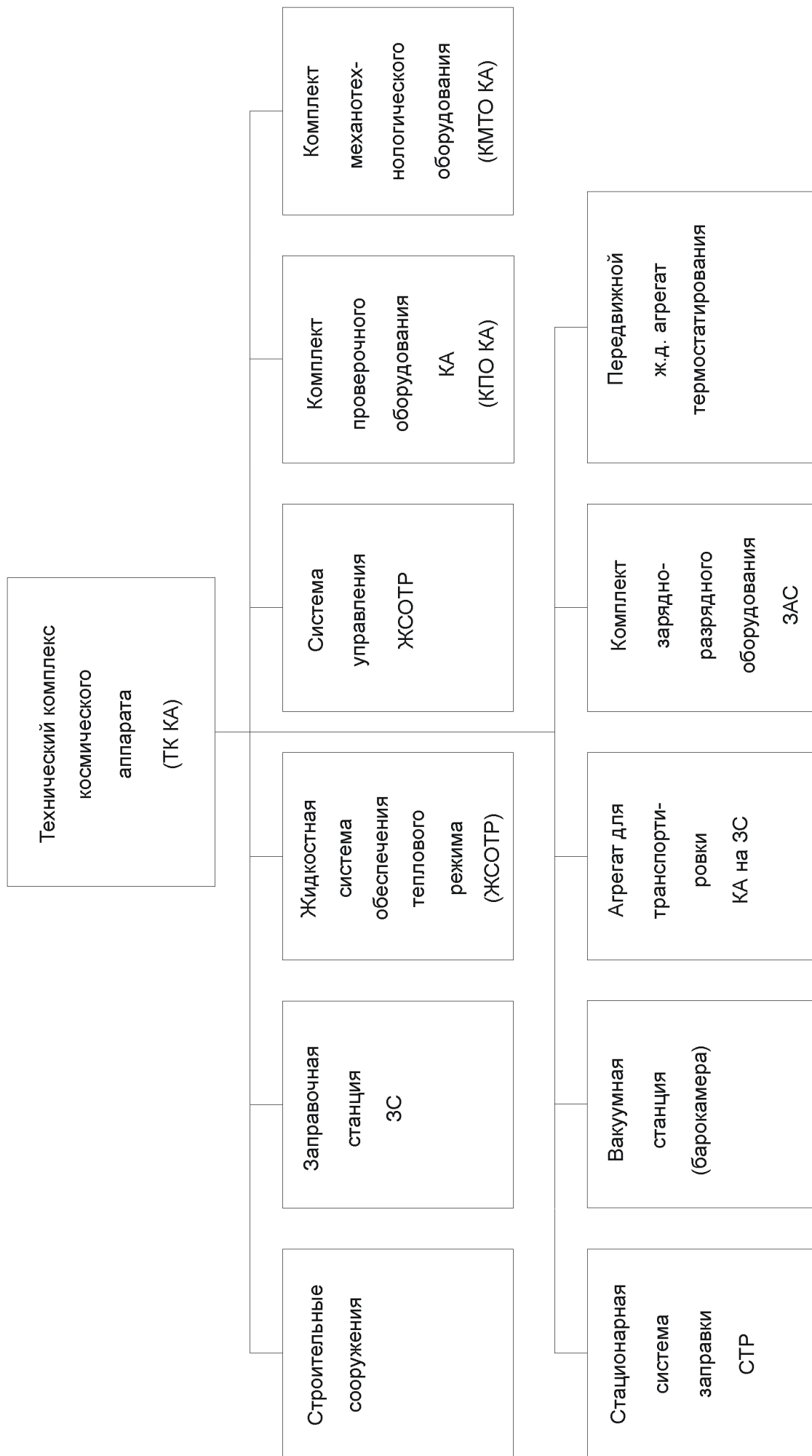


Рис. 2.2 - Структурная схема ТК КА

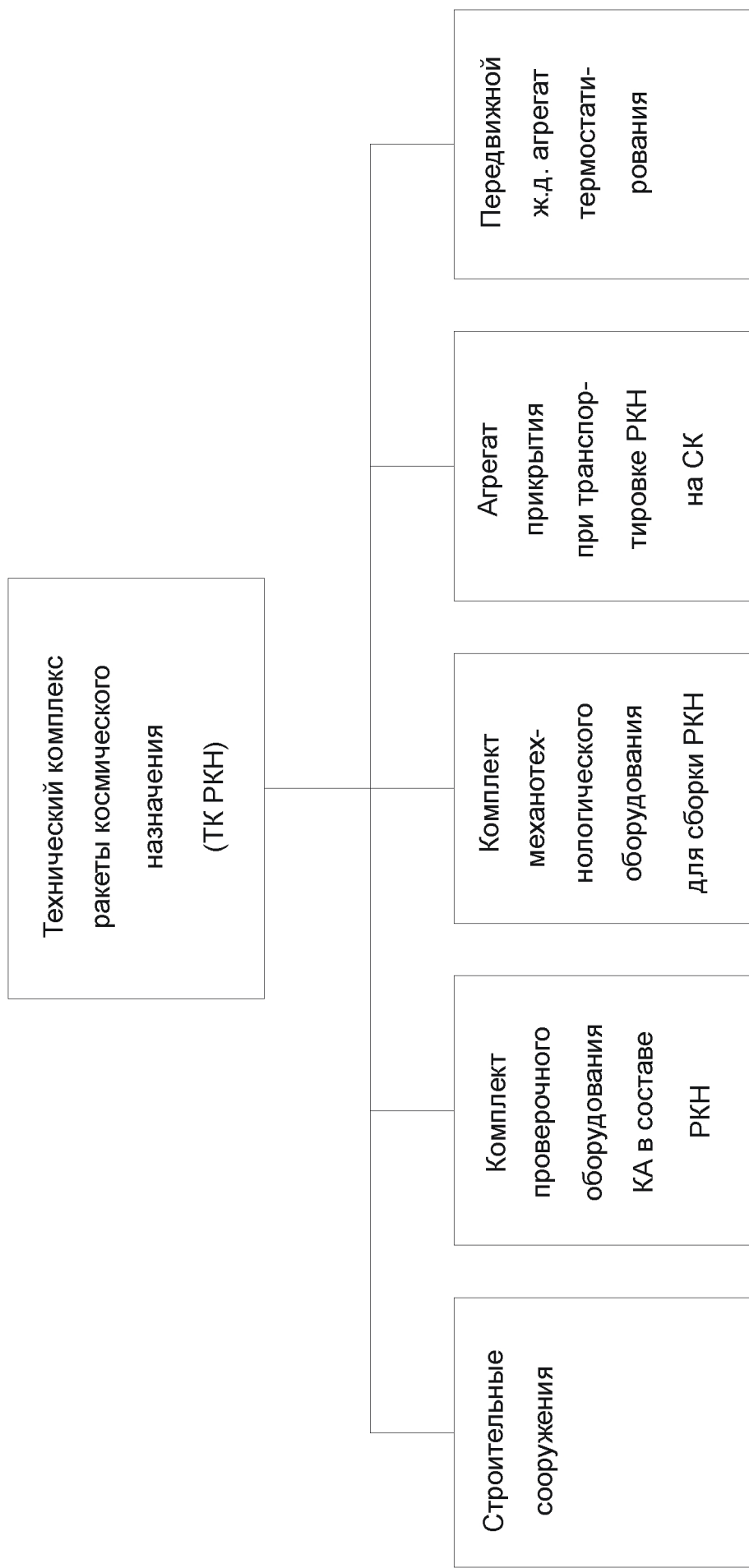


Рис. 2.3 - Структурная схема ТК РКН

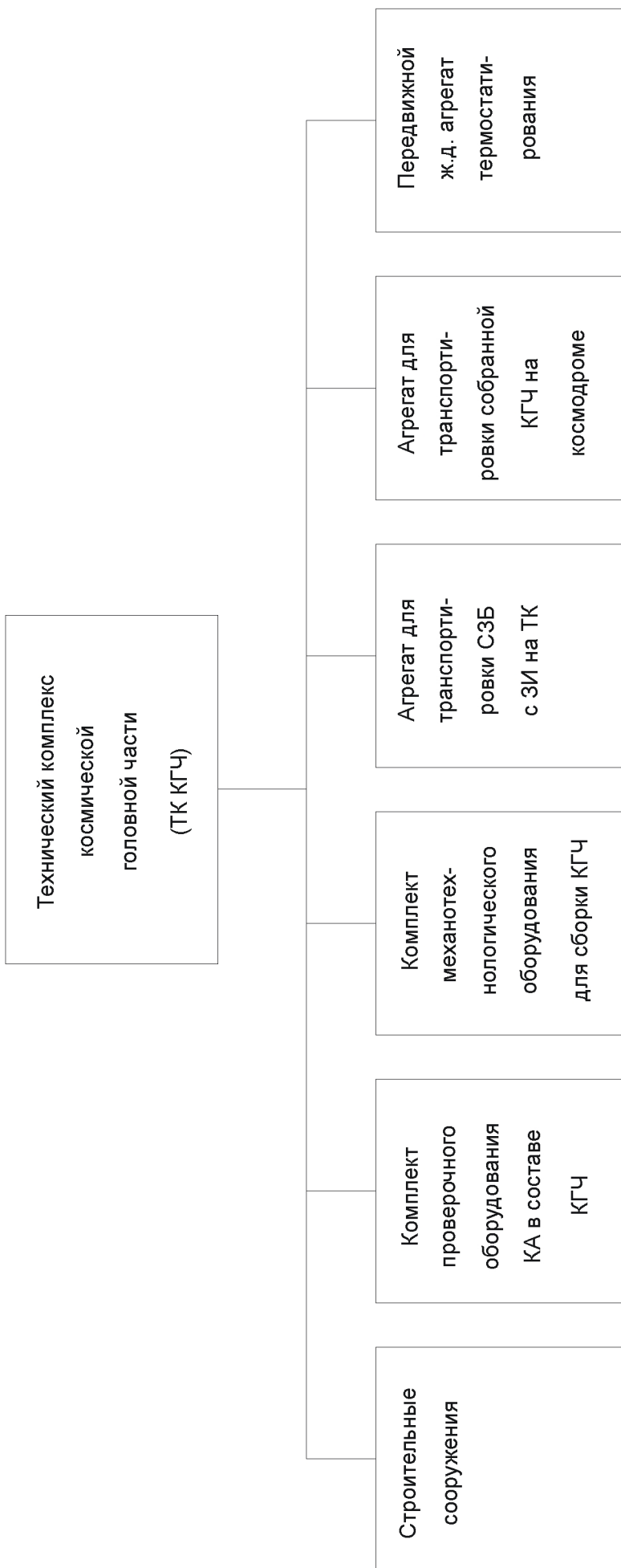


Рис. 2.4 - Структурная схема ТК КГЧ

## 2.8. Технологическое оборудование ТК

### 2.8.1. Механотехнологическое оборудование

Комплект механотехнологического оборудования (КМТО) – составная часть ТК КА (КГЧ, РБ, РН, РКН), представляющая собой совокупность оборудования для обеспечения монтажно-стыковочных работ, подъемно-перегрузочных работ, взвешивания и определения координат центра масс, обезвешивания раскрываемых элементов, а также обслуживания при подготовке КА (КГЧ, РБ, РН, РКН) на техническом комплексе. Структурные схемы КМТО приведены на рис.2.5, 2.6.

В общем виде механотехнологическое оборудование включает в себя следующие виды оборудования:

- монтажно-стыковочное оборудование (монтажно-стыковочные тележки, тележки хранения, кантователи, стенды для сборки КА, КГЧ, стенды обезвешивания, ложементы и т. п.);

- подъемно-перегрузочное оборудование (траверсы, грузозахватные средства, канаты, подвески, переходники, манипуляторы, такелажные приспособления и т.п.);

- средства обслуживания для КА, СЗБ, КГЧ, РН, РКН (стапели обслуживания, фермы обслуживания, стремянки, площадки обслуживания, подставки и т.п.);

Ниже приводятся состав и краткая характеристика отдельных агрегатов и устройств по видам оборудования.

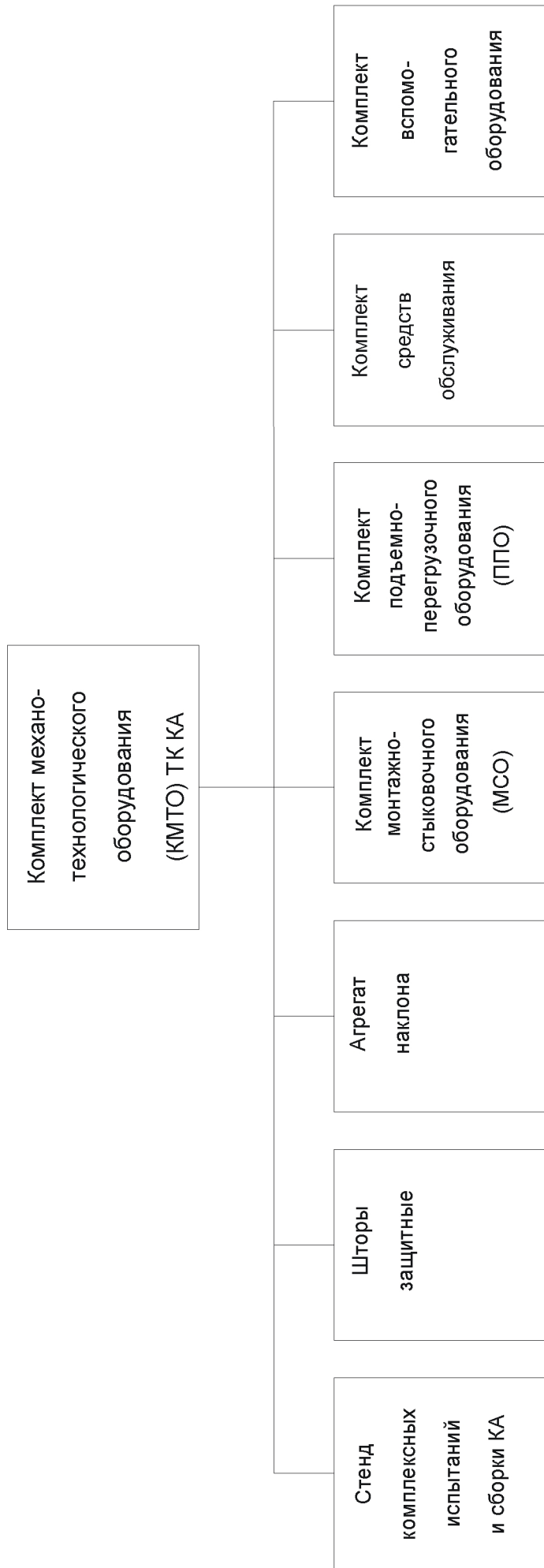


Рис. 2.5 - Структурная схема КМТО ТК КА

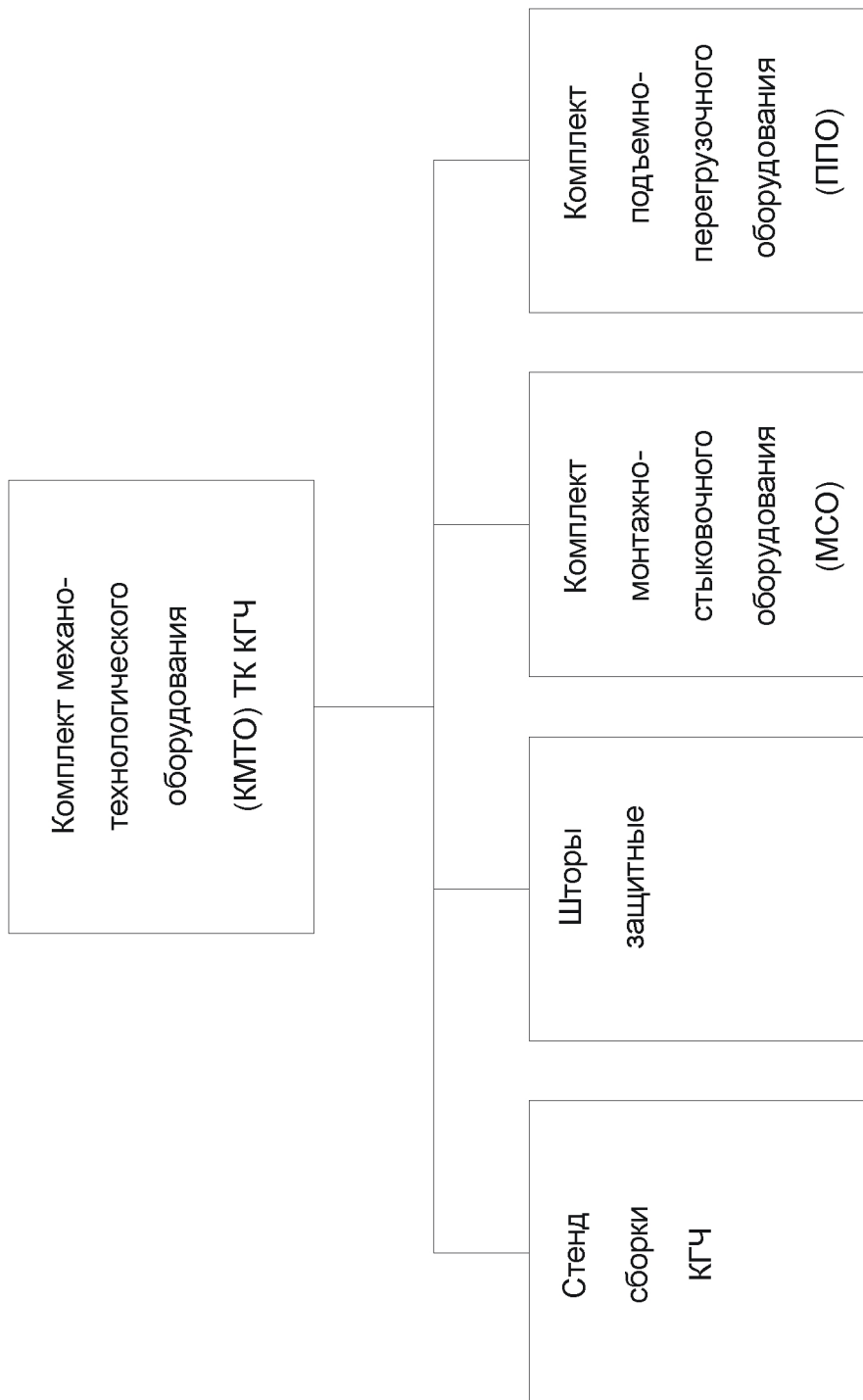


Рис. 2.6 - Структурная схема КМТО ТК КГЧ

### 2.8.1.1. Монтажно-стыковочное оборудование

Монтажно-стыковочная тележка – устройство, представляющее собой, силовую раму на железнодорожном ходу с тормозом, оборудованную ответным устройством для роликовой опоры и приводами для перемещения опоры в трех линейных направлениях. Ниже приведены технологические данные и устройство базовой монтажно-стыковочной тележки 11Т366, которая широко используется при работах с КА и РН.

Тележка предназначена для работы в составе монтажно-технологических и сборочных агрегатов, вместе со сменными роликовыми опорами и ложементами этих агрегатов и бандажами блоков РН и КА (далее по тексту изделий).

Конструкция тележки обеспечивает:

- установку сменных роликовых опор и ложементов;
- установку проставок для обеспечения расположения составных частей изделия на различной высоте;
- передвижение загруженной и незагруженной тележки по рельсовому пути нормальной колеи;
- вертикальное и поперечное перемещение съемных рабочих элементов (роликовые опоры и ложементы);
- контроль нагрузок на роликовых опорах и ложементах;
- проведение такелажных работ с тележкой.

#### Технические данные тележки

Тип тележки	монтажно-стыковочная на железнодорожном ходу		
Грузоподъемность		15000 кг	
Высота оси изделия (от головок рельсов), не более		4000 мм	
Ход гидроцилиндра подъема (от среднего положения)		±150 мм	
Ход гидроцилиндра поперечного перемещения (от среднего положения)		±150 мм	
Масса тележки		1230 кг	
Колесный ход, тип	двухосный, сдвоенный,	с	ручным

приводом и стояночным тормозом на приводной оси

Диаметр колес	300 мм
База	1100 мм
Колея	1524 мм
Стояночный тормоз	колодочный с винтовым приводом
Привод колес	механический с ручным приводом, цилиндрическим прямозубым редуктором и цепной передачей на колеса
Механизм стопорения	винтовой, с ручным приводом

Технические данные гидроцилиндра подъема

Диаметр цилиндра	200 мм
Диаметр штока поршня	180 мм
Ход штока	300 мм
Величина перемещения штока за 10 циклов Ручного насоса:	
При подъеме	10 мм
При опускании	100 мм

Технические данные гидроцилиндра поперечного перемещения

Диаметр цилиндра	75 мм
Диаметр штока	30 мм
Ход штока	300 мм
Величина перемещения штока за 10 циклов ручного насоса	170 мм

Технические данные гидросистемы

Рабочая жидкость	масло АМГ-10
Рабочее давление	4,8МПа(48 кгс/см <sup>2</sup> )
Емкость гидросистемы	40 литров
Насос	ручной

Тележка (рис. 2.7) состоит из следующих составных частей: колесного хода 9, привода 10 колес, каретки 7, двух механизмов 8 стопорения, облицовки 5, гидросистемы 6 с гидроцилиндром 2 подъема и гидроцилиндром перемещения каретки.

Тележка представляет собой передвижную платформу с расположенными на ней механизмом передвижения тележки, механизмом перемещения каретки, тормозным и буферным устройством.

Колесный ход предназначен для передвижения тележки по рельсовому пути и состоит из привода 1 колес, балок с ходовыми колесами 9, двух валов и ручного тормоза с маховиком 4.

Привод колес служит для передачи вращения маховика 1 к приводному колесу 10 тележки и представляет собой двухступенчатый редуктор с отключающим устройством.

Каретка 7 предназначена для поперечного перемещения установленного в ней гидроцилиндра 2 с элементами монтажно-стыковочного оборудования.

Механизм стопорения 8 фиксирует шток гидроцилиндра с элементами монтажно-стыковочного оборудования после установки их гидроцилиндром 2 на определенную высоту.

На каретке 7 установлены два механизма стопорения.

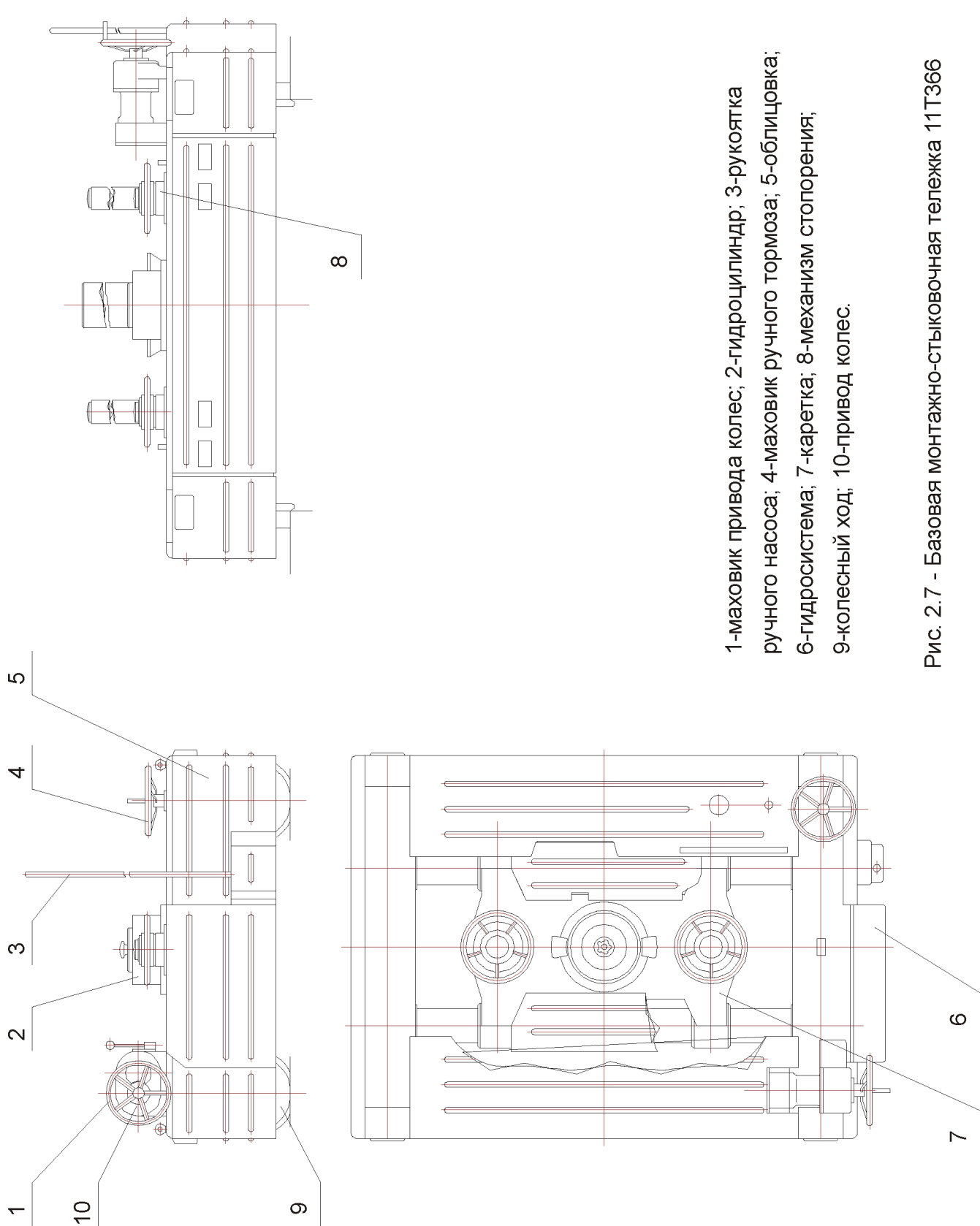
Гидросистема тележки предназначена для выполнения операций подъема (опускания) и поперечного перемещения элементов монтажно-стыковочного оборудования, а также для контроля нагрузок на поршне гидроцилиндра подъема.

Гидросистема состоит из системы питания, управляющих органов, исполнительных органов, трубопроводов и присоединительной аппаратуры.

Ручной насос 4 предназначен для подачи рабочей жидкости под давлением в гидросистему тележки и установлен на балке колесного хода.

Ручной насос поршневого типа, двухступенчатый, автоматически переключающийся на пониженную производительность по достижению заданного давления 4,5МПа (45 кгс/см<sup>2</sup>).

Ангарная тележка – устройство на колёсном ходу, предназначенное для хранения, перемещения и проведения регламентированного технического



1-маховик привода колес; 2-гидроцилиндр; 3-рукоятка  
 ручного насоса; 4-маховик ручного тормоза; 5-облицовка;  
 6-гидросистема; 7-каретка; 8-механизм стопорения;  
 9-колесный ход; 10-привод колес.

Рис. 2.7 - Базовая монтажно-стыковочная тележка 11Т366

обслуживания КА (КГЧ, РБ, РН) внутри сооружений. Она может быть оборудована приводом для перемещения.

Кантователь КА (КГЧ, РБ) – устройство, обеспечивающее поворот КА (КГЧ, РБ) и их составных частей вокруг одной из осей на угол не менее 90°. Разновидностью кантователя является агрегат наклона. В качестве примера взят агрегат наклона 17Т17, разработанный для КА типа "Ресурс-ДК" и находящийся в настоящее время в эксплуатации.

Стенд комплексных испытаний – совокупность устройств для установки, проверки положения осей КА (КГЧ, РБ), подсоединения электропневмогидрокоммуникаций и средств термостатирования в процессе проверки во взаимодействии систем КА (КГЧ, РБ). В качестве примера рассмотрен стенд комплексных испытаний 11Т326 (рис. 2.8, 2.9, 2.10), предназначенный для обеспечения доступа к местам обслуживания КА и КГЧ (далее по тексту изделий) и их составных частей в процессе проведения комплексных испытаний и механосборочных работ в монтажно-испытательных корпусах. Стенд обеспечивает обслуживание изделий, диаметр которых не превышает 4100 мм и массой не более 15000 кг и служит для выполнения следующих операций:

- кантование на 90° изделий и их составных частей;
- наклон изделий на угол  $\pm 20^\circ$ ;
- вращение на 360° изделий в вертикальном положении вокруг продольной оси.

Стенд состоит из следующих составных частей: основания 7; ферм переходных; домкратов 5, 6; вышек неподвижных 11; поворотных площадок 4,10; поворотных ферм 3; стрелы 2; подставок; лестниц 8; трапов 9; электрооборудования системы гидроавтоматики и системы освещения; комплекта ЗИП; комплекта грузомaketов.

Стенд имеет две составные части, отличающиеся по функциональному назначению – основание 7 и вышки 11 с поворотными фермами 1,3 и площадками 4,10.

Основание выполняет функции по наклону, повороту и вращению изделий, а вышки с фермами и площадками служат для обслуживания изделий, находящихся в вертикальном положении. Кроме того вышки являются противовесом при повороте изделий на 90°.

Основание имеет в своем составе поворотную раму, погон, механизмы, гидросистему и систему гидроавтоматики, позволяющие выполнять операции по повороту изделия, закрепленного на погоне, из вертикального

положения в горизонтальное, наклону изделия на  $\pm 20^\circ$  в две стороны и вращению изделия вокруг вертикальной оси на  $360^\circ$ .

С двух сторон на раме основания установлены две неподвижные вышки, между которыми устанавливается изделие. Неподвижные вышки имеют выдвижные площадки, с помощью которых обслуживающий персонал может приближаться к изделию в местах наименьшего размера по диаметру. С боковых сторон неподвижных вышек устанавливаются поворотные фермы и площадки, которые в закрытом положении образуют шестигранник с внутренним максимальным диаметром 4200 мм. Поворотные площадки и фермы имеют выдвижные площадки, каждая из которых выдвигается на 900 мм.

Поворотные площадки и фермы можно закрывать или открывать поворотом в подшипниках опор с помощью ручных винтовых механизмов, имеющих на каждом этаже, кроме верхнего.

Для перехода с неподвижной вышки на поворотную площадку или поворотную ферму на каждом этаже имеются мостики.

При установке изделия, находящегося в вертикальном положении, в стенд необходимо с одной из сторон стенда открыть поворотные фермы и площадки, соединенные между собой по высоте при помощи механизма поворота одной из площадок.

Стенд позволяет обслуживать изделие снизу, для чего опорная плоскость изделия установлена на высоте не менее 1500 мм от пола; между одной из балок основания и полом МИКа имеется минимальный зазор для заезда под стенд стыковочных механизмов.

В случае необходимости можно вращать изделие, находящееся в стенде, при помощи механизма вращения погона от электрогидравлического привода или с помощью ручного привода.

Гидросистема стенда состоит из органов питания, управляющих органов, исполнительных органов, трубопроводов и присоединительной арматуры. Гидросистема обеспечивает выполнение следующих операций:

- наклон погона стенда на угол  $+ 20^\circ$ ;
- поворот рамы стенда на угол  $90^\circ$ ;
- вращение опорного кольца стенда.

Гидравлические фильтры, манометр, большинство органов управления и присоединительной арматуры находятся в гидропульте, расположенном

на ферме основания. Рабочая жидкость – масло АМГ-10. Рабочее давление в гидросистеме равно 18,5МПа (185 кгс/см<sup>2</sup>).

В гидросистеме используется система с насосами постоянной производительности и дроссельным регулированием скорости исполнительных органов. Работа насосов производится от электродвигателя переменного тока "М".

Наклон погона производится гидроцилиндром наклона на большой (5°/сек) и малой (0,2°/сек) скоростях.

Поворот рамы на угол 90° производится гидроцилиндрами 1 поворота с большой (0,5°/сек) и малой (0,125°/сек) скоростями.

Вращение опорного кольца в горизонтальном положении осуществляется гидромотором с большой (5°/сек) и малой (0,5°/сек) скоростями.

Гидропульт предназначен для управления работой насосной станции, гидроцилиндра наклона, гидроцилиндров поворота и гидромотора и расположен на ферме основания.

Органы питания осуществляют механическую очистку рабочей жидкости и подачу ее ко всем органам гидросистемы стенда. К ним относятся насосная станция и фильтр.

Насосная станция 4 предназначена для подачи рабочей жидкости под давлением в гидросистему агрегата и состоит из насосов, электродвигателя, бака и ручного насоса.

При работе двух насосов осуществляется наклон погона и поворот рамы на большой скорости. Вращение опорного кольца, наклон погона и поворот рамы на малой скорости осуществляются насосом.

Насосы – поршневые, нерегулируемые с приводом от электродвигателя с производительностью 35 л/мин и 16 л/мин при 1450 об./мин.

Гидравлический фильтр сливного типа с перепускным клапаном предназначен для тонкой очистки рабочей жидкости, поступающей из гидросистемы в бак, и расположен в верхней части бака.

Ручной насос расположен на раме насосной станции и предназначен для подачи рабочей жидкости под давлением в гидросистему. Насос – поршневого типа с двухступенчатыми поршнями, автоматически переключающийся на пониженную производительность при достижении заданного давления 4,5МПа (45 кгс/см<sup>2</sup>).

Управляющие органы предназначены для управления работой

исполнительных органов гидросистемы. К ним относятся: распределители, приборы безопасности и дроссельные устройства.

В гидросистеме станда установлены следующие приборы безопасности: предохранительные клапаны, гидрозамки гидроцилиндра наклона и гидроцилиндров поворота.

К приборам безопасности относятся также дроссели гидроцилиндров поворота, которые установлены непосредственно на гидроцилиндрах. В случае выхода из строя трубопроводов или кранов управления гидроцилиндрами эти дроссели ограничивают скорость поворота рамы в допустимых пределах.

Электрооборудование станда предназначено для электропривода насосной станции для обеспечения потребителей электроэнергии постоянным и переменным током, для дистанционного управления гидросистемой при выполнении операций, проводимых на станде, и освещения станда.

Электрооборудование станда включает в себя источники электроэнергии (преобразователь напряжения, блок конденсаторов), командный орган (пульт управления), коммутационную аппаратуру и аппаратуру защиты, размещенную в щите гидроавтоматики, распределительном щите, блоке конденсаторов и релейном блоке, аппаратуру освещения и исполнительные органы (электродвигатель, электромагнитные краны).

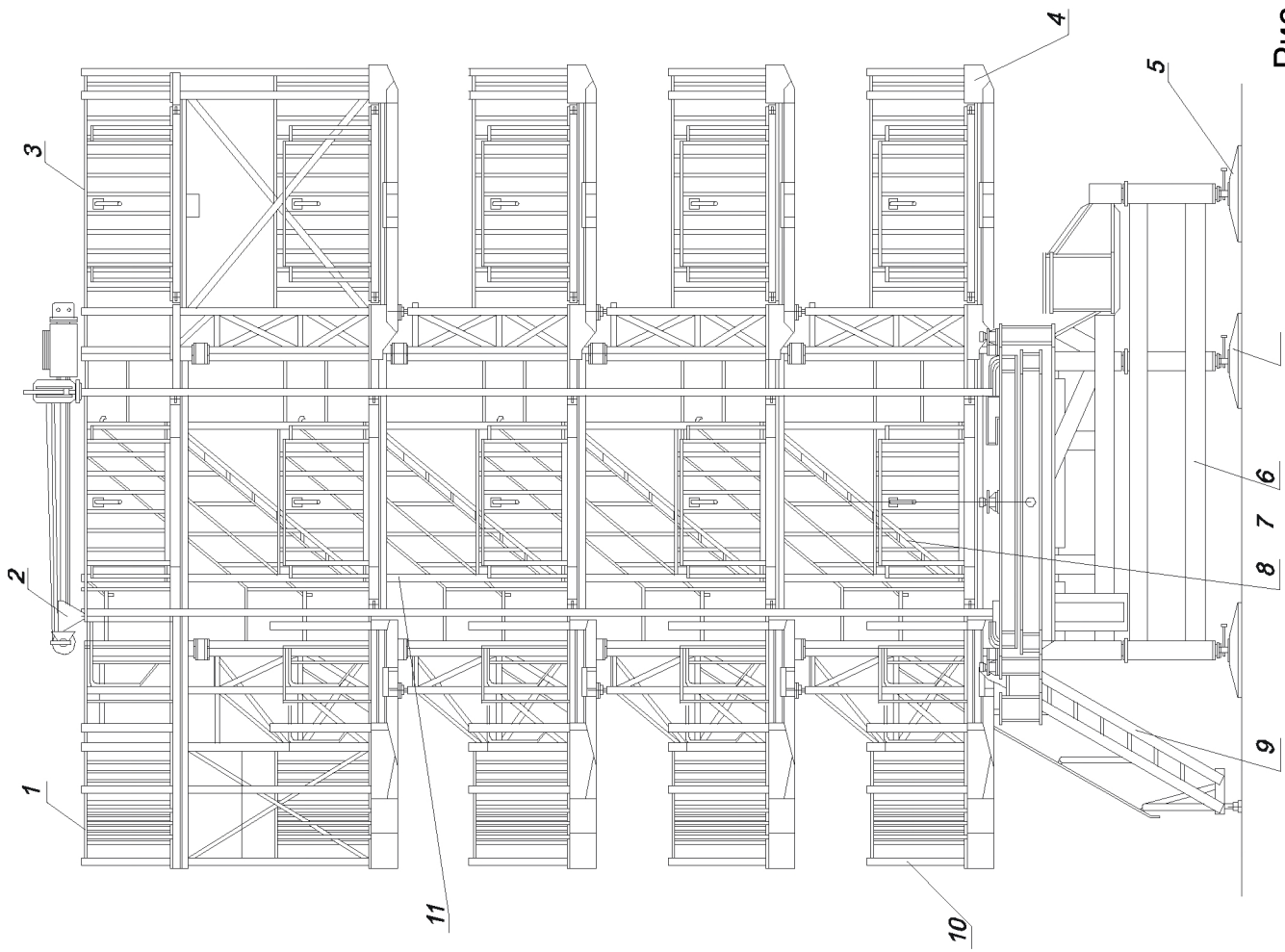
Электрооборудование станда подразделяется на систему гидроавтоматики и систему освещения.

Система гидроавтоматики предназначена для электропривода насосной станции и дистанционного управления гидросистемой при поворотах рамы, наклонах погона и вращения опорного кольца.

В состав системы гидроавтоматики входят щит гидроавтоматики, пульт управления, релейный блок, блок конденсаторов, преобразователь напряжения, электродвигатель, микровыключатели, путевые выключатели, звонок.

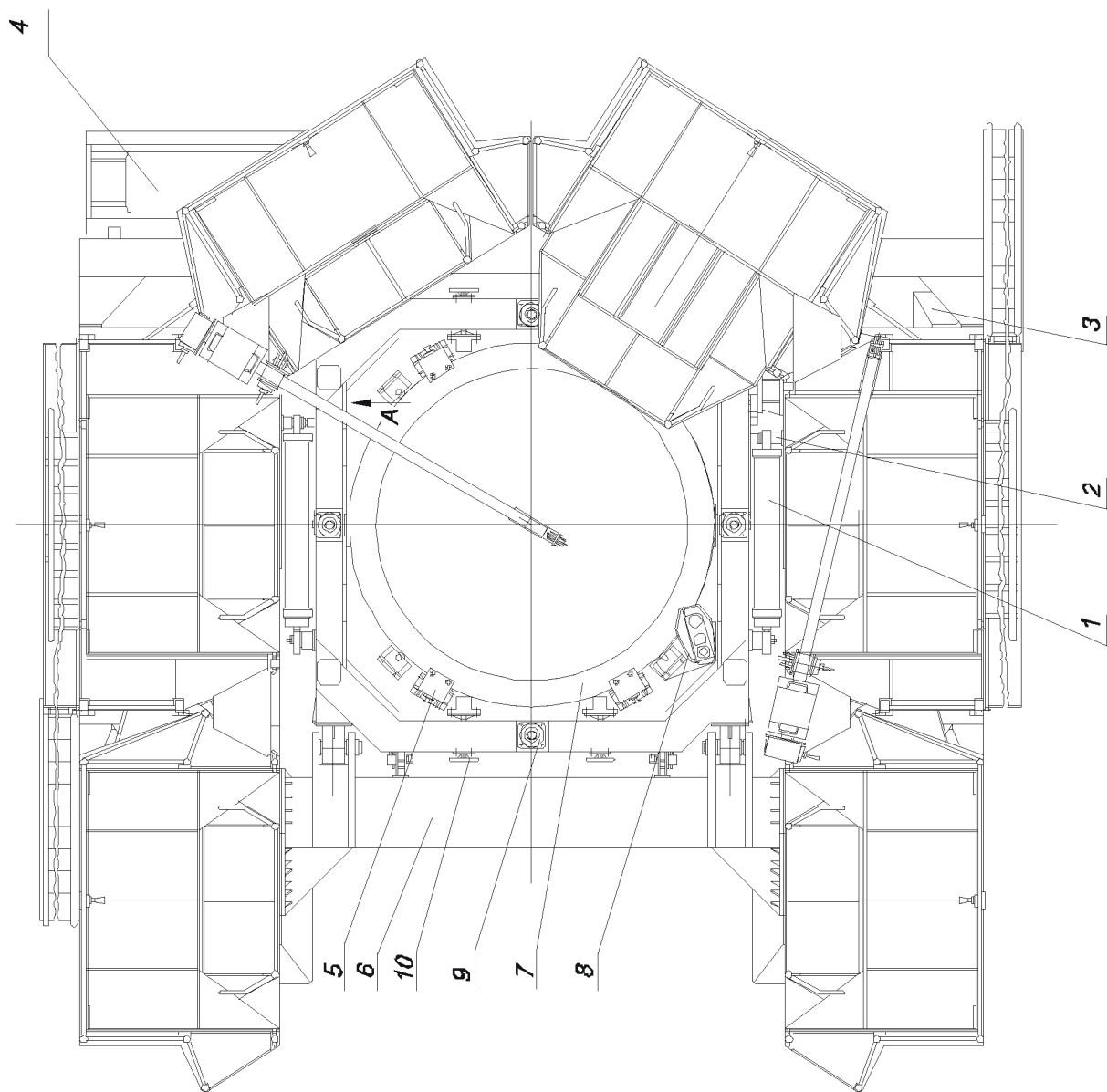
Управление системой гидроавтоматики осуществляется с пульта управления.

Система освещения станда предназначена для освещения мест работы с изделием, а также для подключения переносных светильников и электроинструмента.



- 1 - ферма поворотная;
- 2 - стрела;
- 3 - ферма поворотная;
- 4 - площадка поворотная;
- 5 - домкрат;
- 6 - домкрат;
- 7 - основание;
- 8 - лестница;
- 9 - трап;
- 10 - площадка поворотная;
- 11 - вышка неподвижная.

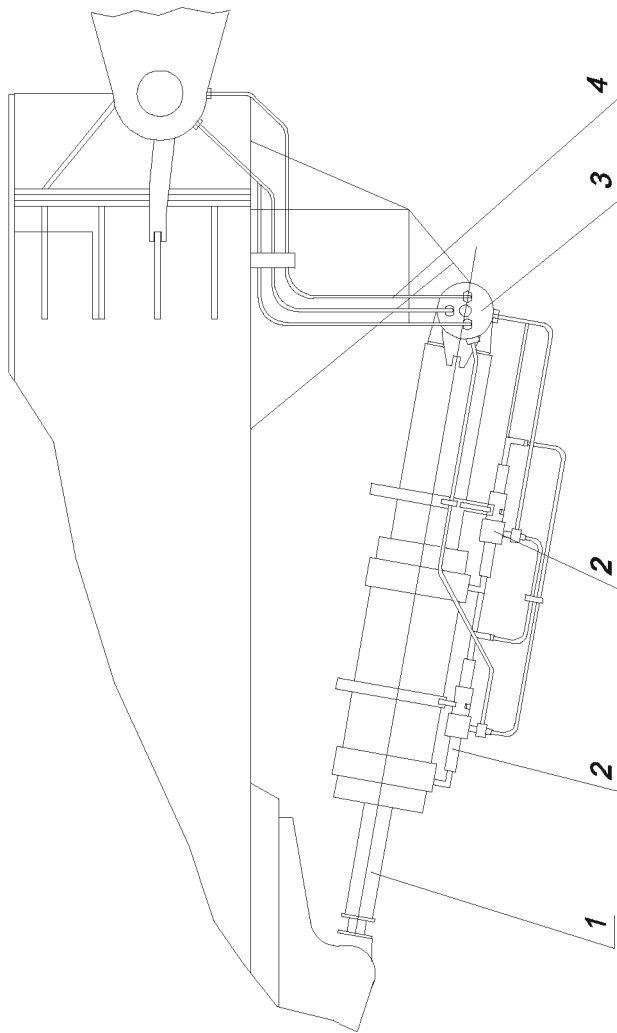
Рис. 2.8 – Стенд универсальный 11Т326.00



- 1 - гидроцилиндр поворота;
- 2 - гидрошарнир гидроцилиндра поворота;
- 3 - пульт управления;
- 4 - насосная станция;
- 5 - механизм фиксации опорного кольца;
- 6 - рама погона;
- 7 - опорное кольцо;
- 8 - привод вращения опорного кольца;
- 9 - опоры для установки агрегата наклона 17Т17;
- 10 - механизм фиксации погона.

Рис. 2.9 – Стенд универсальный 1Т326.00

A



- 1 - гидроцилиндр наклона;
- 2 - гидрозамок гидроцилиндра;
- 3 - гидр шарнир гидроцилиндра;
- 4 - арматура гидросистемы.

Рис. 2.10 – Механизм наклона погона стенда 11Т326

Система освещения стенда включает в себя:

- электрооборудование основания, состоящего из распределительного щита, трансформаторов и трюмных светильников;
- электрооборудование двух неподвижных вышек, состоящее из трюмных светильников, раздаточной коробки, выключателя и розеток для каждой вышки;
- электрооборудования шести поворотных площадок, состоящее из трюмных светильников по одному для каждой площадки;
- электрооборудование двух поворотных ферм, состоящее из трюмных светильников и выключателя для каждой фермы;
- кабели.

Агрегат наклона 17Т17 предназначен для раскрытия и наклона верхних частей космического аппарата по эксплуатационным стыкам без расстыковки электрогидрокоммуникаций.

Агрегат наклона представляет собой специальное стационарное устройство, при работе устанавливаемое на стенд 11Т326 (рис.2.14). В нерабочем положении агрегат хранится на подставке.

В агрегат (рис. 2.11, 2.12) входят следующие основные части: рама 1; основание 8; полубандаж 25; гидропривод; электрооборудование; вспомогательные средства (грузомакет); ЗИП.

Рама 1 агрегата соединена с основанием 8 рычагами 12, которые фиксируются упорами и замками.

К раме 1 осями 5 прикреплены штоки гидроцилиндров 9 поворота. Корпуса гидроцилиндров закреплены на основании 8 в вилках 4 осями 6. Рычаги 12 соединены с рамой 1 осями 2, а с основанием 8 – осями 3. В раме 1 перемещается опора 15, соединенная с рамой гидроцилиндром 13 перемещения.

При раскрытии КА по нижнему шпангоуту рама 1 с рычагами 12 поворачивается вокруг нижней оси 3, при этом рама замками жестко скреплена с рычагами. Рама поворачивается гидроцилиндром 11 поворота.

При раскрытии КА по верхнему эксплуатационному стыку рама 1 поворачивается вокруг верхней оси 2. При этом рычаги 12 жестко скреплены с основанием 8.

На основании 8 смонтированы насосная станция 7, пульт управления, щит 20 управления и ограждение 19. Основание имеет три нерегулируемые

опоры 18 и две подводные опоры 17, с помощью которых агрегат устанавливают и фиксируют на стенд 11Т326 или на подставку для хранения.

Кинематическая схема агрегата приведена на рис. 2.13. При вертикальном положении рамы 1 поршень гидроцилиндра 4 находится в среднем положении. При выдвигании штока из цилиндра и возвращении его до среднего положения происходит поворот рамы вокруг верхней оси. При движении штока от среднего положения внутрь цилиндра и обратно происходит поворот рамы вокруг нижней оси.

Агрегат устанавливают на стенд 11Т326 для обслуживания КА и крепят к стенду нерегулируемыми опорами.

При обслуживании КА агрегат крепят опорными устройствами к цапфам КА.

После подъема верхней части КА на 5-10 мм агрегат крепят опорными устройствами к полубандажу.

Подъем (опускание) верхней части КА производят гидроцилиндром перемещения, привод которого осуществляется от насосной станции агрегата.

Поворот верхней части КА при расстыковке по нижнему и верхнему эксплуатационным стыкам производят на раме агрегата гидроцилиндрами поворота, привод которых осуществляется от насосной станции агрегата.

После выполнения необходимых работ по обслуживанию расстыкованных частей КА осуществляют следующие операции:

- поворот верхней части КА в вертикальное положение;
- стыковка верхней части КА с нижней;
- отсоединение агрегата от верхней части КА;
- перенос агрегата краном с использованием траверсы и подвески на отведенное для него место хранения.

Управление работой гидропривода при подъеме (опускании) и поворотах верхней части КА осуществляется электрооборудованием дистанционно с пульта управления.

В случае отсутствия электропитания управление работой гидропривода осуществляется вручную с гидропульты с подачей рабочей жидкости ручным насосом.

При подъеме (опускании) и поворотах верхней части КА выполняется ряд блокировок, осуществляемых с помощью микровыключателей.

## Технические данные агрегата

Масса агрегата, кг	12500
Максимальный момент верхней части КА относительно верхней оси, Н·м (кгс·м)	C1000 (C100)
Максимальный момент верхней части КА относительно нижней оси, Н·м (кгс·м)	115.000 (11500)

### Технические данные механизма перемещения

Тип	гидроцилиндр
Привод механизма перемещения	гидропривод
Величина перемещения, мм	75 + 15
Скорость, м/с, не более	0,0012
Ускорение, м/с <sup>2</sup> , не более	2,0
Время перемещения, с, не более	100

### Технические данные механизма наклона

Тип	гидроцилиндр
Привод механизма наклона	гидропривод
Угол поворота верхней части КА, град	90 <sup>-2</sup>
Угловая скорость, град/с	0,1 – 0,2
Угловое ускорение при повороте верхней части КА, рад/с <sup>2</sup> , не более	0,1
Время наклона, мин, не более	12

### Технические данные гидропривода

Тип	электروهидравлический
Рабочая жидкость	масло MFE- 10A
Максимальное давление при работе, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	16 (160)
Емкость гидропривода, л	120

### Технические данные насосной станции

Тип насоса	аксиальный насос НА - 4/320М
Количество насосов, шт	1
Привод насоса	от электродвигателя

### Насос

Тип	ручной насос НРО 1/1
-----	----------------------

## Электрооборудование

Напряжение силового электро-оборудования, В	380±38
Частота, Гц	50±1
Напряжение аппаратуры управления, В	27±3

## Технические данные электродвигателя насосной станции

Тип	МАП 122 – 4Д02 исполнение М 104
Режим работы	Повторно-кратковременный
Мощность, кВт	4,4
Напряжение, В	380
Частота вращения, об/мин	1420

### ***Приборы безопасности:***

– концевые выключатели, запрещающие работу электрооборудования до установки и закрепления агрегата на стенде или на подставке;

– концевые выключатели, запрещающие перемещение опоры агрегата при расфиксированной раме;

– концевые выключатели, запрещающие перемещение опоры при невертикальном положении рамы;

– концевые выключатели, запрещающие поворот рамы при нахождении опоры в крайнем положении;

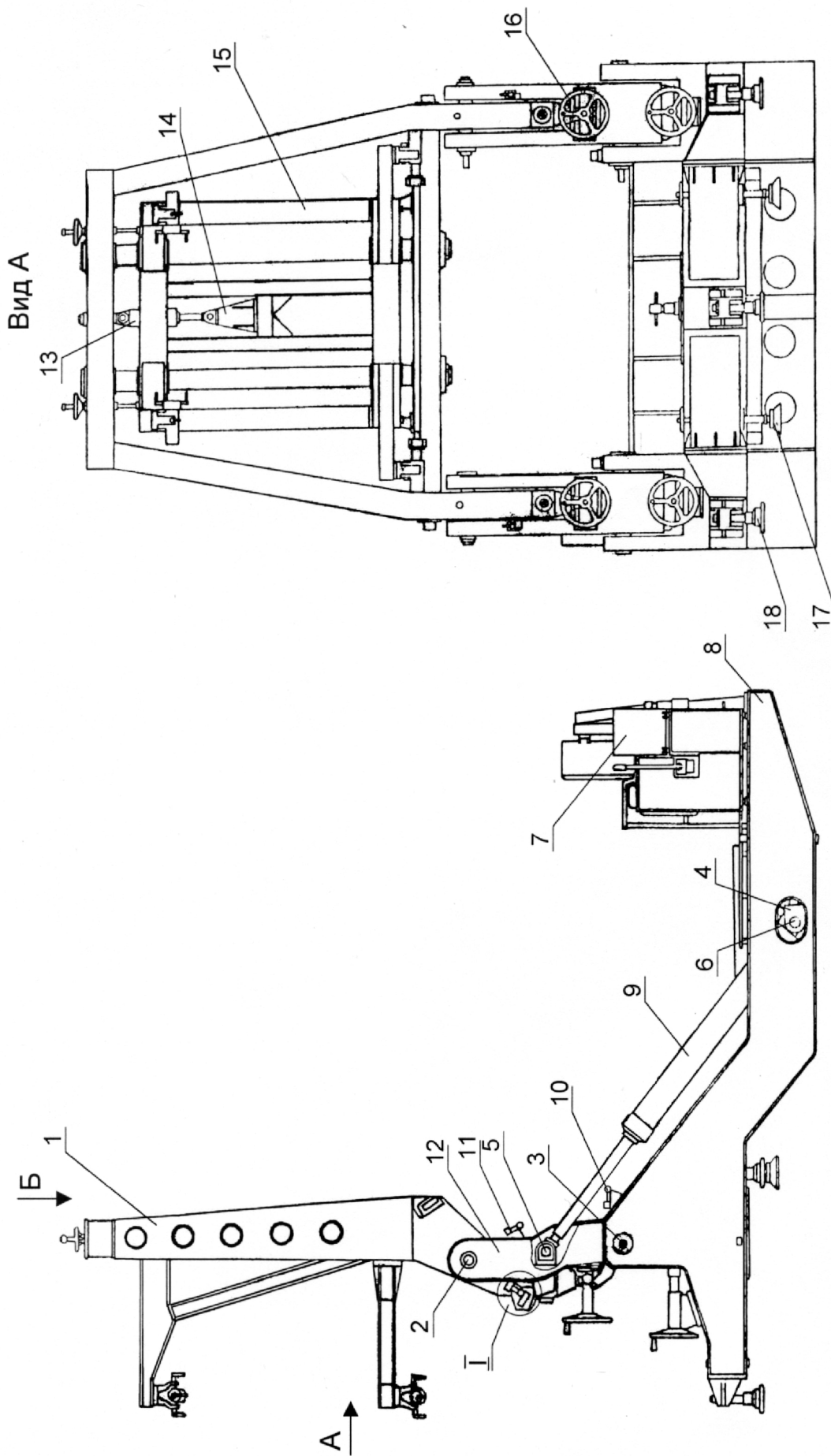
– концевые выключатели, разрешающие поворот рамы по верхней или по нижней плоскости при верхнем положении опоры;

– предохранительный клапан, ограничивающий предельное давление в гидроприводе;

– предохранительный клапан, ограничивающий рабочее давление в гидроприводе.

Сборочный стапель – совокупность устройств для обеспечения горизонтальной сборки КГЧ (РН).

Стенд автономных испытаний солнечных батарей – совокупность устройств, обеспечивающих проверку раскрытия элементов солнечных батарей и возможность измерения вольтамперных характеристик.



1 – рама; 2, 3, 5, 6 – ось; 4 – вилка; 7 – станция насосная; 8 – основание; 9 – гидроцилиндр поворота; 10, 11 – микро-выключатель; 12 – рычаг; 13 – гидроцилиндр перемещения; 14 – кронштейн; 15 – опора; 16 – маховик; 17 – подводная опора; 18 – регулируемая опора

Рис. 2.11 – Агрегат наклона 17Т17

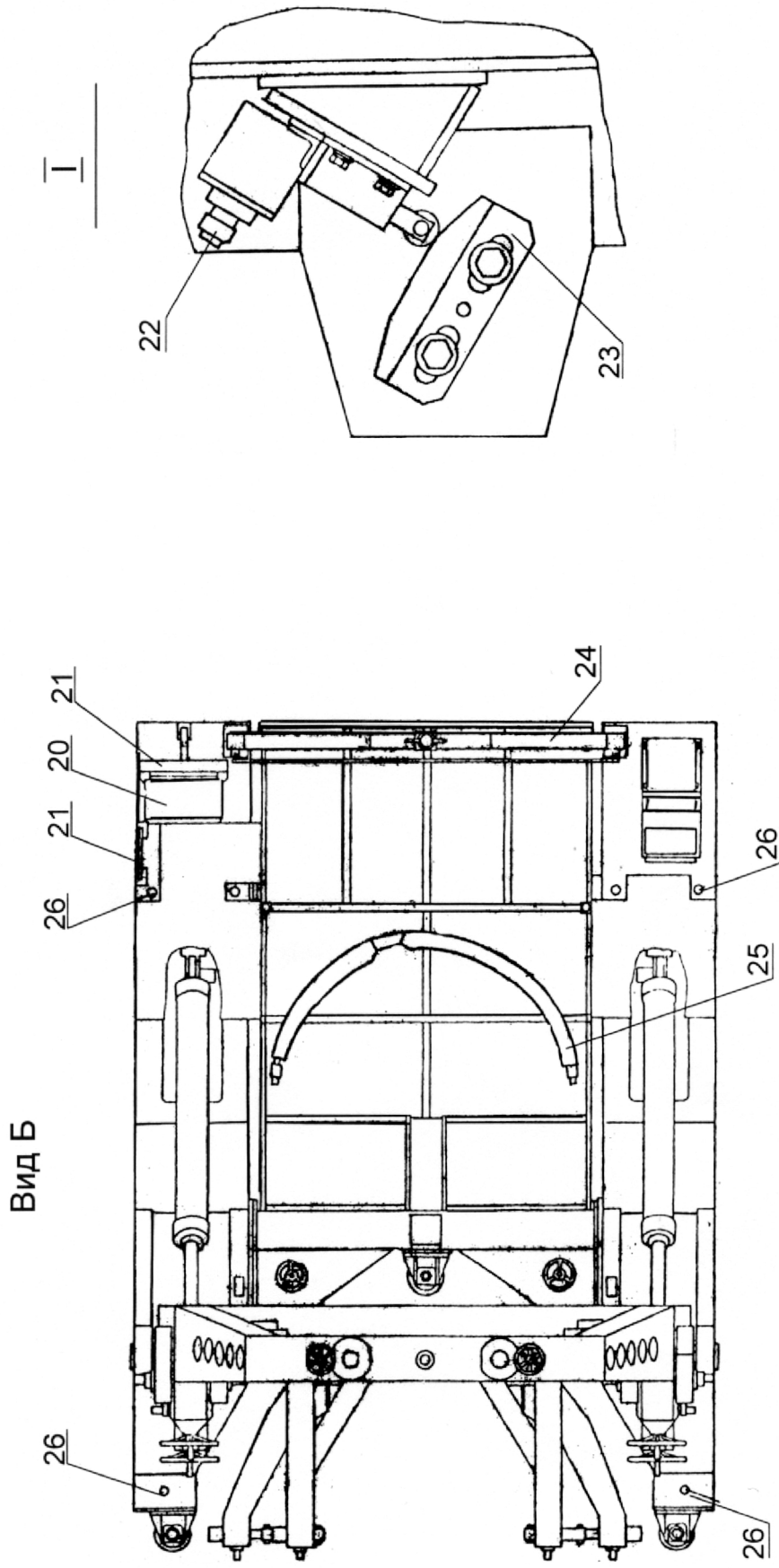
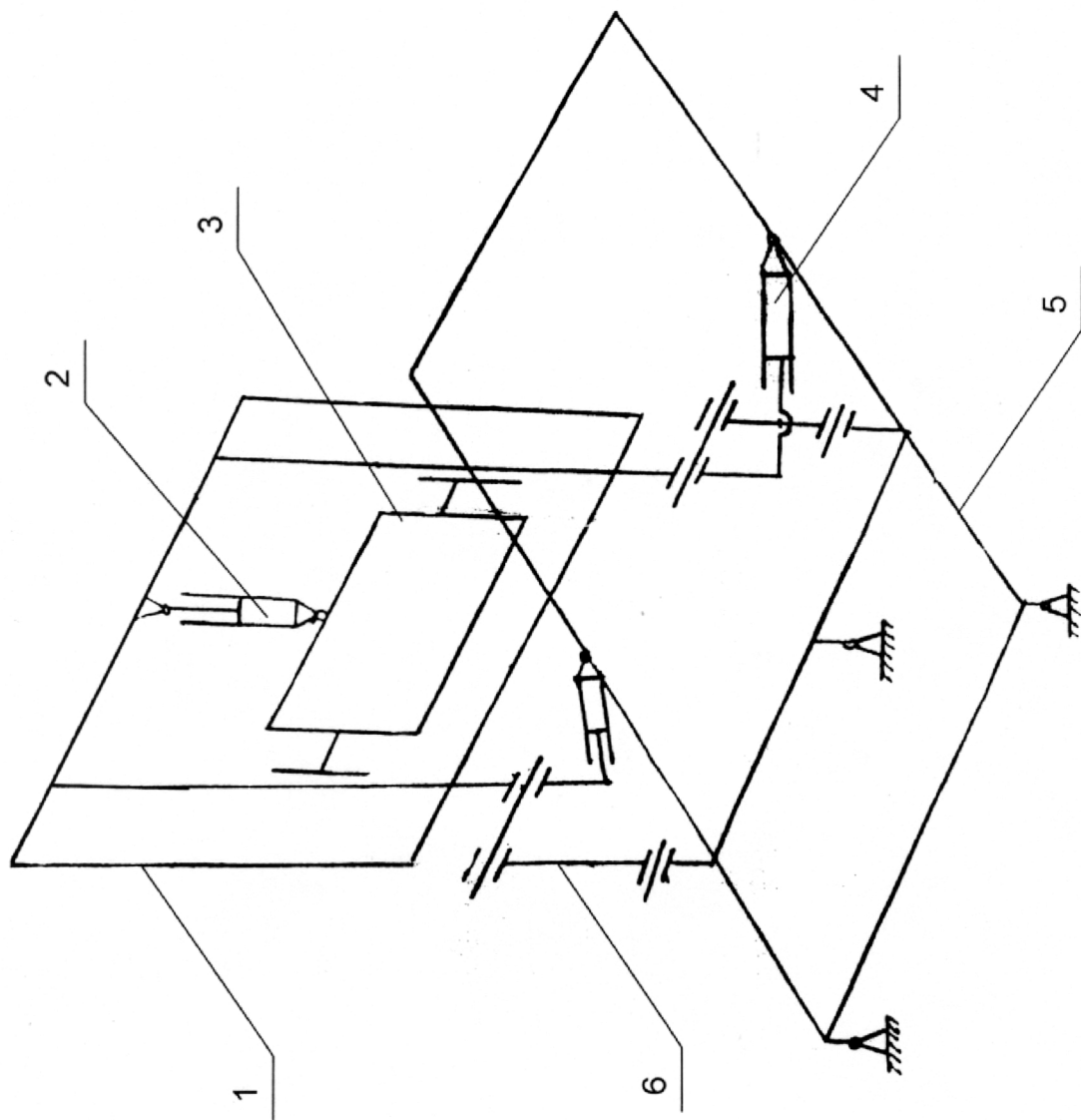


Рис. 2.12 – Агрегат наклона 17Т17



1 – рама; 2 – гидроцилиндр перемещения; 3 – опора; 4 – гидроцилиндр поворота; 5 – основание; 6 – рычаг

Рис. 2.13 – Кинематическая схема агрегата наклона 17Т17

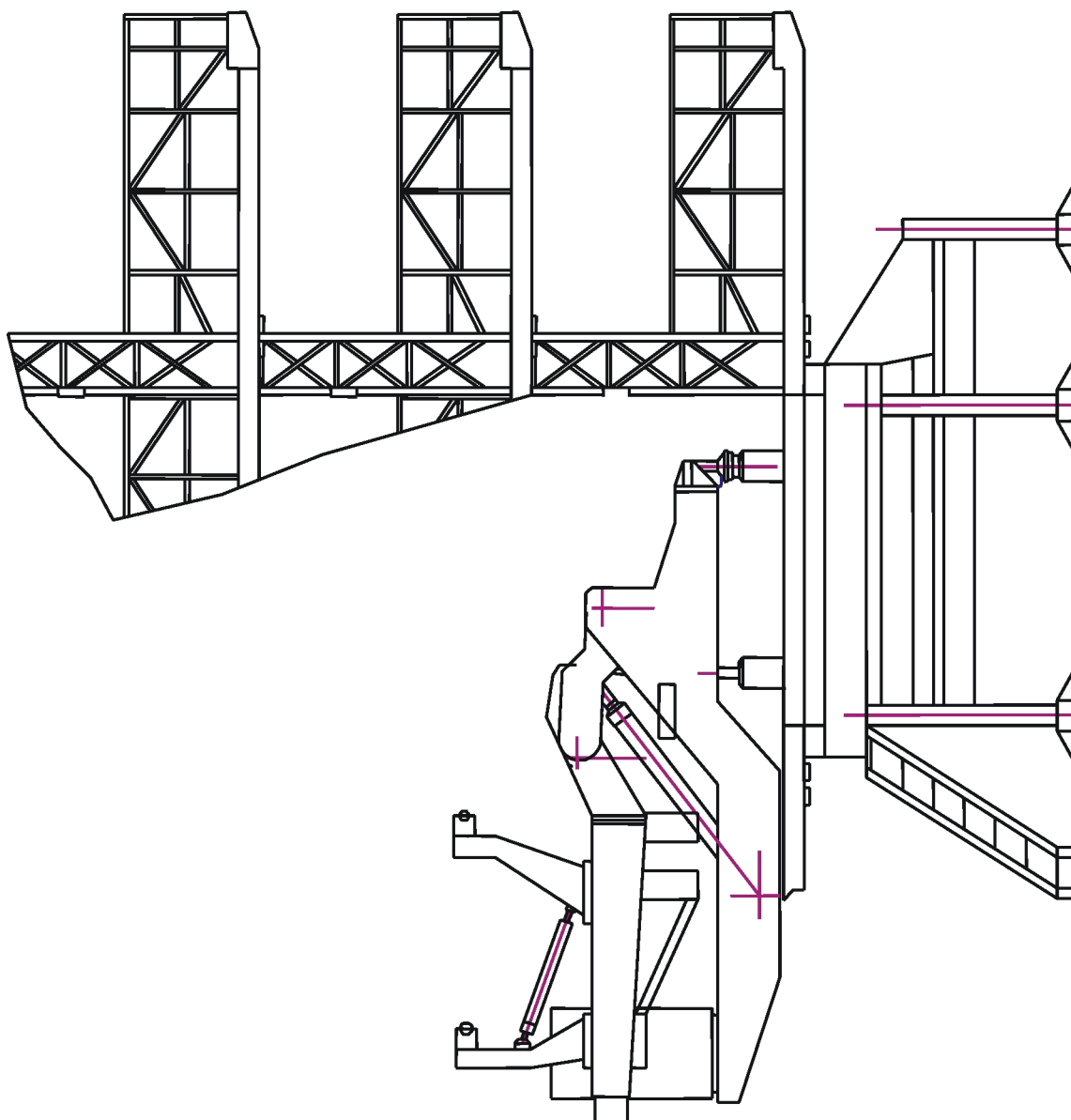


Рис. 2.14 - Схема размещения агрегата наклона 17Т17 на стенде 11Т326

### *2.8.1.2. Подъемно-перегрузочное оборудование*

Траверса КМТО – горизонтальная балка с устройством для ее подвешивания на крюк (крюки) грузоподъемных механизмов и установочными элементами для присоединения таких же балок, грузозахватных средств КА (КГЧ, РБ, РН) и для подъема и перемещения КА (КГЧ, РБ, РН).

Грузозахватное средство – устройство, соединяющее грузоподъемный механизм с КА (КГЧ, РБ, РН, РКН), их составными частями или технологическим оборудованием ТК КА (КГЧ, РБ, РН, РКН) при выполнении погрузочно-разгрузочных работ, кантования или других видов работ, при которых осуществляется их подъем, перемещение или удержание на весу.

Комплект грузозахватных средств набор грузозахватных средств для захвата, подъема и перемещения КА (КГЧ, РБ, РН, РКН), их составных частей и технологического оборудования ТК КА (КГЧ, РН, РБ, РКН), при помощи грузоподъемных механизмов.

Комплект стропов – устройство для захвата, подъема и перемещения КА (КГЧ, РБ, РН, РКН) и их составных частей, имеющее приспособление для непосредственного подсоединения к крюкам грузоподъемных механизмов.

Комплект канатов – устройство, подсоединяемое к траверсе (траверсам) для захвата, подъема и перемещения КА (КГЧ, РБ, РН, РКН) и их составных частей при помощи траверс и комплектов переходников.

Комплект переходников – набор деталей, обеспечивающих соединение канатов, тяг, траверс между собой и с грузом для их захвата, подъема и перемещения КА (КГЧ., РБ, РН, РКН) и их составных частей.

Такелажная подвеска КА (КГЧ, РБ, РН, РКН) – устройство, навешиваемое на крюк грузоподъемных механизмов или на траверсу, несущее направленную полную или частичную нагрузку от груза.

Такелажное приспособление – устройство, крепящееся на КА (КГЧ, РБ, РН, РКН) ил их составных частях и обеспечивающее сохранность КА (КГЧ, РБ, РН, РКН) при подъеме и перемещении, снабженное узлами для присоединения грузозахватных средств.

### *2.8.1.3. Средства обслуживания*

Стапель обслуживания КГЧ (РН, РКН) – совокупность устройств для

размещения людей и грузов, обеспечивающая их доступ при проведении сборки КГЧ (РН, РКН) в горизонтальном положении.

Ферма обслуживания – совокупность устройств, обеспечивающая удобный доступ, освещенность зон обслуживания, прокладку коммуникаций, доставку грузов и людей при проведении испытаний КА (КГЧ, РБ, РН) и их составных частей в вертикальном положении.

Стремянка обслуживания – устройство без ограждения, переносимое или перекачиваемое вручную, для размещения людей при выполнении технологических операций с КА (КГЧ, РБ, РН, РКН) и их составными частями.

Площадка обслуживания – устройство с ограждением для размещения людей и грузов, применяемое при выполнении технологических операций с КА (РБ, КГЧ, РН) и их составными частями самостоятельно или в составе других средств обслуживания.

Технологическая подставка – устройство, обеспечивающее доступ к зонам обслуживания и оборудованное ответными присоединительными элементами для установки КА (КГЧ, РБ, РН) и их составных частей.

### *2.8.2. Заправочное оборудование ТК*

Заправочное оборудование ТК включает в себя:

– оборудование заправки системы терморегулирования космических аппаратов;

– оборудование заправки двигательных установок космических аппаратов и баков разгонных блоков.

*2.8.2.1. Оборудование заправки системы терморегулирования космических аппаратов* имеет передвижной и стационарный варианты исполнения.

В передвижном варианте оборудование заправки СТР, включающее в себя агрегат заправки и агрегат вакуумирования, хранится в специальной зоне зала МИК КО и на период проведения работ по заправке размещается в непосредственной близости от рабочего места подготовки КА.

В стационарном варианте основное оборудование заправки СТР (заправочная и дренажная емкости для теплоносителя, пневмогидравлический пульт управления, насосная установка, два агрегата вакуумирования) размещаются в отдельном сооружении, расположенном рядом с МИК КО. Магистраль подачи теплоносителя по специальному каналу, соединяющему сооружение системы заправки СТР и МИК КО, подведены к

заправочной колонке на рабочем месте подготовки КА. К заправочной колонке подключается передвижной пульт заправки.

Для подключения заправочных и дренажных рукавов к соответствующим клапанам СТР КА в системе заправки имеются заправочные и дренажные приспособления.

*2.8.2.2. Оборудование систем заправки двигательных установок космических аппаратов и баков разгонных блоков располагается в сооружениях заправочной станции.*

В состав технологического оборудования заправочной станции входят:

- система заправки окислителем;
- система заправки горючим;
- система сжатых газов;
- система дистанционного управления заправкой;
- система сбора и сжигания паров компонентов топлива и промстоков;
- система нейтрализации заправочного оборудования;
- агрегат заправки жидким аммиаком;
- агрегат заправки изделий высококонцентрированным пероксидом водорода;
- система термостатирования;
- системы вакуумирования (3 шт.);
- системы газового контроля (2 шт.);
- информационно-управляющая система;
- комплект оборудования лаборатории;
- система пожаротушения;
- весы для взвешивания емкостей и изделий;
- весы дозаторов.

Системы заправки окислителем и горючим сходны по составу оборудования и выполняемым задачам. Каждая система включает в себя:

– емкости для хранения компонента топлива с уровнемерами и щитами отбора проб, теплообменник системы термостатирования, расположенные в сооружении хранилища окислителя (горючего);

– сливные емкости, блок насоса (система заправки горючим – два блока), три блока фильтров, три блока вентилей и блок клапанов, расположенные в помещении насосной окислителя (горючего) заправочного корпуса;

– четыре дозатора (дозатор – специальные весы с установленными на них емкостями), теплообменники и сливные емкости, расположенные в помещении дозаторной окислителя (горючего) заправочного корпуса;

– вакуумная колонка, заправочные пульта окислителя (горючего), расположенные в заправочном зале окислителя (горючего) заправочного корпуса;

– трубопроводы с арматурой, соединяющие оборудование сооружения хранилища окислителя (горючего) с оборудованием насосной окислителя (горючего), дозаторной окислителя (горючего) и заправочными пультами окислителя (горючего) заправочного корпуса, образующие четыре заправочные линии окислителя (горючего);

Система сжатых газов представляет собой стационарную систему и включает в себя:

– баллоны сжатых газов, щиты зарядки баллонов и распределительные щиты, колонки сжатых газов, зарядные колонки, расположенные в помещении ресиверной заправочного корпуса;

– блоки отбора проб сжатых газов, щиты зарядки сжатыми газами, колонка выдачи газов в систему нейтрализации, щиты выдачи воздуха, воздушный распределительный, зарядки баллонов воздухом, расположенные в зале заправки сжатыми газами заправочного корпуса;

– щиты управляющего давления, фильтры-поглотители и щиты выдачи газов, расположенные в различных сооружениях заправочной станции;

Все оборудование системы связано между собой трубопроводами, проложенными в технологических каналах и вдоль стен помещений.

### *2.8.3. Оборудование термостатирования КА, РКН на ТК*

Оборудование термостатирования КА, РКН на ТК предназначено для поддержания заданной температуры элементов КА при электрических испытаниях КА, в процессе транспортировок КА между сооружениями ТК, а также при нахождении КА в составе РКН на ТК РКН и при транспортировке ракеты космического назначения на транспортно-установочном агрегате с ТК РКН на СК.

Оборудование термостатирования КА, РКН на ТК включает в себя:

– стационарную жидкостную систему обеспечения теплового режима (ЖСОТР), предназначенную для поддержания заданной температуры элементов КА при электрических испытаниях КА путем подачи (циркуляции)

охлажденного или нагретого теплоносителя через жидкостно-жидкостный теплообменник термостатирования КА;

– передвижную воздушную систему обеспечения теплового режима (ВСОТР) на железнодорожном ходу, предназначенную для поддержания заданной температуры среды вокруг КА в процессе транспортировок КА между сооружениями ТК, а также при нахождении КА в составе РКН на ТК РКН и при транспортировке ракеты космического назначения на транспортно-установочном агрегате с ТК РКН на СК. При транспортировке на СК система используется совместно с агрегатом прикрытия из состава транспортного оборудования.

*2.8.3.1. Основное оборудование холодильного центра ЖСОТР* (две холодильные машины, два электронасоса, емкости, фильтр, жидкостный блок) расположено в отдельном помещении МИК КО и трубопроводами объединено в систему первичного контура. Из жидкостного блока трубопроводы вторичного контура проложены из помещения холодильного центра к рабочему месту подготовки КА. Жидкостный блок обеспечивает подачу в жидкостно-жидкостный теплообменник термостатирования (ЖЖТТ) КА охлажденного (нагретого) теплоносителя вторичного контура и автоматическое поддержание необходимой температуры на входе в ЖЖТТ.

В состав ЖСОТР входят также пневмоцит продувки теплообменника ЖЖТТ и опрессовки мест пристыковки коммуникаций ЖСОТР к гидроколдке КА, а также пневмоцит для технологических нужд.

Система управления ЖСОТР, основное оборудование которой расположено в помещении холодильного центра, обеспечивает автоматическое и дистанционное управление технологическим оборудованием ЖСОТР.

*2.8.3.2. Передвижная воздушная система обеспечения теплового режима* (агрегат термостатирования) состоит из двух железнодорожных вагонов – вагона-электростанции и вагона с холодильно-нагревательной установкой.

В вагоне-электростанции установлены три дизель-генератора мощностью по 200 кВт и система управления ими. Система управления находится в отдельном купе и позволяет включать один, два или три дизель-генератора в зависимости от требуемой мощности.

В вагоне с холодильно-нагревательной установкой установлены воздуходувка, нагреватели воздуха, компрессоры охлаждения, фильтры очистки воздуха и система управления работой всего оборудования. Система управления находится в отдельном купе и позволяет в ручном и автоматическом режимах обеспечивать требуемые параметры воздуха на выходе из агрегата: температура от минус 4 до 40°C; влажность до 80%;

расход воздуха до 8000 м<sup>3</sup>/час, и обеспечивать поддержание температуры с точностью ±2°С. Фильтры очистки воздуха обеспечивают чистоту подаваемого воздуха класса Р8 по ГОСТ Р 50766-95 (класс 100000).

Подача воздуха от агрегата термостатирования к объекту осуществляется по гибким воздуховодам, входящим в состав агрегата, (при термостатировании КГЧ в составе РКН используются также стационарные воздуховоды агрегата прикрытия).

## **2.9. Технические системы ТК**

Каждый монтажно-испытательный корпус ТК оснащен электросиловым, осветительным, отопительным и вентиляционным оборудованием, системами пожаротушения, водоснабжения, промстоков, средствами связи и другим общетехническим оборудованием.

Электросиловое оборудование предназначено для питания агрегатов технологического и общетехнического оборудования, систем дистанционного и автоматического управления током промышленного напряжения и частоты.

Для поддержания определенной температуры воздуха внутри МИК имеются система центрального отопления, система кондиционирования, вытяжная вентиляция для всего зала и местная приточная вентиляция для охлаждения работающей аппаратуры. Для охлаждения вакуумных насосов, наземной электроаппаратуры, системы пожаротушения и других технических и бытовых нужд в монтажно-испытательном корпусе предусмотрена система водоснабжения, а для слива использованной воды и других жидкостей – система промстоков. МИК оборудован телефонной, шлемофонной и громкоговорящей связью.

## **2.10. Работы, проводимые на ТК**

### *2.10.1. Механосборочные работы*

#### *2.10.1.1. Механосборочные работы, проводимые с РН*

По прибытии блоков РН на ТК производится проверка сопроводительной документации, внешний осмотр материальной части блоков, выгрузка их из вагонов внутри монтажно-испытательного корпуса (МИК). Блоки РН выгружаются мостовыми кранами с использованием специальных траверс и подвесок.

Выгружаемые блоки РН укладываются:

– отсеки 1А, 2А центрального блока на монтажно-стыковочные тележки для стыковки между собой (рис.2.15);

– боковые блоки Б, В, Г, Д и 3 ступень на тележки хранения (рис.2.16).

На монтажно-стыковочных тележках производится стыковка отсеков 1А и 2А центрального блока (рис. 2.17). Отсеки стыкуются механически и электрически (стыкуются трубопроводы пневмогидравлической схемы, электроразъемы бортовой кабельной сети, устанавливаются пироразделительные узлы и пр.). Производится выставка giroвертиканта (ГВ).

Операция по выставке ГВ является одной из операций, обеспечивающих необходимую ориентацию РН в полете.

Операция по выставке giroвертиканта производится после стыковки отсеков 1А и 2А и установки giroвертиканта на блок А. Блок А лежит на двух опорах.

Выставка giroвертиканта блока А сводится к установке контрольной планки giroвертиканта, расположенной на корпусе giroвертиканта, в направлении, перпендикулярное к направлению плоскости стрельбы (перпендикулярно плоскости I-III).

Для выставки giroвертиканта используются следующие оптические приборы:

– высокоточный нивелир НА-1, предназначенный для проверки и юстировки параллельности линий.

– оптический квадрант КО-71, предназначенный для измерения углов наклона плоских или цилиндрических "потолочных" поверхностей и для установки их под заданным углом к горизонту.

Выставка giroвертиканта на центральном блоке РН (блок А) производится в следующем порядке.

В районе расположения реперных знаков на отсеках 1А и 2А устанавливаются штативы, на штативы навешиваются линейки. Иглы линеек подводятся к точкам реперных знаков, нанесенных на корпусе блока.

Посередине между линейками 1 и 2 устанавливается штатив с нивелиром НА-1, как указано на рис. 2.18, с предварительно снятой насадкой с плоскопараллельным стеклом. Нивелир горизонтируется по цилиндрическому уровню с точностью  $\pm 8''$ .

Включаются лампы подсветки линеек для нивелирования. Поочередно фокусируется труба нивелира на линейки 1 и 2. Снимаются отсчеты по линейкам 1 и 2. Вычисляется разность отсчетов по линейкам 1 и 2. В случае, если разность отсчетов будет больше 10 мм, производится горизонтирование блока А с помощью гидроподъемника задней тележки до получения разности отсчетов меньше 10 мм.

Штатив с линейкой 2 переставляется к реперному знаку на отсеке 2А и игла линейки подводится к точке реперного знака на отсеке 2А.

Включаются лампы подсветки линеек 1 и 3 для нивелирования. Поочередно фокусируется труба нивелира с точностью половины деления линейки (0,5 мм). При этом отсчет, снятый по правой линейке, –  $H_1$ , по левой –  $H_2$ , смотря со стороны фермы блока А.

Вычисляется поправочный угол  $\Delta\alpha$  по формуле:

$\Delta\alpha = 1,7(H_1 - H_2)$  – угловые минуты, где

1,7 – величина поправочного угла при превышении одного реперного знака над другим на 1 мм;

–  $H_1$  – отсчет по правой линейке, мм;

–  $H_2$  – отсчет по левой линейке, мм.

Вычисляется установочный отсчет (рис. 2.19) для оптического квадранта КО-71 по формуле:

$$\alpha = 45^\circ + \Delta\alpha$$

Поправочный угол  $\Delta\alpha$  берется со своим знаком.

Снимается по I плоскости на приборном отсеке блока А крышка люка. С контрольной планки гировертиканта снимается защитная крышка и протирается контрольная планка салфеткой.

На оптическом квадранте КО-71 устанавливается угол, равный  $\alpha$ . К контрольной планке гировертиканта прикладывается оптический квадрант.

Расконтривается поворотная часть гировертиканта ключом. Пузырек уровня оптического квадранта выводится на середину ампулы путем вращения винта азимутальной наводки гировертиканта ключом.

Поворотная часть гировертиканта контрится ключом и снимается отсчет  $N$  – величина отклонения контрольной планки по нониусной шкале. Величина отклонения нониуса со своим знаком записывается в формуляр на РН.

Отсчет по нониусу берется со знаком «–» при повороте гировертиканта вправо и со знаком «+» при повороте влево.

Пример определения отсчета по нониусу приведен на рис. 2.20.

С контрольной планки гировертиканта снимается оптический квадрант КО-71 и на контрольную планку устанавливается защитная крышка.

Закрывается люк на блоке А.

Приборы и приспособления для нивелирования убираются на отведенное для них место.

Значение  $N$  – величина отклонения планки гировертиканта по нониусной шкале, – записывается со своим знаком в формуляр РН.

Значение  $N$  контролируется в стартовой системе до окончания

разворота РКН в плоскость стрельбы, окончания вертикализации РКН и стопорения поворотного круга стартовой системы, т.е. до проведения операции по наведению гировертикантов в плоскость стрельбы.

Собранный центральный блок проходит пневматические и электрические испытания.

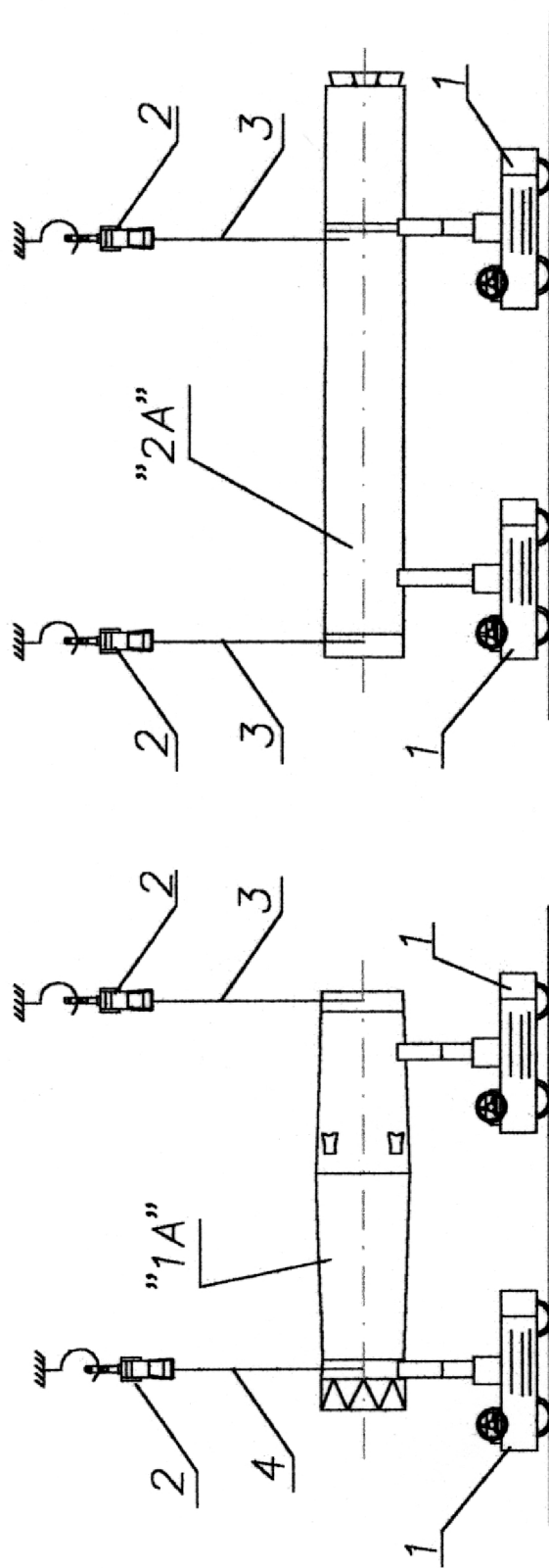
Далее центральный блок переключается двумя кранами с монтажно-стыковочных тележек на стапель-пакетировщик (рис. 2.21).

На стапеле-пакетировщике к центральному блоку двумя кранами с помощью специального технологического оборудования механически пристыковываются боковые блоки Б, Д, В, Г, производится сборка «пакета» (рис. 2.22). После механической сборки «пакета» стыкуются электрические связи между центральным блоком и боковыми блоками.

Собранный «пакет» совместно с 3 ступенью РН, связанной с «пакетом» электрическими кабелями-удлинителями, проходит автономные и комплексные испытания. Производится имитация полета РН с контролем работы бортовых систем в соответствии с программой полета и записью на телеметрию.

После проведения комплексных испытаний на РН проводятся заключительные операции. В заключительные операции входят работы по установке на РН приборов, контрольных фонарей на блок «А» для вертикализации продольной оси РН на СК, отключение наземной кабельной сети от РН, закрытие люков, обеспечение влагозащиты РН.

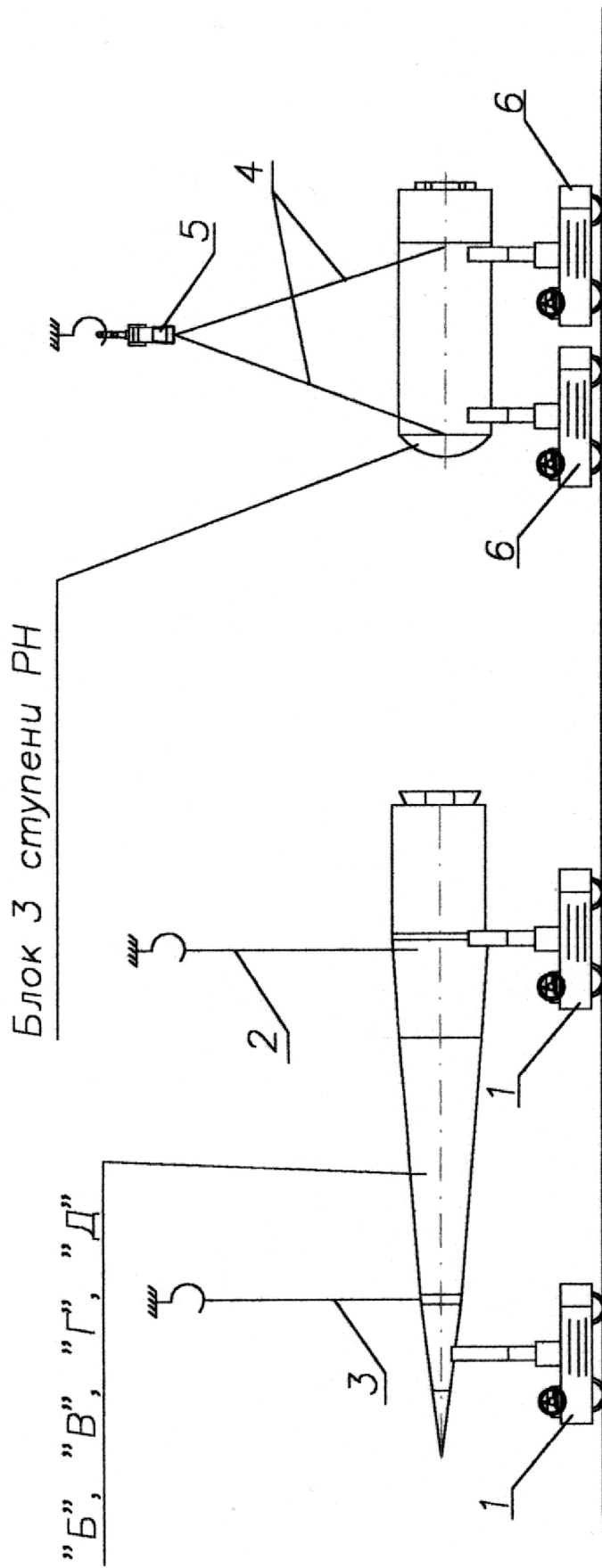
После заключительных операций РН производится перекладка «пакета» РН со стапеля-пакетировщика на транспортно-установочный агрегат (ТУА) двумя кранами (рис. 2.23).



1 — тележки монтажно-стыковочные; 2 — траверсы;

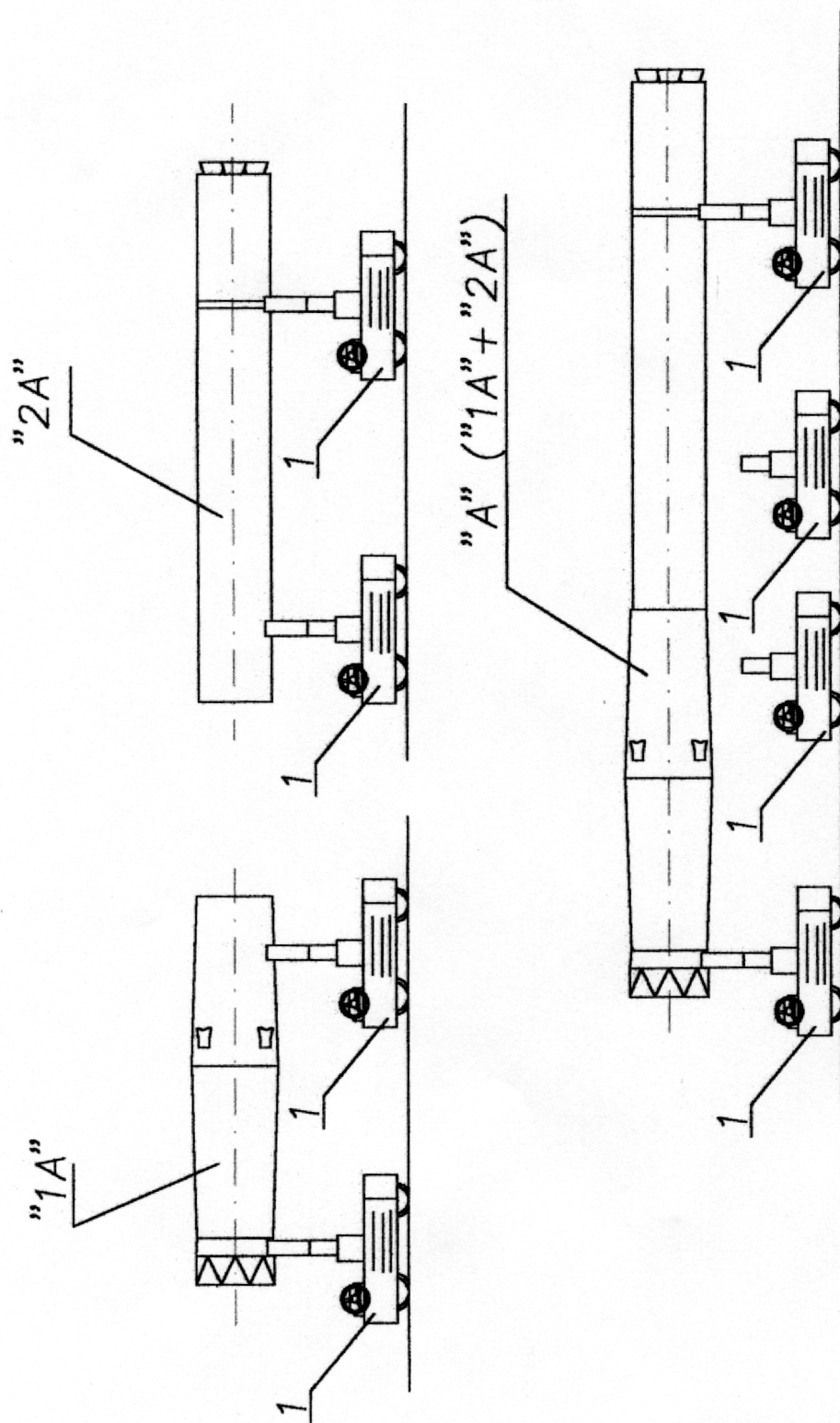
3, 4 — канаты

Рис. 2.15 — Выгрузка отсеков «1А» и «2А» двумя кранами из ж. д. вагонов и укладка их на монтажно-стыковочные тележки



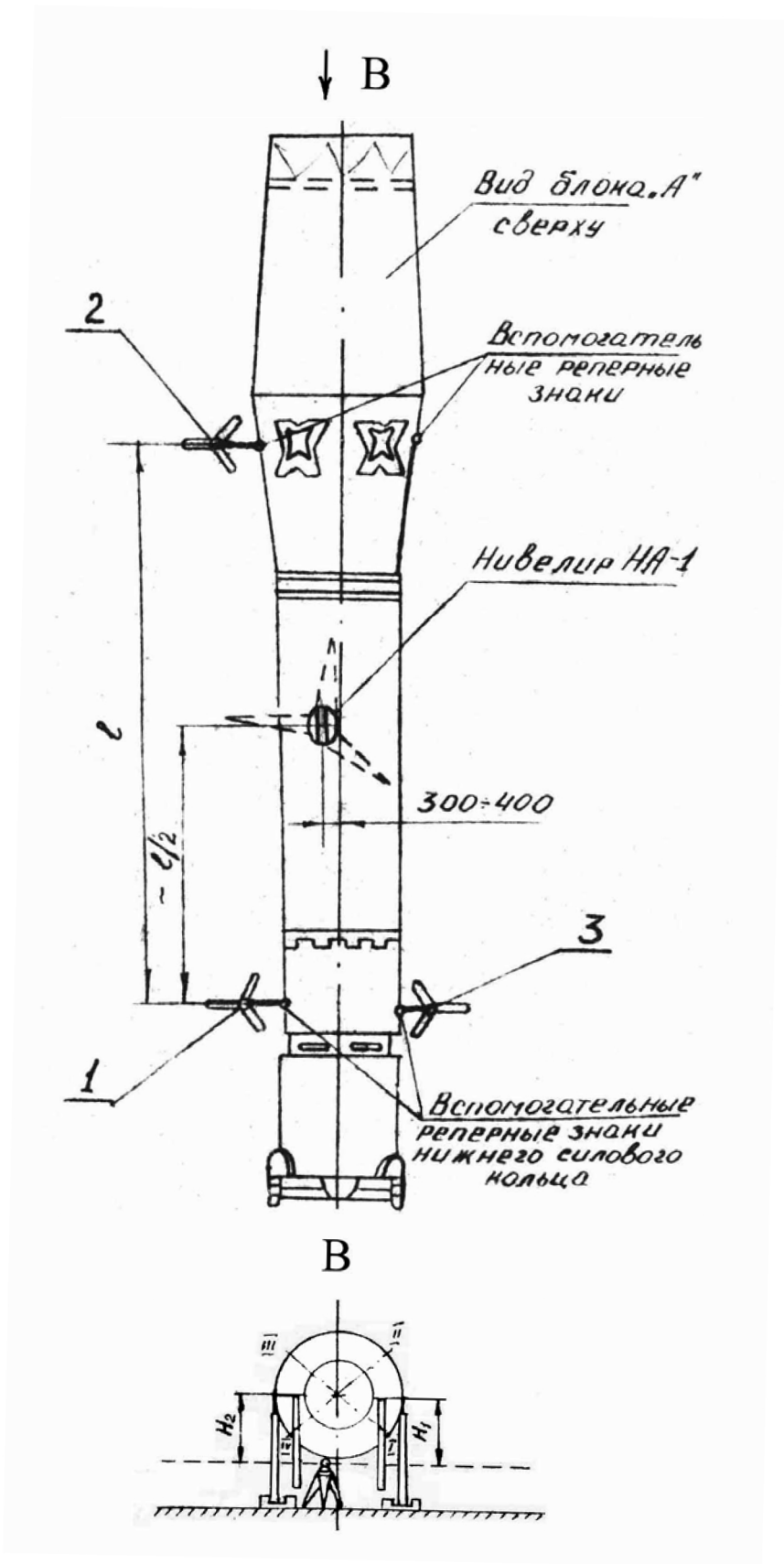
1— тележки хранения; 2, 3, 4— подвески;  
5— траверса; 6— тележки монтажно-стыковочные.

Рис. 2.16 – Выгрузка боковых блоков «Б», «В», «Г», «Д», 3-ей ступени из железнодорожного вагона и укладка их на тележки хранения



1 — тележки монтажно-стыковочные

Рис. 2.17 — Стыковка отсеков «1А» с «2А» между собой



1, 2, 3 – линейки

Рис. 2.18 - Нивелирование центрального блока

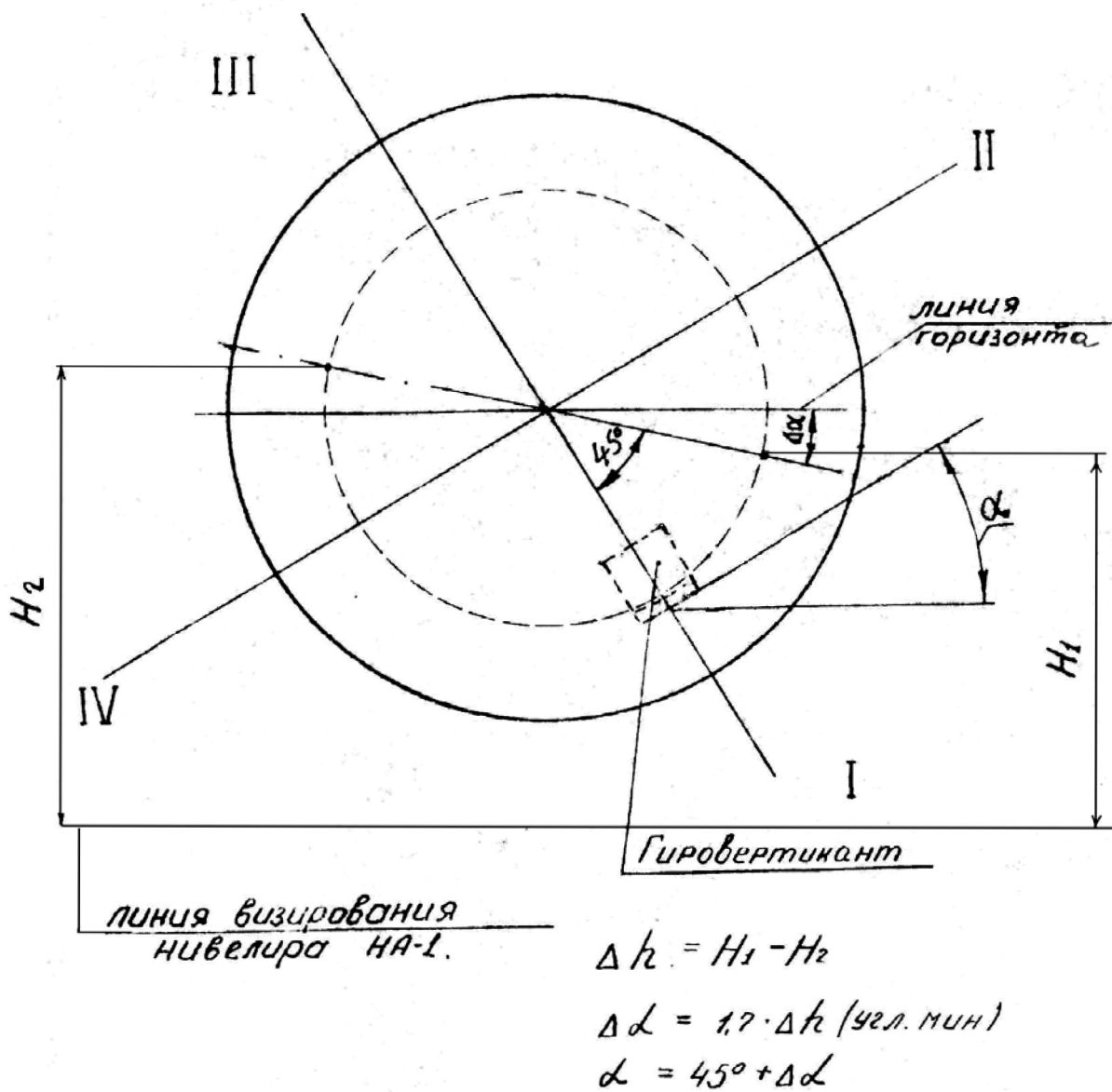


Рис. 2.19 - Определение установочного угла

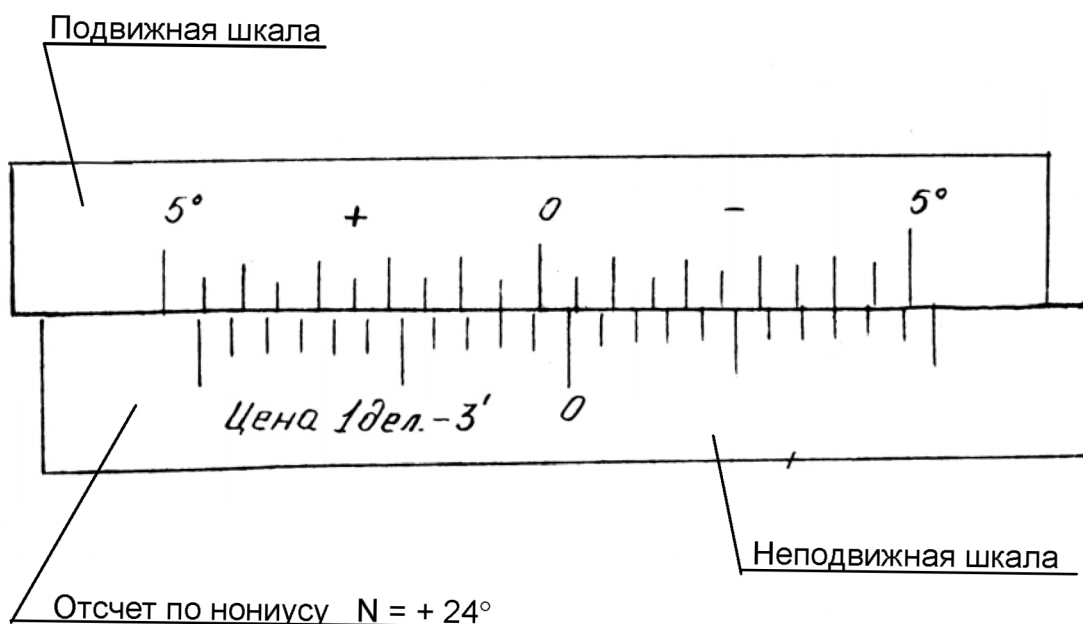
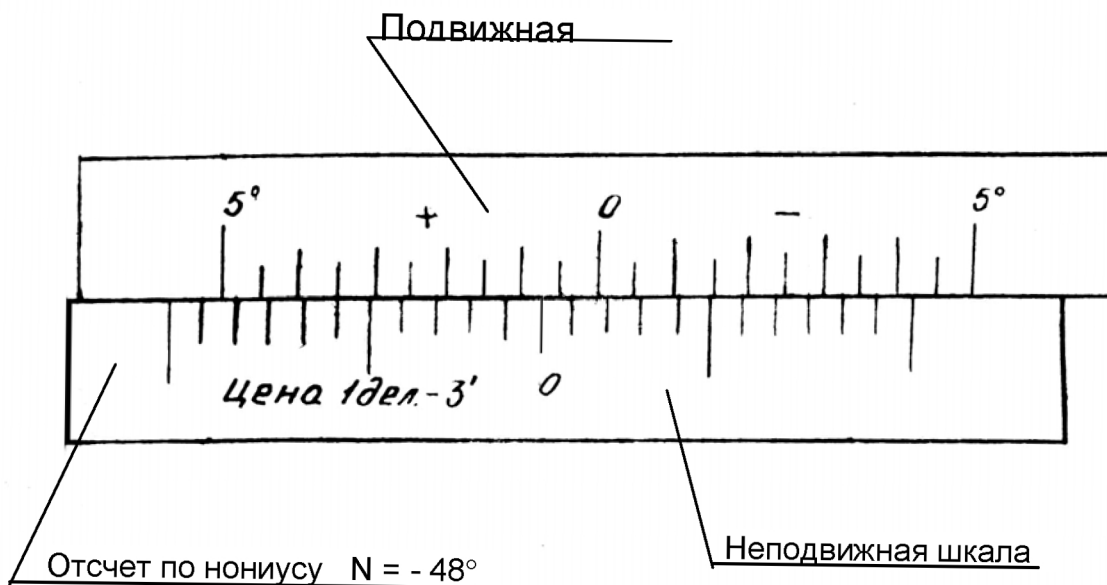
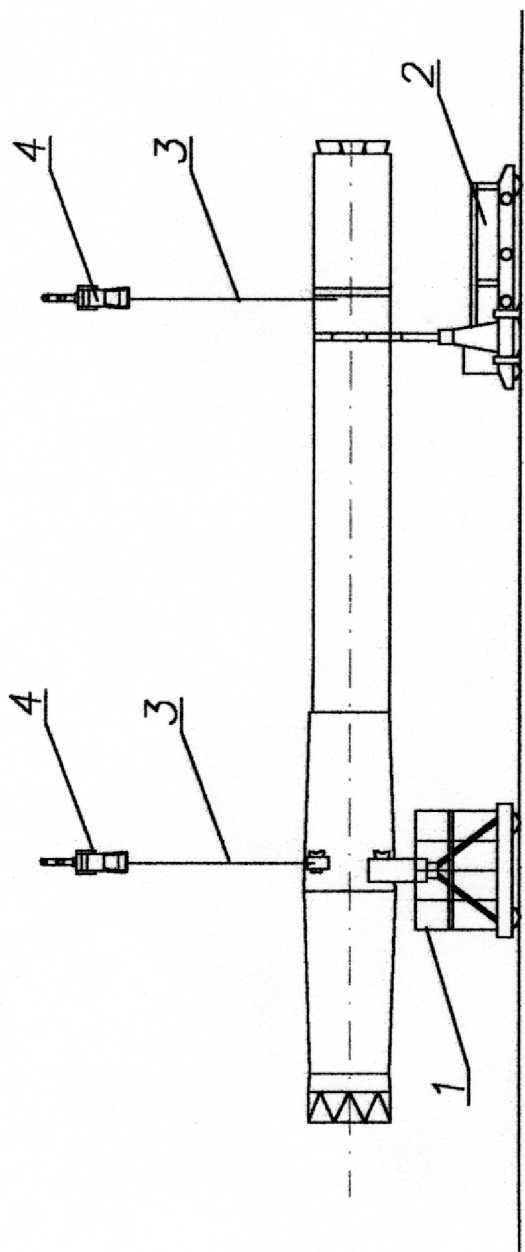


Рис. 2.20 - Определение отсчета по нониусу гировертиканта

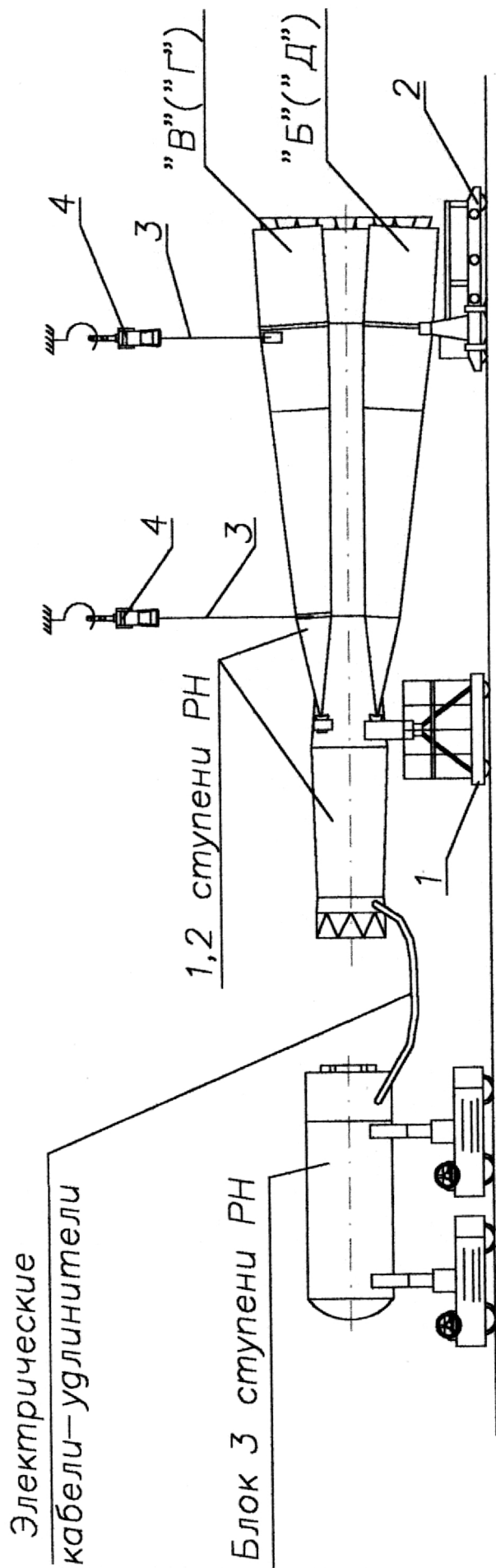


1— передняя тележка стапеля— пакетировщика;

2— задняя тележка стапеля— пакетировщика;

3— канаты; 4— траверсы

Рис. 2.21 – Перекладка двумя кранами блока «А» с монтажно-стыковочных тележек на стапель-пакетировщик

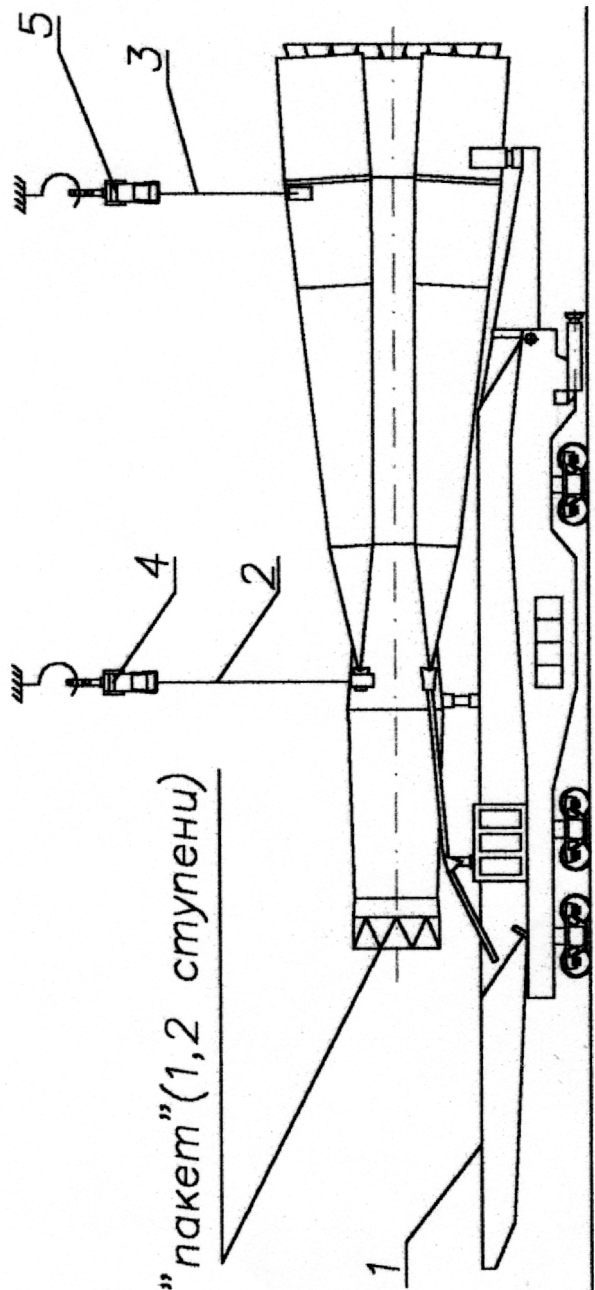


1 – тележка передняя ступеня-пакетировщика;

2 – тележка задняя ступеня-пакетировщика; 3 – канаты; 4 – траверсы

Рис. 2.22 – Сборка блоков РН «А», «Б», «В», «Г», «Д» в «пакет» на стапеле-пакетировщике.

Проведение электрических испытаний с имитацией полета РН и отработкой бортовых систем



” пакет”(1,2 ступени)

1– транспортно–установочный агрегат (ТУА);

2, 3– канаты; 4, 5– траверсы

Рисунок 2.23 – Перекладка собранного «пакета» со стапеля –  
пакетировщика на транспортно-установочный агрегат (ТУА).

### *2.10.1.2. Механосборочные работы, проводимые с КА*

Работы по подготовке КА начинаются, как правило, значительно раньше, чем подготовка РН, ввиду технической сложности бортовой научной и обеспечивающей аппаратуры КА, требующей значительно большего, по сравнению с бортовой аппаратурой РН, объема испытаний.

В настоящем пособии рассмотрена технология подготовки на ТК космического аппарата оптико-электронного наблюдения «Ресурс-ДК», предназначенного для дистанционного зондирования земной поверхности.

Космический аппарат, прошедший на заводе-изготовителе полный цикл комплексных электрических испытаний, транспортируется на ТК в собранном виде (без БС и ряда комплектующих элементов). КА и БС доставляются на ТК КА в специальных контейнерах.

КА выгружается из контейнера (рис. 2.24 а) и устанавливается в стенд комплексных испытаний (рис. 2.24 б).

Контейнеры с БС (2 шт.) выгружаются с железнодорожной платформы и устанавливаются на полу МИКа. Производится подготовка КА в стенде к комплексным испытаниям и испытаниям гермоконтейнера с НА на герметичность (снимается экран КДУ, производится сборка НКС без подключения к борту КА) (рис. 2.25). КА выгружается из стенда и устанавливается на ложементы барокамеры в горизонтальном положении для проверки герметичности гермоконтейнера для НА (рис. 2.26). После прохождения испытаний гермоконтейнера в барокамере КА возвращается в стенд. Производится установка научной аппаратуры (НА) в гермоконтейнер, панелей радиатора-охладителя СТР, подключение наземной кабельной сети (НКС).

Проводятся комплексные испытания КА на стенде (рис. 2.27).

Далее производится установка КА в барокамеру в горизонтальном положении для проверки КА на герметичность (рис. 2.28).

После успешного завершения испытаний на герметичность КА, в том числе двигательной установки, производится перегрузка КА на специальный ж/д агрегат с выдвижной рамой для доставки его на заправочную станцию (рис. 2.29).

Заправленный компонентами топлива и сжатыми газами КА доставляется на рабочее место в МИК и устанавливается в стенд (рис. 2.30).

Производится подготовка КА к стыковке с ПХО РН (установка экрана

КДУ, подзарядка блоков питания в агрегатном отсеке) (рис. 2.31).

КА устанавливается на ПхО РН в стенде (рис. 2.32). Производятся съём верхнего технологического кольца и заключительные операции, связанные с подготовкой КА к установке БС.

Одновременно с подготовкой КА проводятся работы по подготовке БС к автономным испытаниям, автономные испытания БС (рис. 2.33 ÷ 2.35), подготовка БС к установке на КА (рис. 2.36, 2.37).

На заключительной стадии подготовки КА в стенде, перед установкой БС, производится проверка разворота гермоконтейнера с научной аппаратурой с помощью специальной системы обезвешивания (рис. 2.38).

Далее производится установка БС на КА в стенде (рис. 2.39) с использованием специальной системы обезвешивания, исключающей нагрузку привода БС.

Производятся заключительные операции на КА перед установкой ГО.

В процессе комплексных электрических испытаний КА в случае выхода из строя бортовых приборов и агрегатов производится их замена на кондиционные из состава ЗИПа.

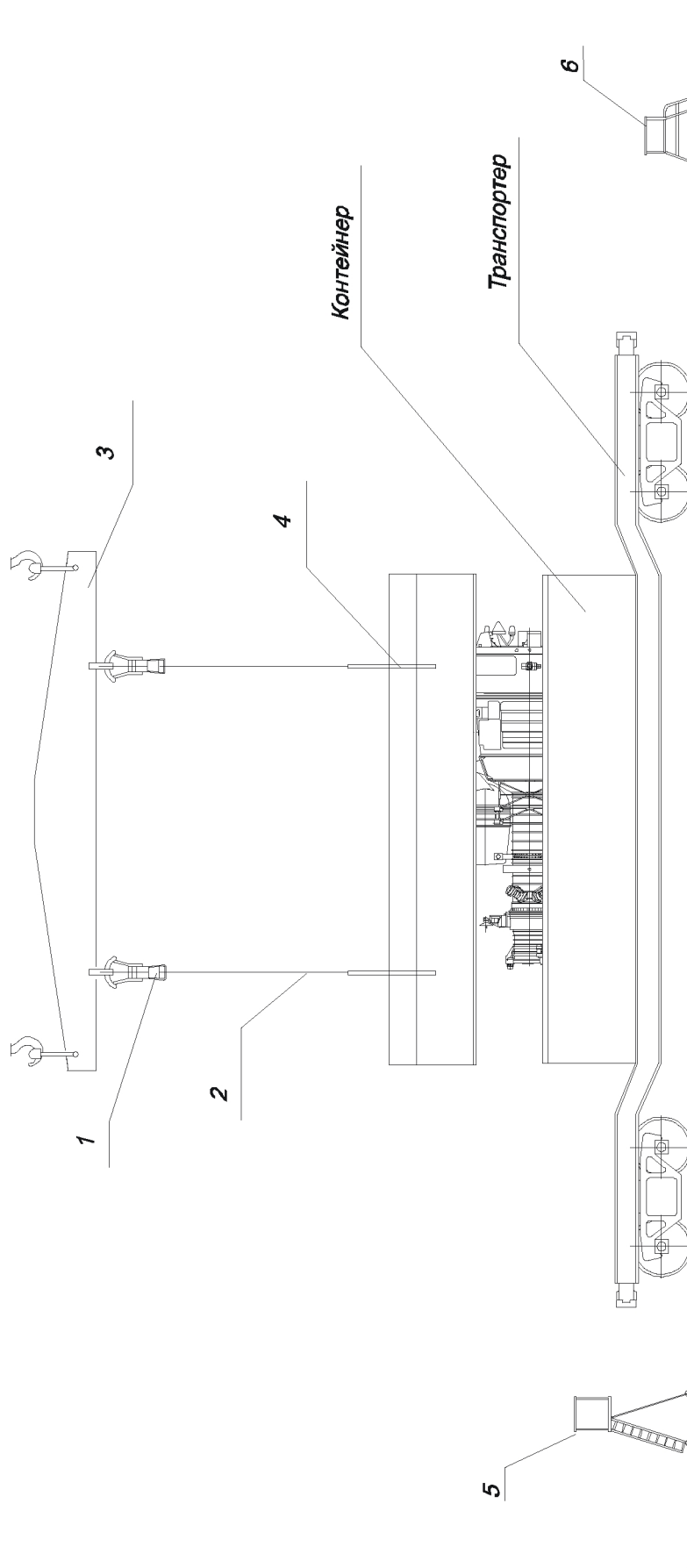
Поскольку большинство бортовых приборов находится внутри герметичных отсеков КА для обеспечения доступа к ним в процессе замены КА раскрывается по так называемым эксплуатационным стыкам – верхнему (стык ПО-СПО) и нижнему (стык ПО-АО) (рис. 2.40, 2.41).

Раскрытие КА по эксплуатационным стыкам производится в стенде при помощи агрегата раскрытия 17Т17.

Для замены КДУ используется специальный подъемник и комплект подъемно-перегрузочного оборудования (ППО) (рис. 2.42).

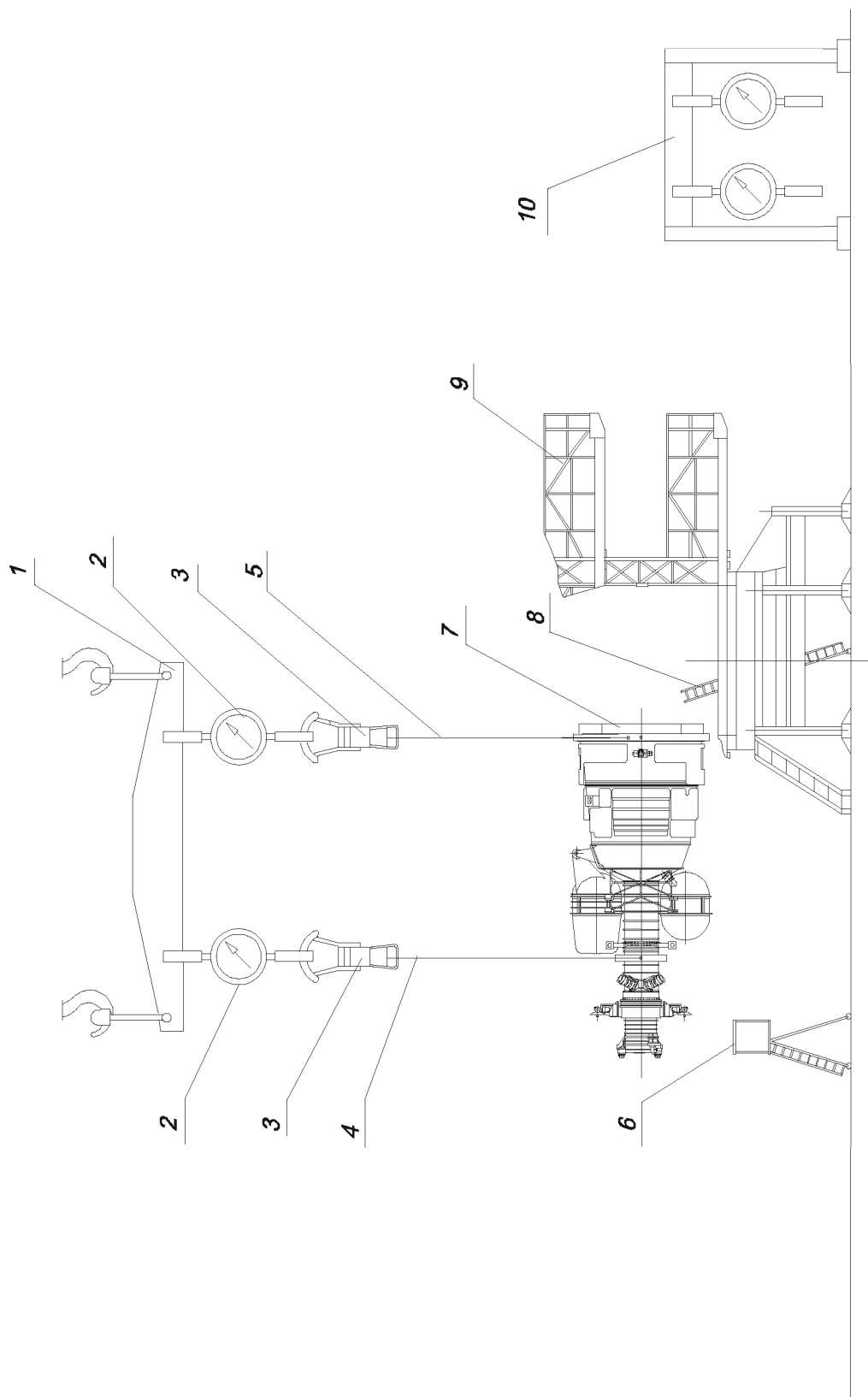
**Технологическая схема работ**

**по подготовке КА**



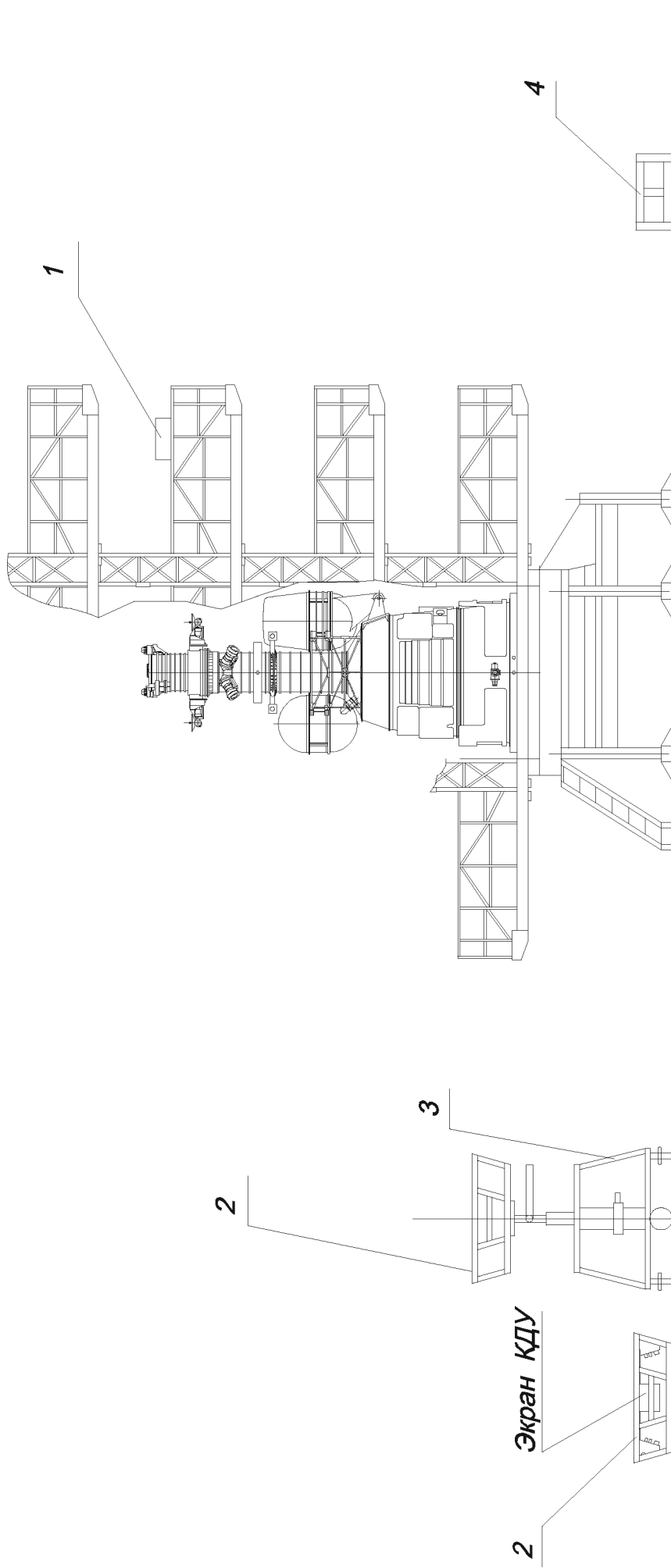
*1, 3-траверса, 2-канат, 4-переходник, 5-площадка обслуживания,  
6-подставка*

**Рис. 2.24а – Доставка контейнера с КА в сооружение. Снятие крышки с контейнера**



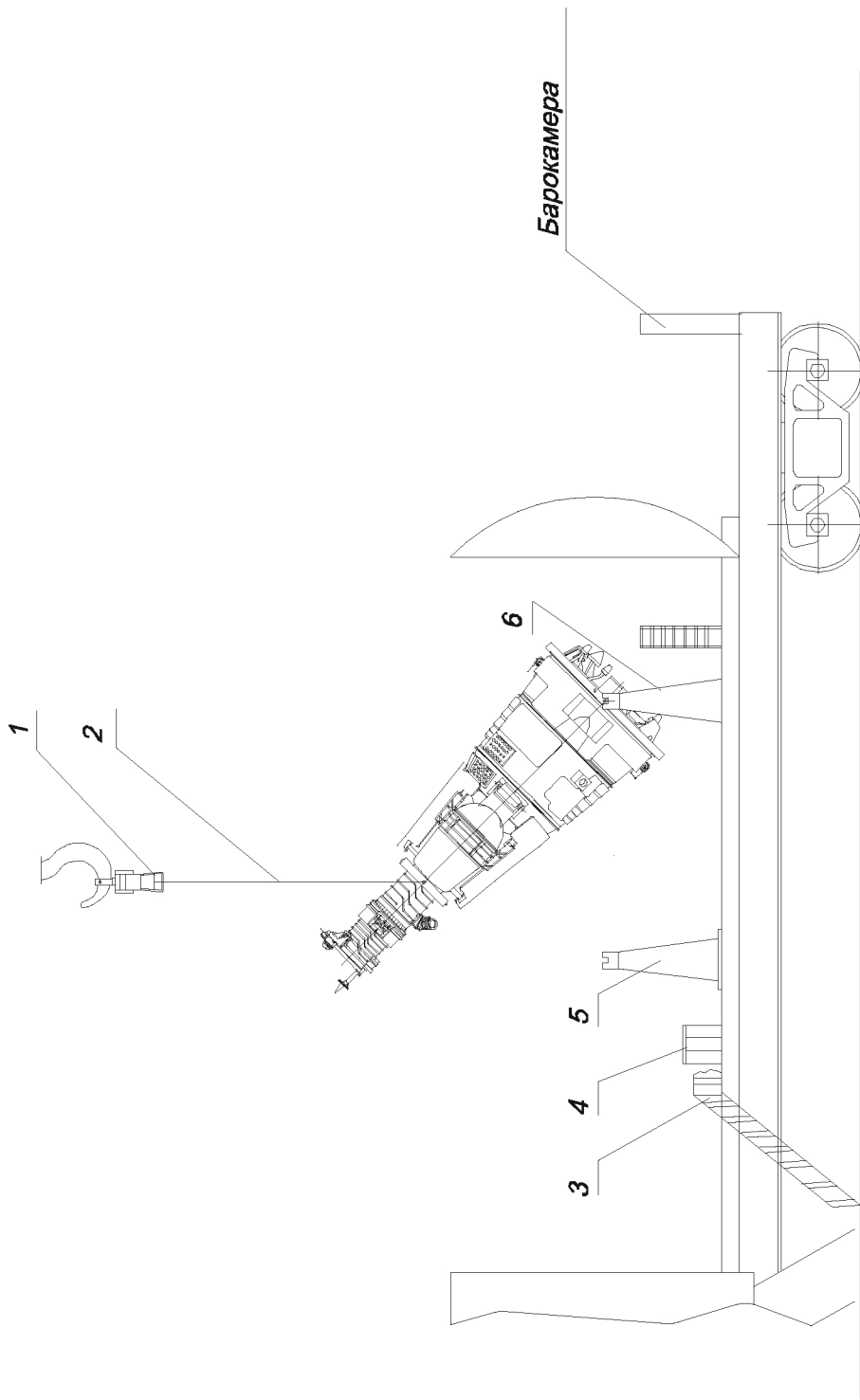
1, 3 – траверсы, 2 – переходник, 4, 5 – канаты, 6 – площадка обслуживания

Рис. 2.24б – Установка КА в стенд



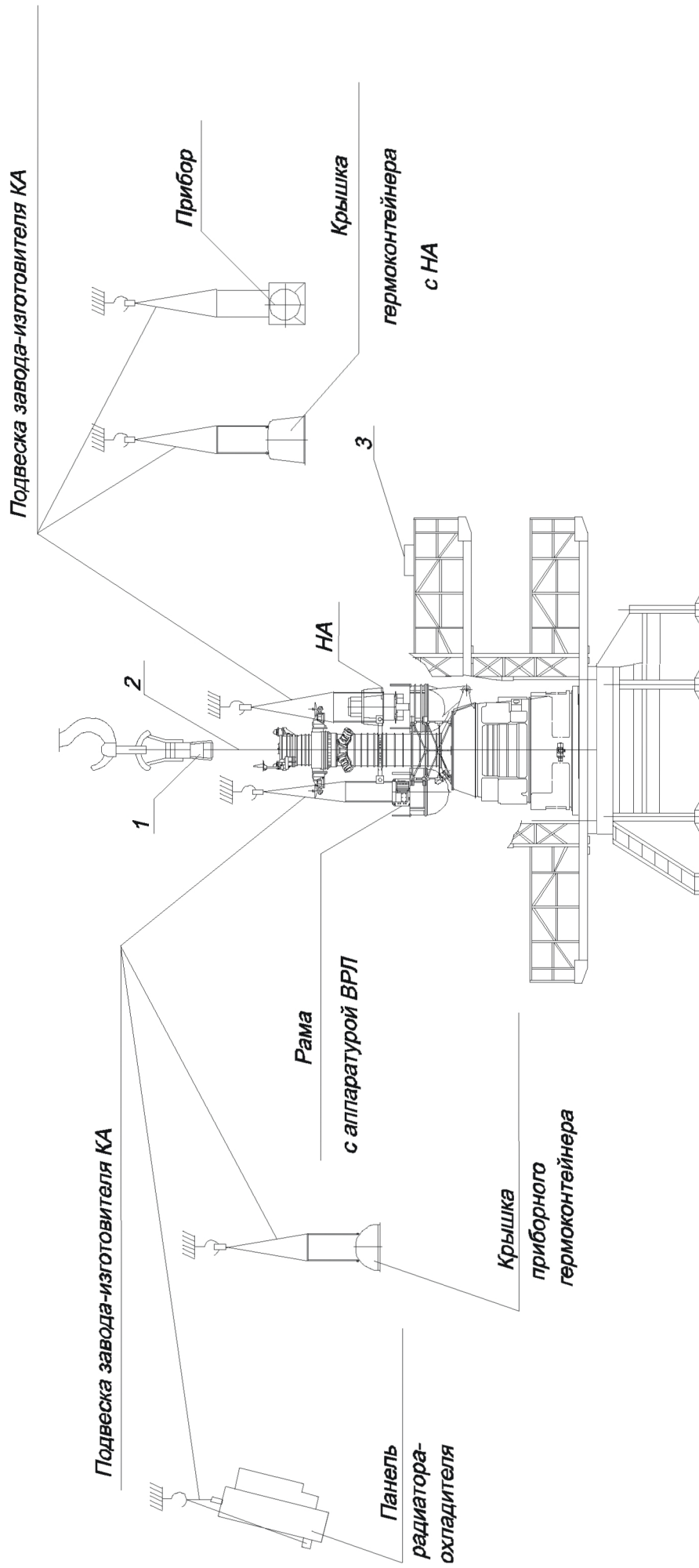
1 – стэнд, 2,4 – подставка, 3 – подъемник

Рис. 2.25 – Подготовка КА к комплексным испытаниям и испытаниям гермоконтейнера с НА на герметичность в барокамере



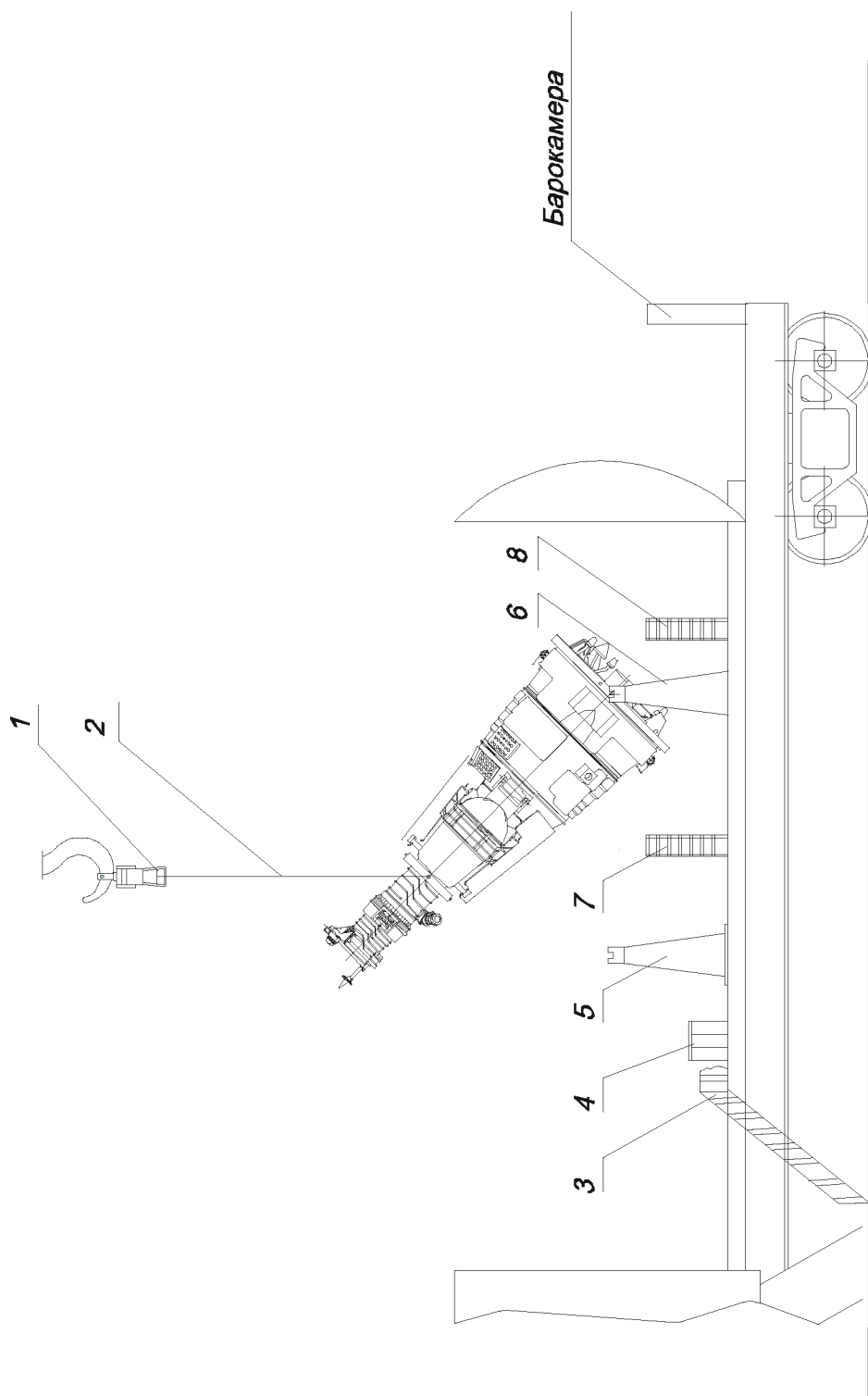
1 – траверса, 2 – канат, 3 – лестница, 4 – площадка, 5 – опора задняя, 6 – опора передняя

Рис. 2.26 – Установка КА в барокамеру для проверки гермоконтейнера с НА



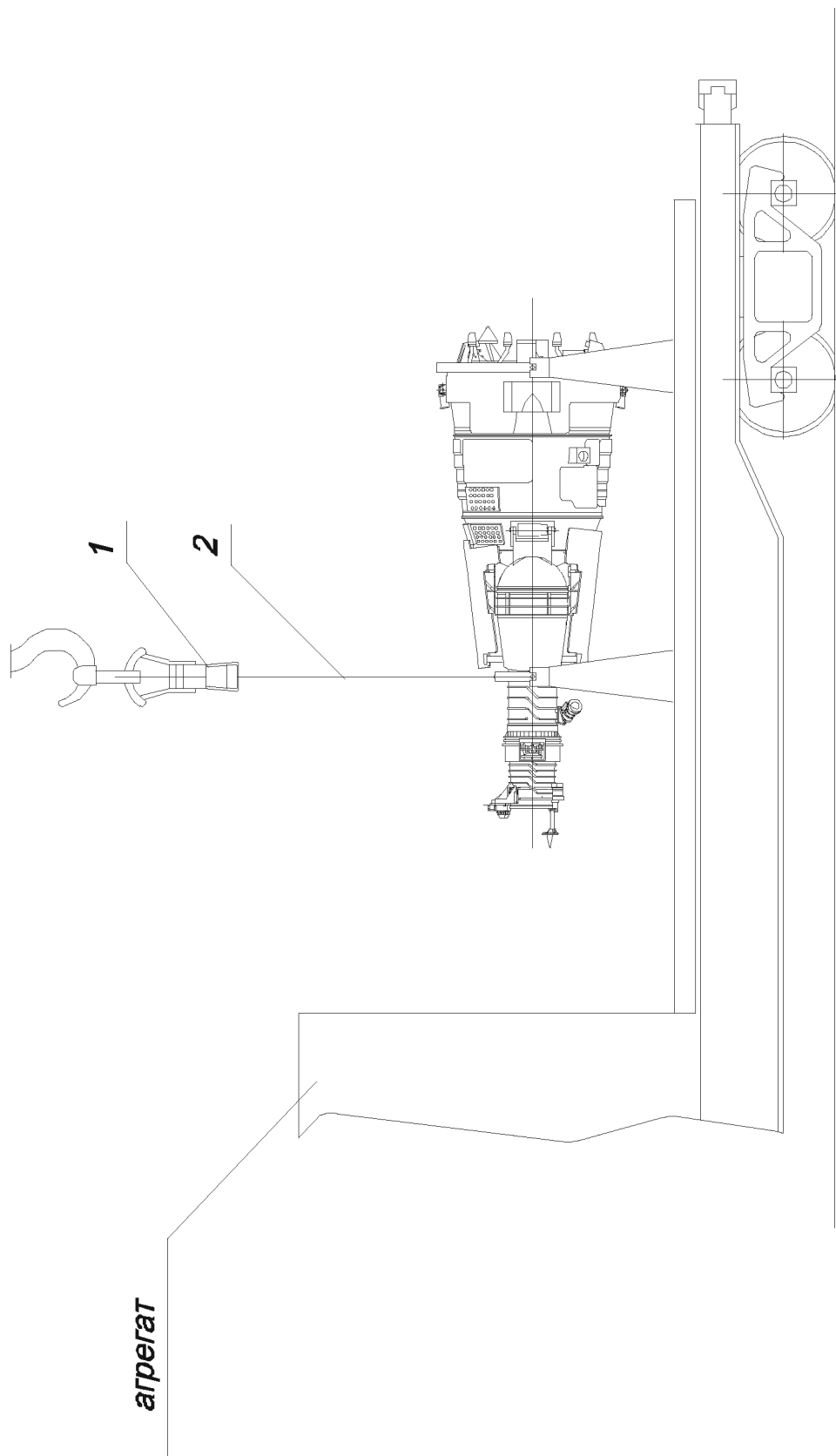
1 – траверса, 2 – канат, 3 – площадка

Рис. 2.27 – Проведение комплексных испытаний КА



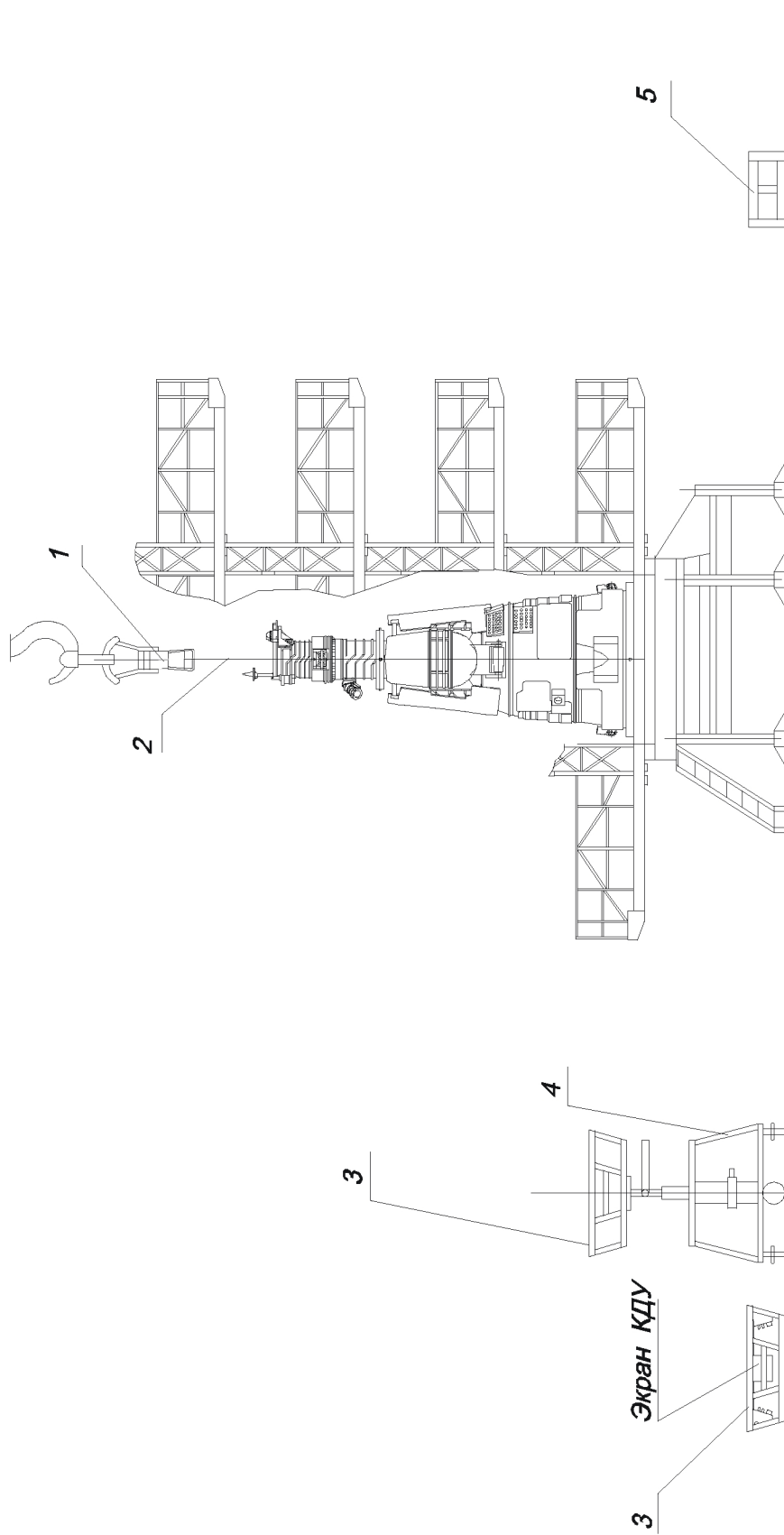
1 – траверса, 2 – канат, 3 – лестница, 4 – площадка, 5 – опора передняя, 6 – опора задняя, 7, 8 – площадка

Рис. 2.28 – Установка КА в барокамеру для проверки на герметичность КА



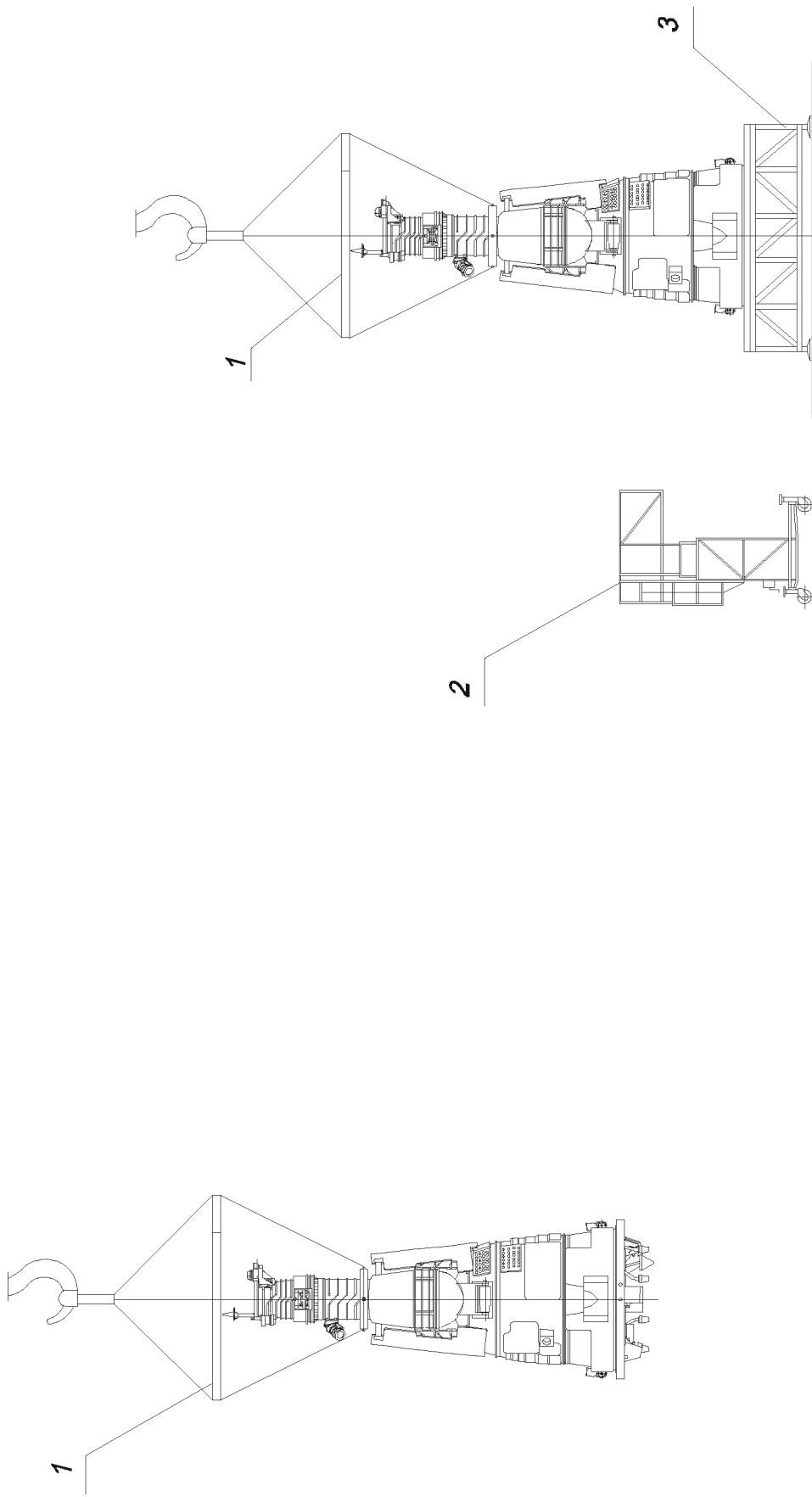
1 – траверса, 2 – канат

Рис. 2.29 – Доставка КА на ЗС



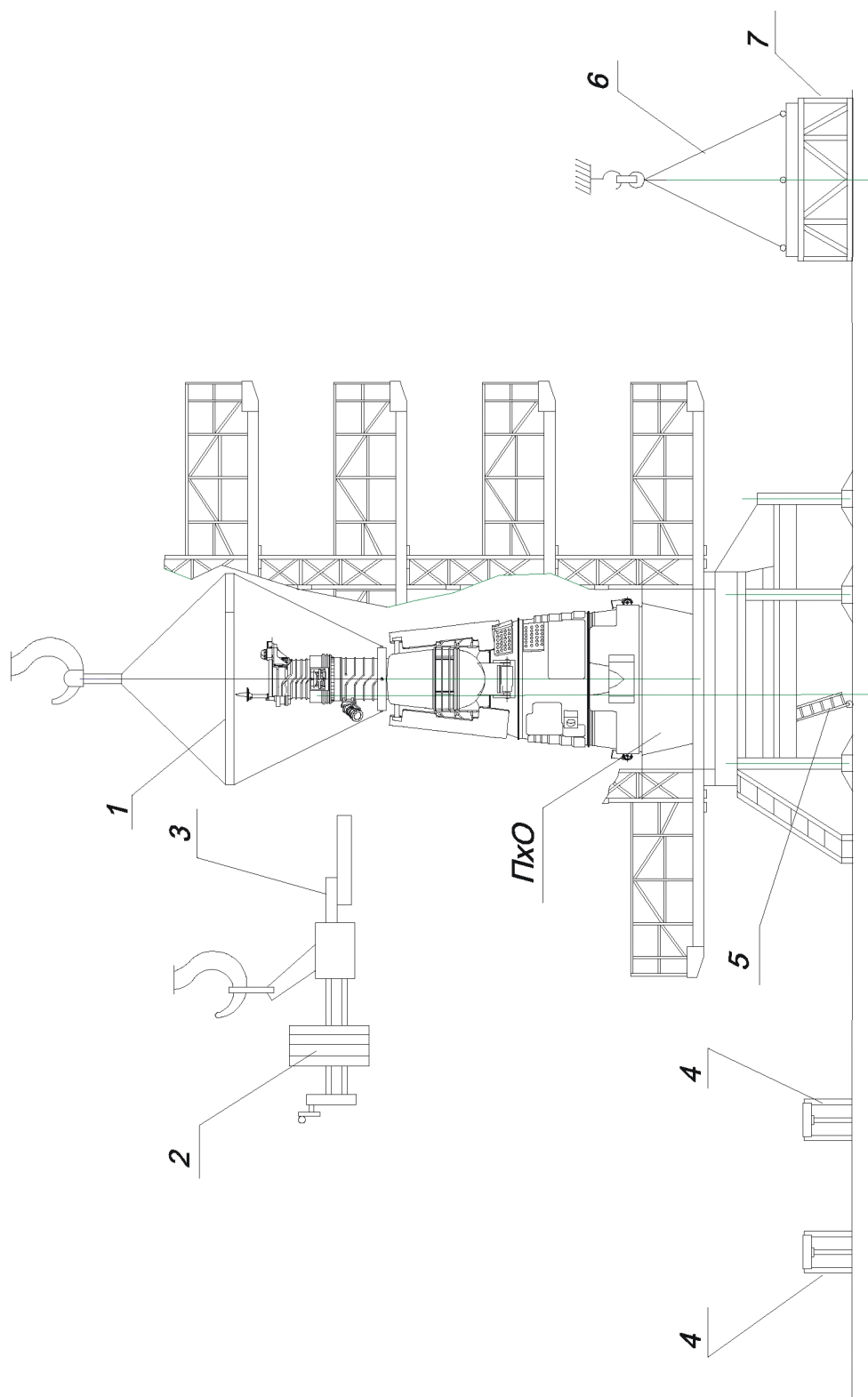
1 — траверса, 2 — канат, 3,5 — подставка, 4 — подъемник

Рис. 2.30 — Доставка КА с ЗС на рабочее место и установка его в стенд



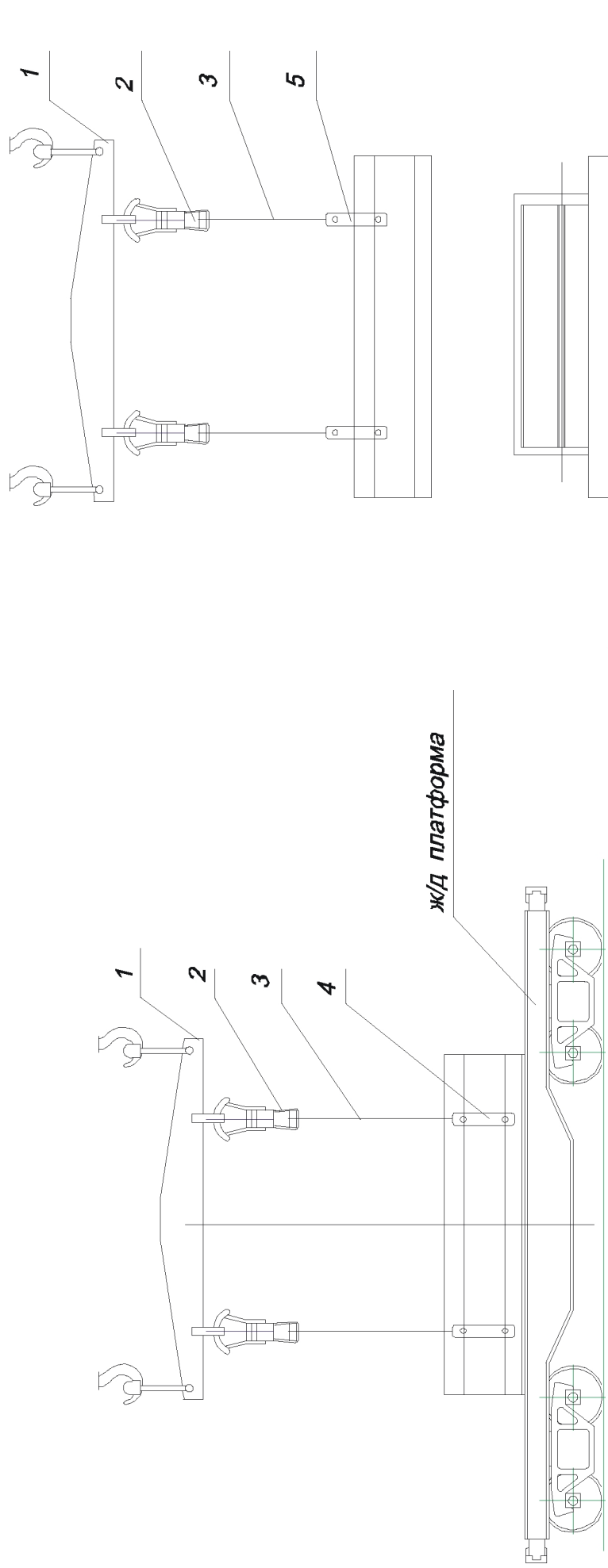
1 – подвеска, 2 – агрегат обслуживания, 3 – подставка

Рис. 2.31 – Подготовка КА к стыковке с ПХО



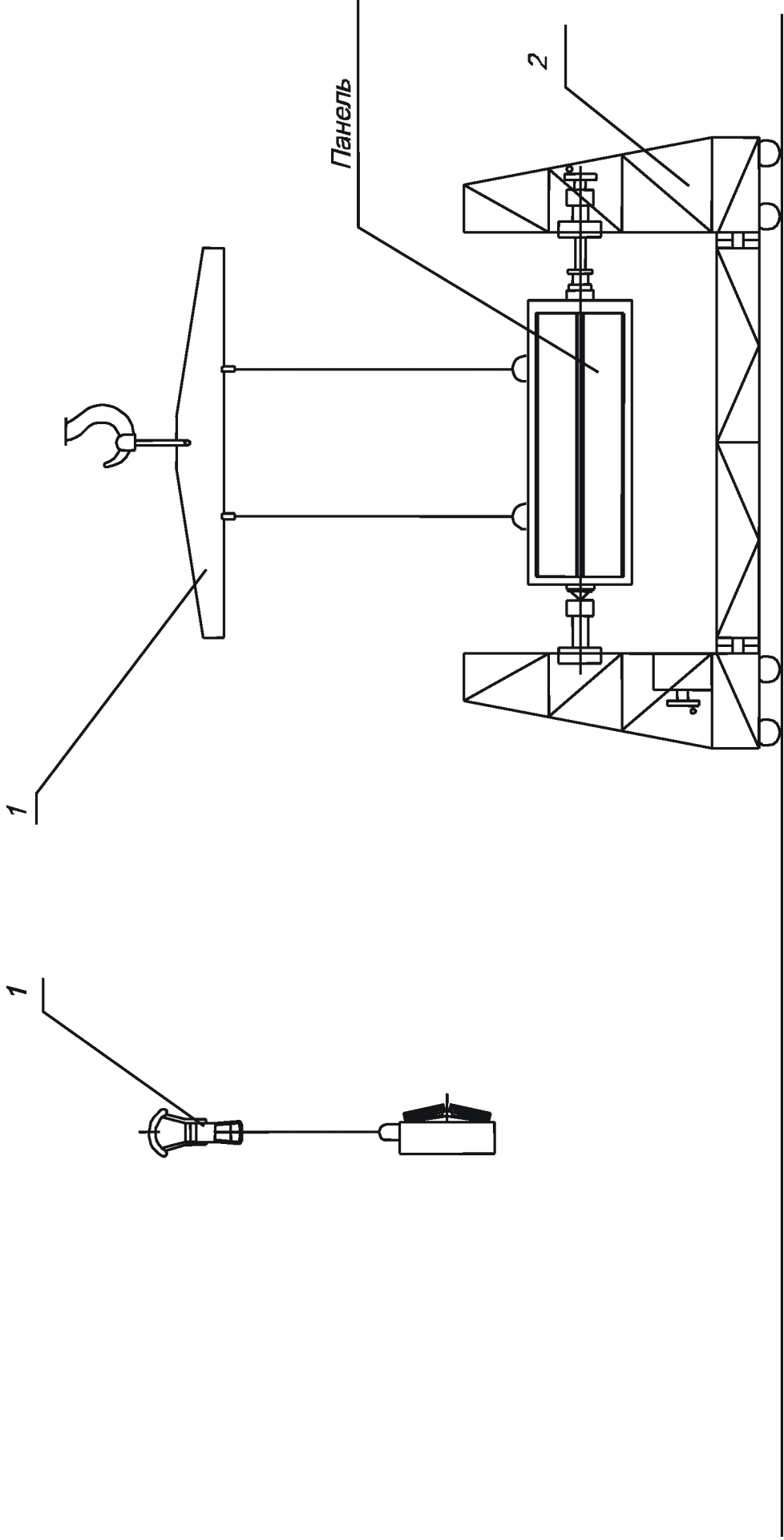
1 – подвеска КА, 2 – корпус манипулятора, 3 – насадка, 4 – подставка переднего кольца, 5 – лестница, 6 – подвеска, 7 – подставка

Рис. 2.32 – Установка КА на переходник (ПХО)



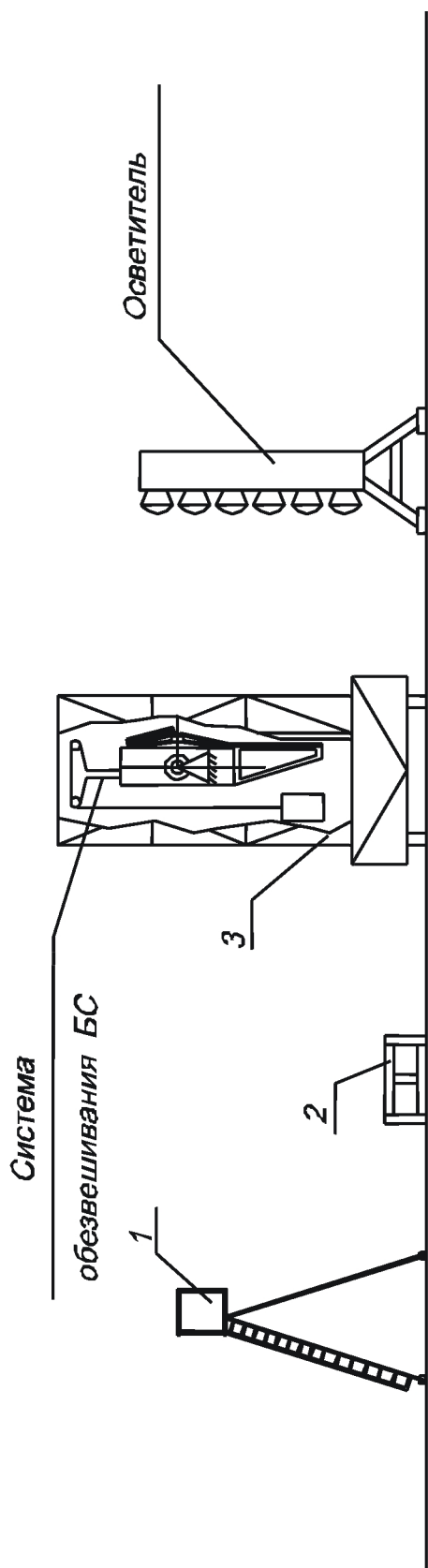
1, 2 – траверса, 3 – канат, 4, 5 – переходник

Рис. 2.33 – Доставка контейнеров с БС в сооружение.  
 Выгрузка контейнеров с БС.  
 Снятие крышек с контейнеров



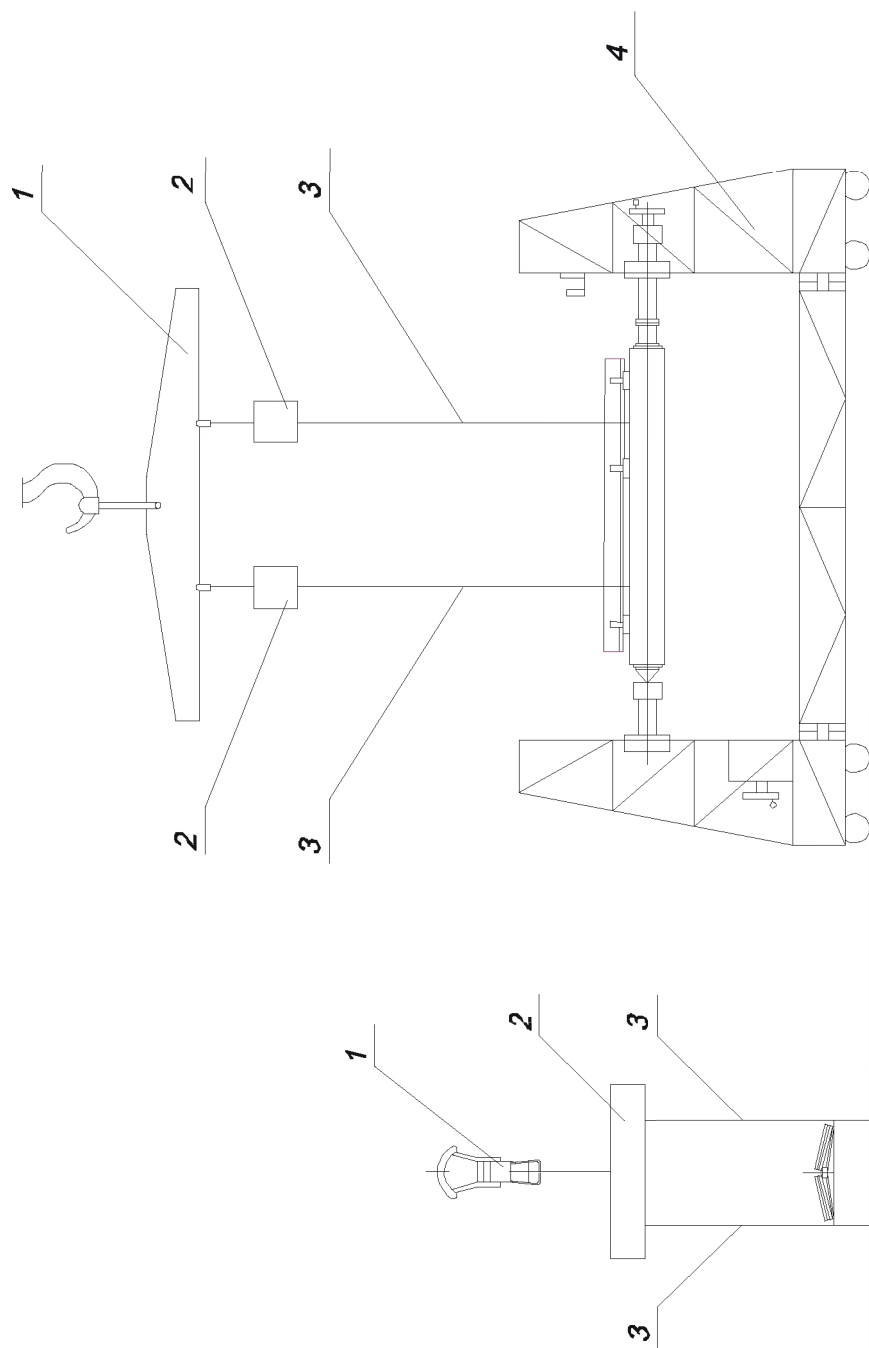
1 – траверса, 2 – кантователь

Рис. 2.34 – Подготовка БС к автономным испытаниям



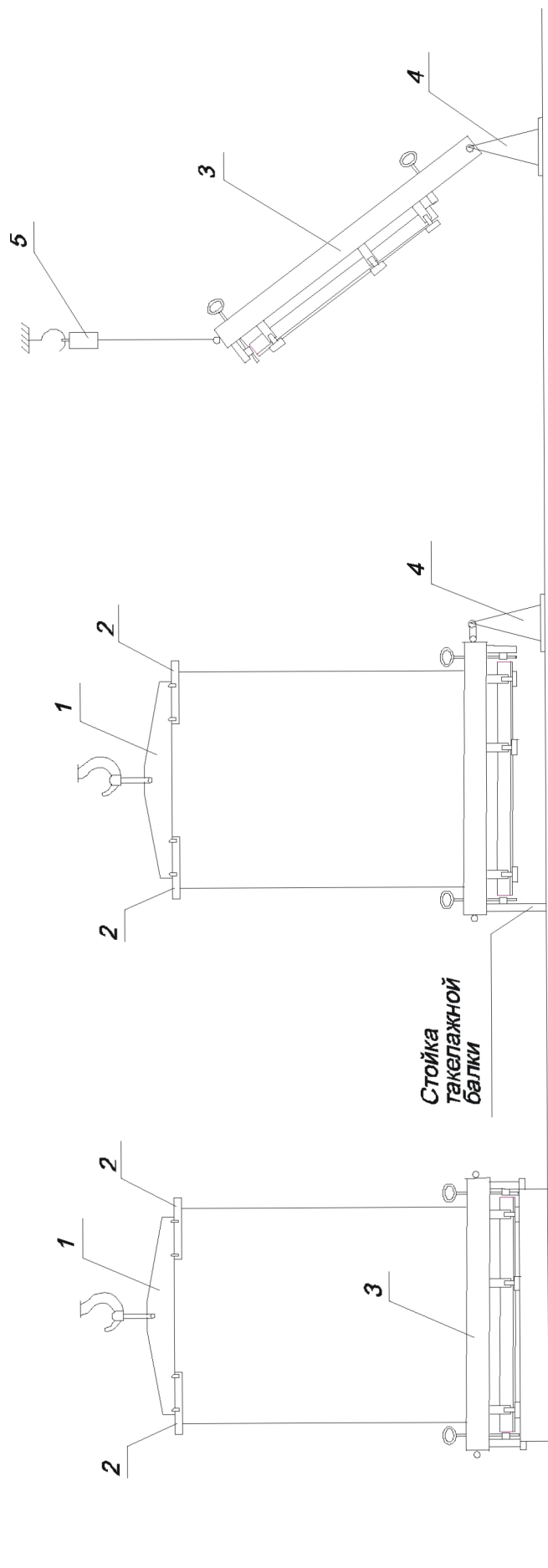
1 – площадка обслуживания, 2 – подставка, 3 – кантователь

Рис. 2.35 – Проведение автономных испытаний



1, 2 – траверса, 3 – канаты, 4 – кантователь

Рис. 2.36 – Подготовка БС к установке на КА



1 – траверса, 2 – подвеска, 3 – такелажная балка БС, 4 – подставка-кантователь, 5 – подвеска

Рис. 2.37 – Кантование БС в вертикальное положение

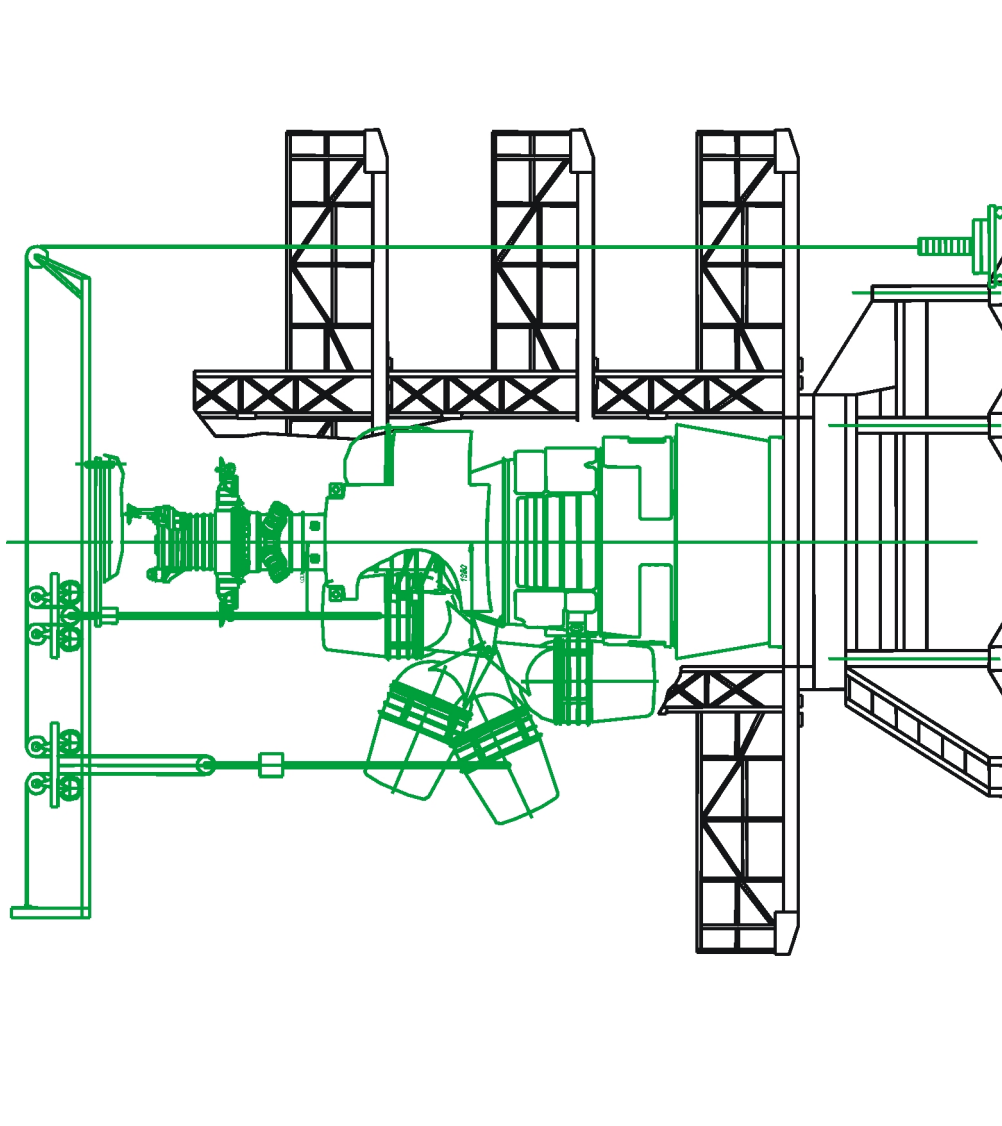
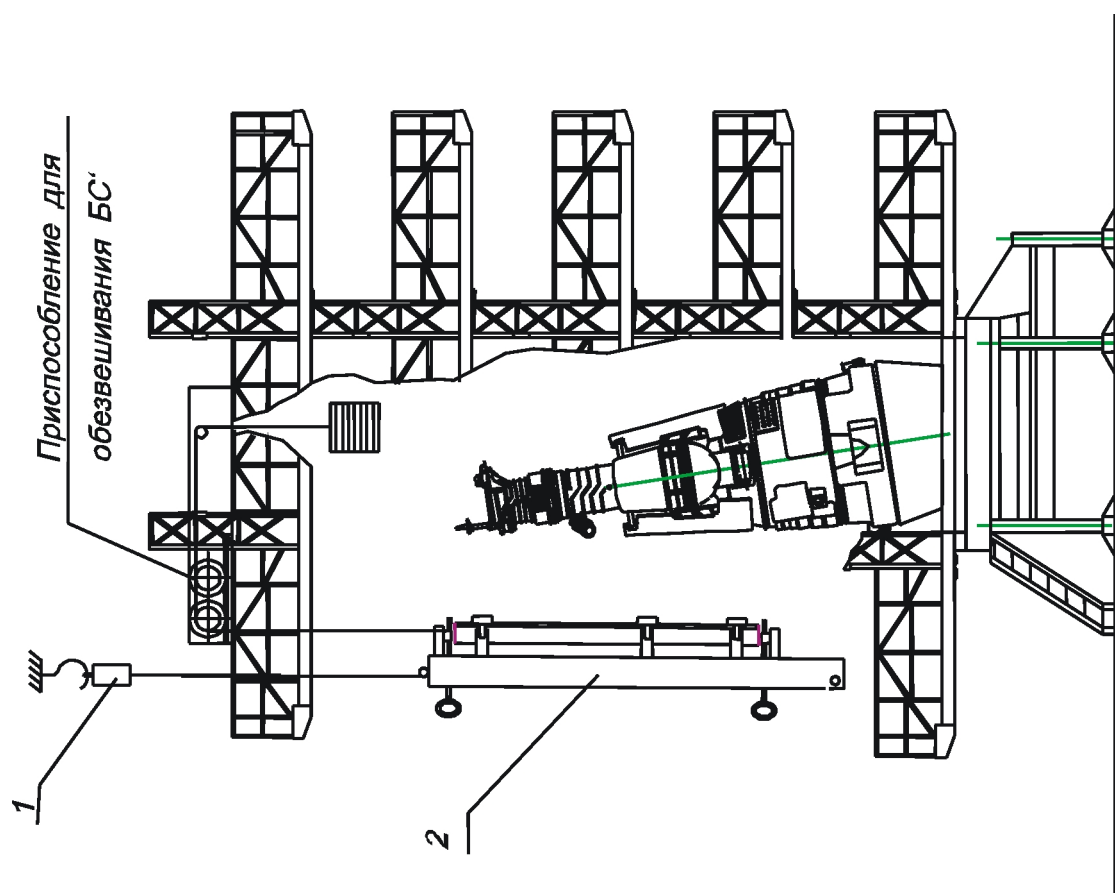
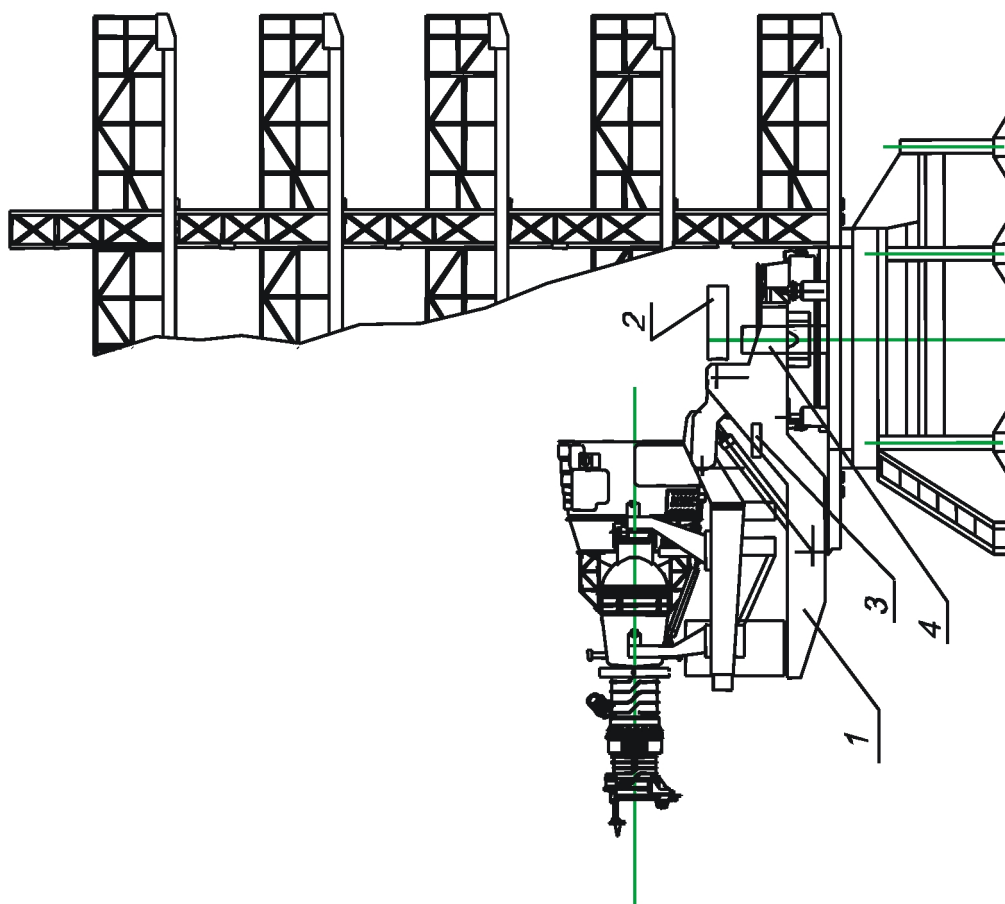


Рис. 2.38 – Проверка разворота гермоконтейнера с научной аппаратурой



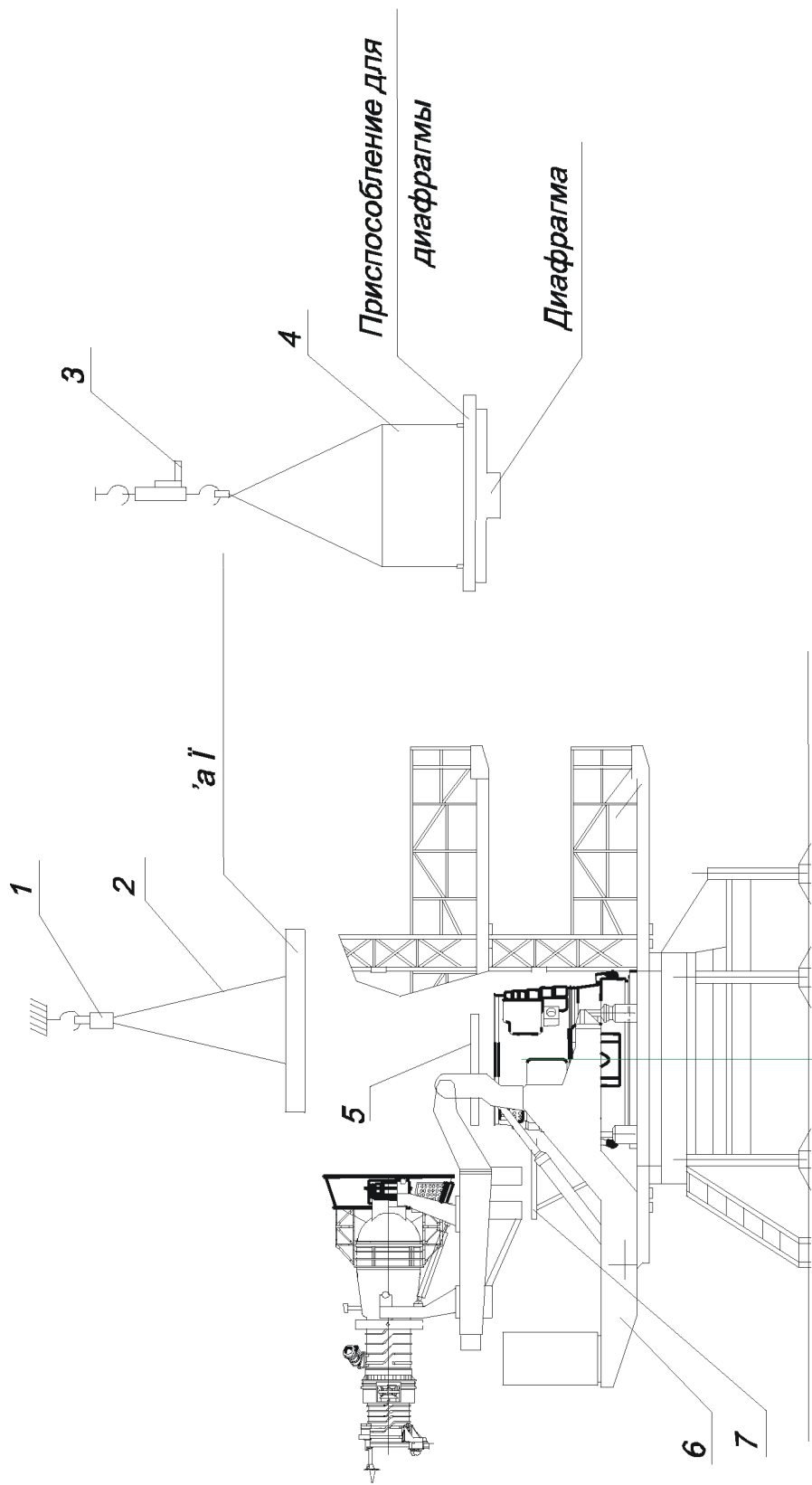
1 – траверса, 2 – такелажная балка БС

1-7 Рис. 2.39 – Установка БС на изделие



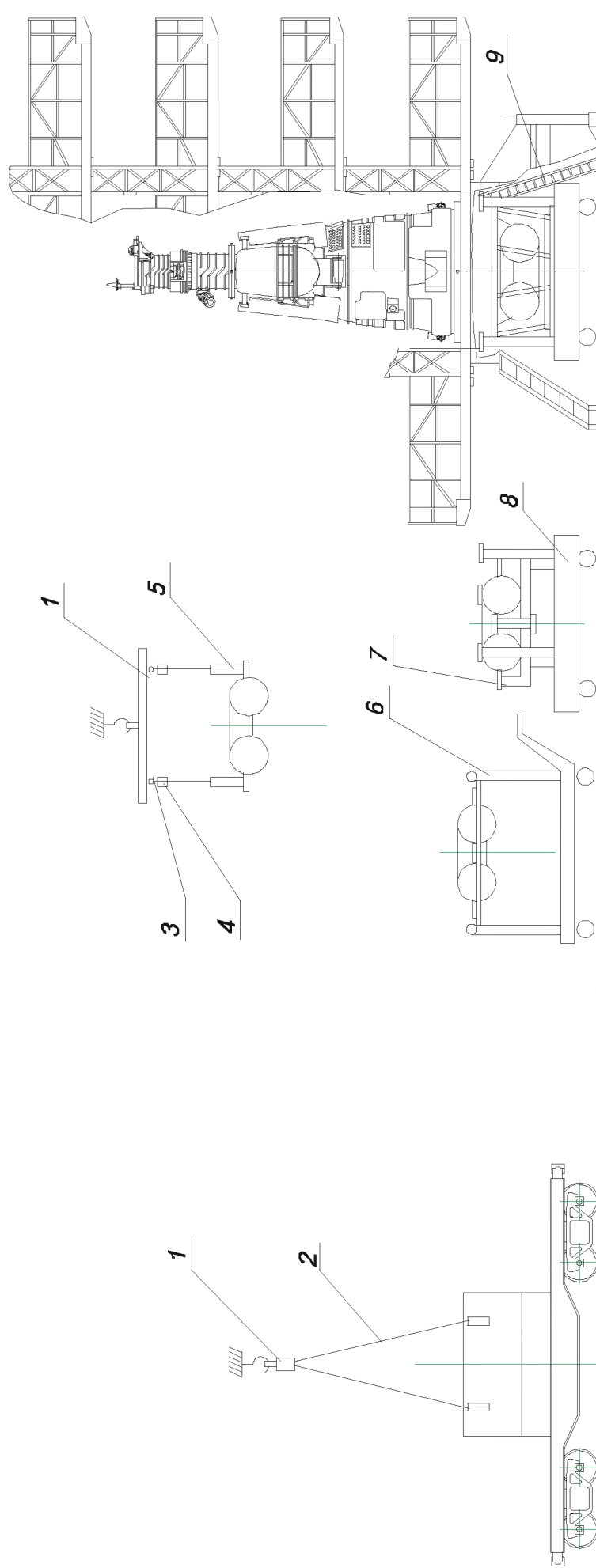
1 – агрегат наклона, 2, 3, 4 – площадка

Рис. 2.40 – Раскрытие стыка АО-ПО



1 – траверса, 2 – подвеска, 3 – переходник, 4 – подвеска, 5 – площадка, 6 – агрегат наклона, 7 - площадка

Рис. 2.41 – Раскрытие стыка ПО-СПО



1 – траверса, 2 – подвеска, 3 – переходник, 4 – траверса, 5 – переходник, 6 – тележка-кантователь КДУ, 7 – подставка КДУ, 8 – подъемник, 9 – площадка

Рис. 2.42 - Замена КДУ

## *2.10.2. Испытания ракет-носителей и космических аппаратов на ТК*

### *2.10.2.1. Испытания ракеты-носителя "Союз"*

Испытания РН "Союз" проводятся в следующей последовательности:

– проводят пневматические испытания, при которых проверяют герметичность мест соединения трубопроводов и арматуры, герметичность закрытия заправочных, дренажных и дренажно-предохранительных клапанов, настройку редукторов и т. д. При пневматических испытаниях используют сжатый воздух с точкой росы не выше минус 55°С при атмосферном давлении, не имеющий механических примесей и паров каких-либо веществ;

– проводят автономные испытания гиросприборов системы управления РН в специальной лаборатории, после чего гиросприборы устанавливают на специальные подставки рядом с ракетой;

– собирают схему электрических испытаний РН и проводят проверку сопротивления изоляции и пирозапалов, автономные испытания автомата стабилизации, системы опорожнения баков и синхронизации уровней компонентов (СОБИС) блоков А-Д, системы опорожнения баков (СОБ) верхнего блока, автомата управления выключением двигателей (АУВД), бортовой системы измерений, проверку работы автоматики двигательных установок.

Если автономные испытания показали, что все системы ракеты работают нормально, приступают к комплексным испытаниям РН с имитацией штатных и аварийных режимов работы. Комплексные испытания включают:

– комплексные испытания I-II ступеней РН ("пакета" блоков А-Д), при этом вместо блока III ступени подключается его электрический эквивалент;

– комплексные испытания блока III ступени, при этом вместо "пакета" блоков А-Д подключается его электрический эквивалент;

– зачетные комплексные испытания РН с записью на систему измерений, при этом система измерений РН работает в штатном режиме.

После просмотра и анализа материалов регистрации зачетных комплексных испытаний и принятия решения о дальнейшем проведении работ проводят заключительные операции, включающие в себя разборку схемы испытаний, установку на борт РН гиросприборов, воздушных колодок и дополнительных соединений и т. д.

### *2.10.2.2. Испытания космического аппарата*

#### **Электрические испытания КА**

Целью электрических испытаний является подтверждение работоспособности бортовой аппаратуры и ее готовности к применению в соответствии с целевым назначением КА.

Задачами электрических испытаний КА являются:

– проверка правильности электрических соединений бортовой аппаратуры;

– проверка целостности электрических цепей бортовой кабельной сети (БКС) и отсутствия связи шин питания с корпусом КА;

– проверка работоспособности систем.

Задачи электрических испытаний КА решаются на стадиях сборки, испытаний на КИС завода-изготовителя, испытаний на ТК, СК и в процессе регламентных работ при хранении КА.

Объем и задачи испытаний, решаемые на каждой стадии существования КА, определяются разработчиками систем с учетом обеспечения технологичности процесса изготовления и эксплуатации КА.

Распределение задач испытаний по стадиям изготовления и эксплуатации обуславливает структуру электрических испытаний, а требования по технологичности процесса испытаний – последовательность проведения электрических испытаний.

Электрические испытания КА проводятся, как правило, в следующей последовательности:

– автономные испытания бортовой аппаратуры, если они предусмотрены документацией;

– проверочные включения электрически состыкованной аппаратуры в составе КА;

– комплексные испытания.

Автономные испытания – это испытания отдельных бортовых систем, узлов, агрегатов, входящих в состав КА.

При автономных испытаниях должны проверяться практически все элементы системы, приборы, агрегаты, цепи, каналы управления с оценкой стыковочных параметров (входных и выходных).

При автономных испытаниях проводится окончательная подстройка, регулировка и калибровка приборов, агрегатов, систем с целью обеспечения характеристик, заданных в технических условиях на испытываемую бортовую аппаратуру.

Проверочные включения электрически соединенных бортовых систем, приборов, агрегатов проводятся с целью поочередной проверки работоспособности в составе КА с записью контролируемых параметров проверяемых систем на систему измерений.

Проверочные включения начинаются с проверки исходного состояния систем и проводятся в такой последовательности, чтобы в первую очередь проверялись системы, обеспечивающие работу остальных систем.

Проверочные включения подтверждают готовность систем к проведению комплексных испытаний.

Комплексные испытания систем проводятся с целью проверки работоспособности бортовой аппаратуры в составе КА по программе испытаний, приближенной к программе функционирования КА при штатной эксплуатации. При этом проверяется работа программ, характеристики которых находятся в прямой зависимости от выходных параметров бортовой аппаратуры.

Комплексные испытания планируются таким образом, чтобы имелась возможность как сквозной отработки всех из необходимого большинства испытываемых режимов работы, так и отработки режимов в отдельности.

Объем комплексных испытаний определяется временной диаграммой испытаний.

### **Пневмовакуумные испытания КА**

Методика проведения пневмовакуумных испытаний КА приведена в Учебном пособии к лабораторным работам «Испытание изделий на герметичность», Куйбышев, 1988.

### **Заправка КА**

Методика заправки КА компонентами топлива и сжатыми газами приведена в Учебном пособии к лабораторным работам «Заправка энергосистем ЛА в эксплуатирующей организации», Куйбышев, 1988.

#### *2.10.3. Сборка КГЧ*

Доставленные на ТК КГЧ ГО и ПХО выгружаются из вагона и укладываются на тележки хранения и подставку соответственно. ПХО готовится к стыковке с КА.

ГО с помощью балок кантуется в вертикальное положение на тележке кантователя. ГО краном снимается с кантователя и устанавливается в вертикальное положение на подставку. На подставке производится расстыковка продольного стыка ГО и с помощью механизма подставки разводятся створки ГО с маркировкой II-I-IV и II-III-IV.

Подготовленный к стыковке КА краном с помощью подвески в вертикальном положении устанавливается на стыковочный шпангоут ПхО, заблаговременно установленного в стенд. КА крепится к ПхО тремя пирозамками и тремя страховочными болтами (снимаются на СК). На ПхО взводятся три толкателя для отделения КА от ПхО (от 3-й ступени РН). Производится стыковка электрических связей между КА и ПхО.

Далее к ПхО с помощью специальной подвески и крана стыкуются створки ГО (рис. 2.43, 2.44) в вертикальном положении (створки к ПхО крепятся страховочными болтами). Первой стыкуется створка ГО с маркировкой II-I-IV, второй стыкуется створка ГО с маркировкой II-III-IV. После скрепления створок между собой с помощью струбцин производится установка и затяжка на момент замков продольного стыка, закрытие их желобами. Производится съём струбцин с ГО, установка на створки ГО узлов вращения и продольных толкателей сброса створок. ГО стыкуется с ПхО электрически.

Полностью собранная КГЧ кантуется механизмами стенда в горизонтальное положение (рис. 2.45), отстыковывается с помощью траверс и крана от стенда и перекладывается на монтажно-стыковочные тележки для стыковки с 3-й ступенью РН (рис. 2.46).

#### *2.10.4. Сборка РКН*

КГЧ и 3-я ступень РН находятся на монтажно-стыковочных тележках и подготовлены к стыковке между собой (рис. 2.47). 3-я ступень РН подается на монтажно-стыковочных тележках до соприкосновения стыковочного шпангоута РН со стыковочным шпангоутом ПхО КГЧ с контролем за входением направляющих штырей РН в соответствующие отверстия ПхО. Стыковочные шпангоуты ПхО и 3-й ступени РН скрепляются между собой болтами (рис. 2.48).

После механической стыковки КГЧ с 3-й ступенью производится их электрическая стыковка.

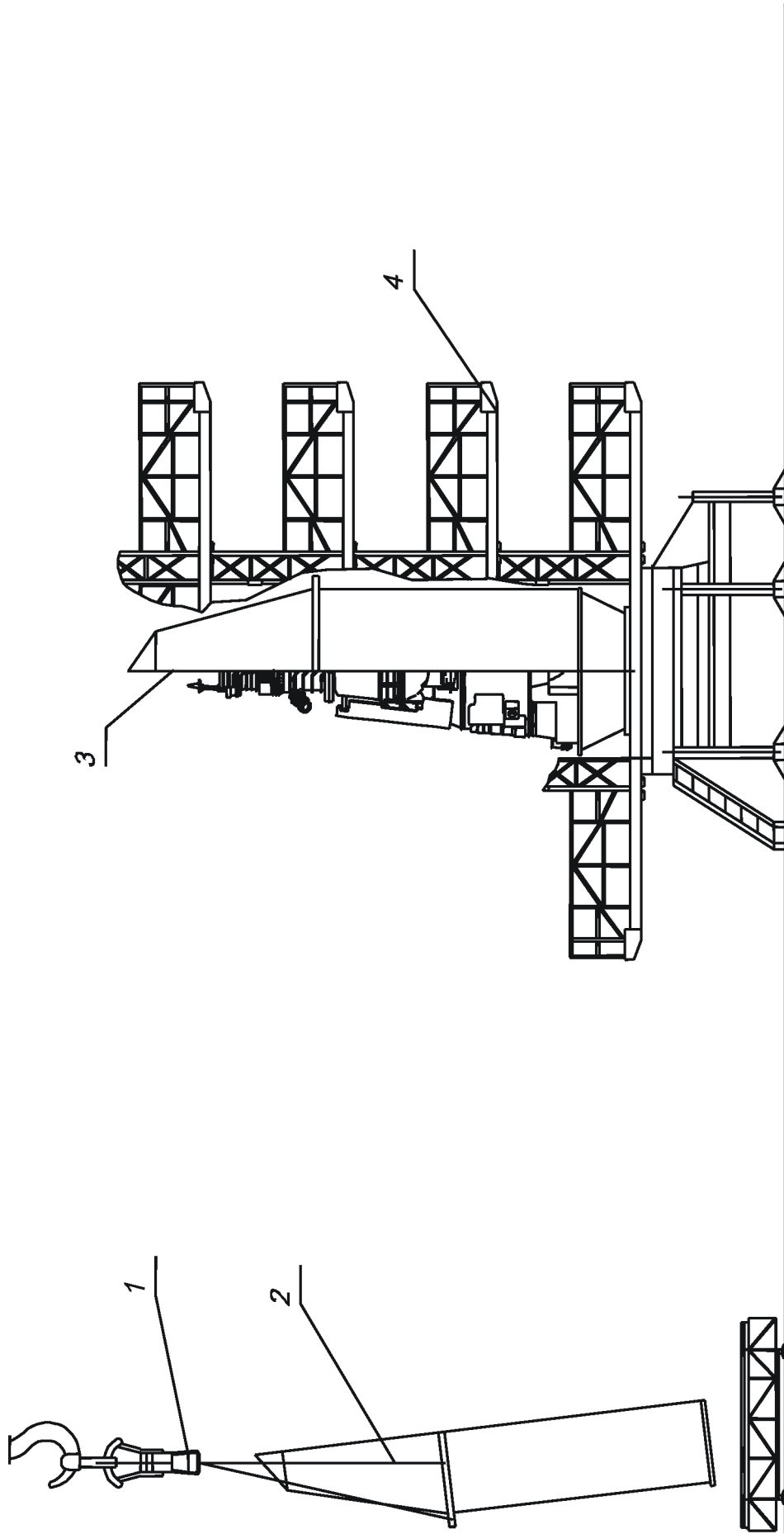
Собранная система «КГЧ + 3-я ступень РН» двумя мостовыми кранами поднимается с монтажно-стыковочных тележек и стыкуется с «пакетом» блоков А-Д, находящимся на ТУА (рис. 2.49). Крепление осуществляется с помощью шести пирозамков и шести транспортировочных болтов.

В процессе механической стыковки системы «КГЧ + 3-я ступень РН» к «пакету» стыкуется воздушная колодка между фермой «пакета» и 3-й ступенью. Затем производится расфиксация средней опоры (опора II<sub>П</sub>) ТУА и укладка РКН на переднюю опору ТУА передним краном.

После окончательной укладки РКН на ТУА производится электрическая стыковка «пакета» с 3-й ступенью и стыковка разъемного соединения магистрали обогрева межбакового отсека 3-й ступени воздухом (азотом) высокого давления.

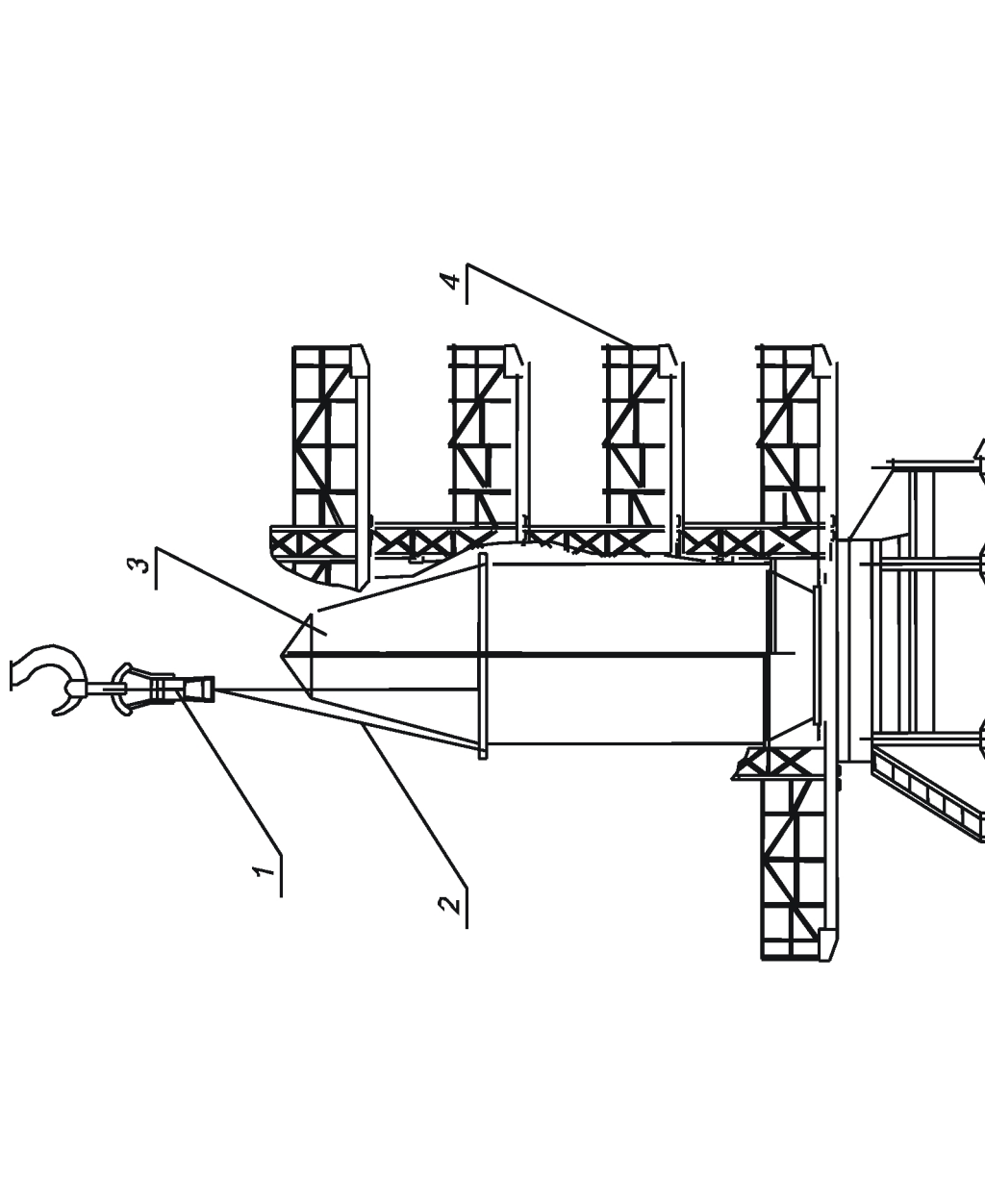
На РКН закрепляются штанги механизма подвески ТУА, сводятся рычаги захвата передней опоры ТУА.

Если в процессе транспортировки на СК требуется термостатирование КГЧ, к ТУА с РКН подводится поезд термостатирования с агрегатом прикрытия и производится пристыковка к люкам КГЧ коммуникаций подачи термостатирующего воздуха.



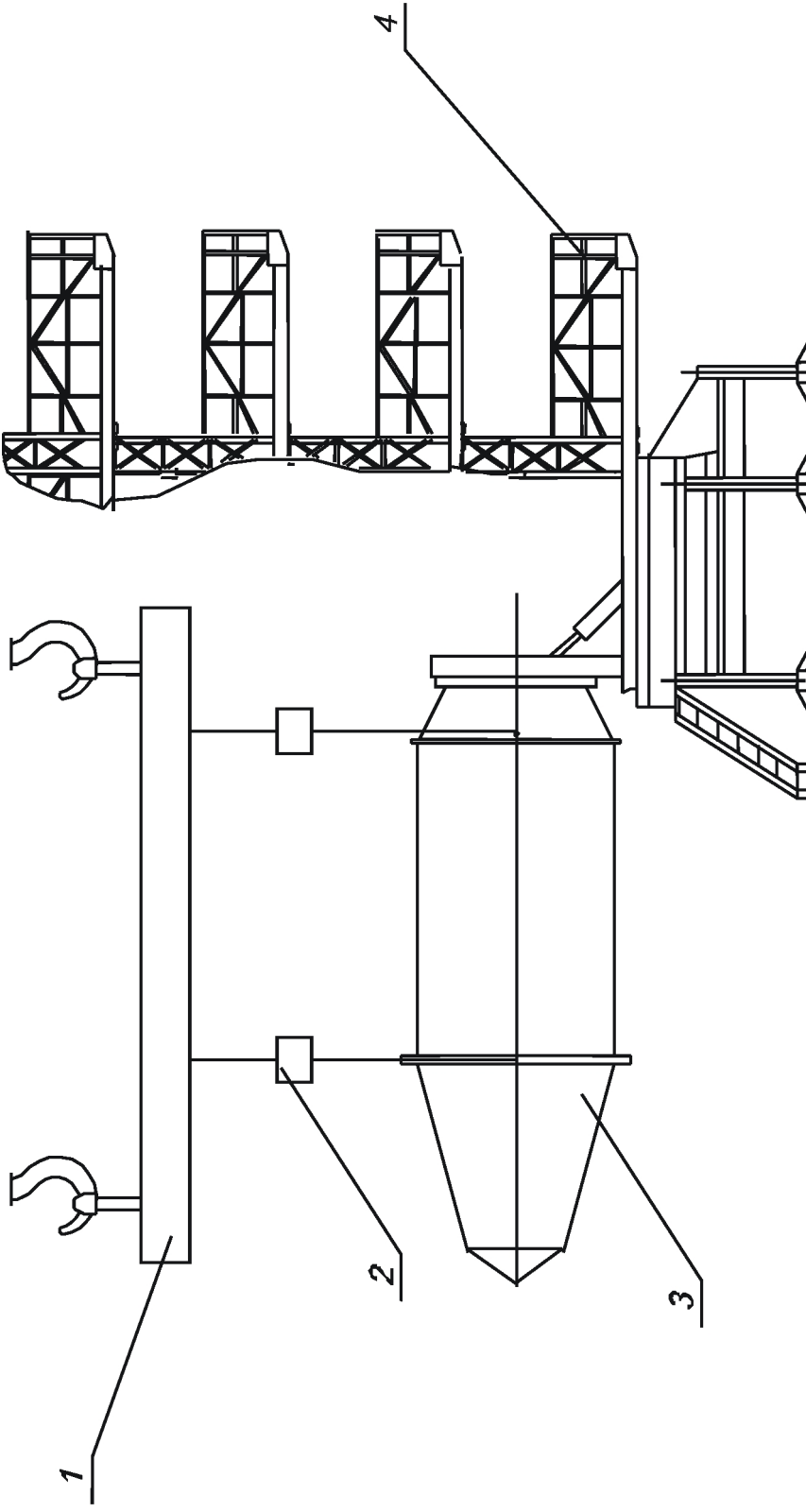
1 – траверса, 2 – подвеска, 3 – створка ГО,  
4 – стенд

Рис. 2.43 – Сборка ГО в стенде



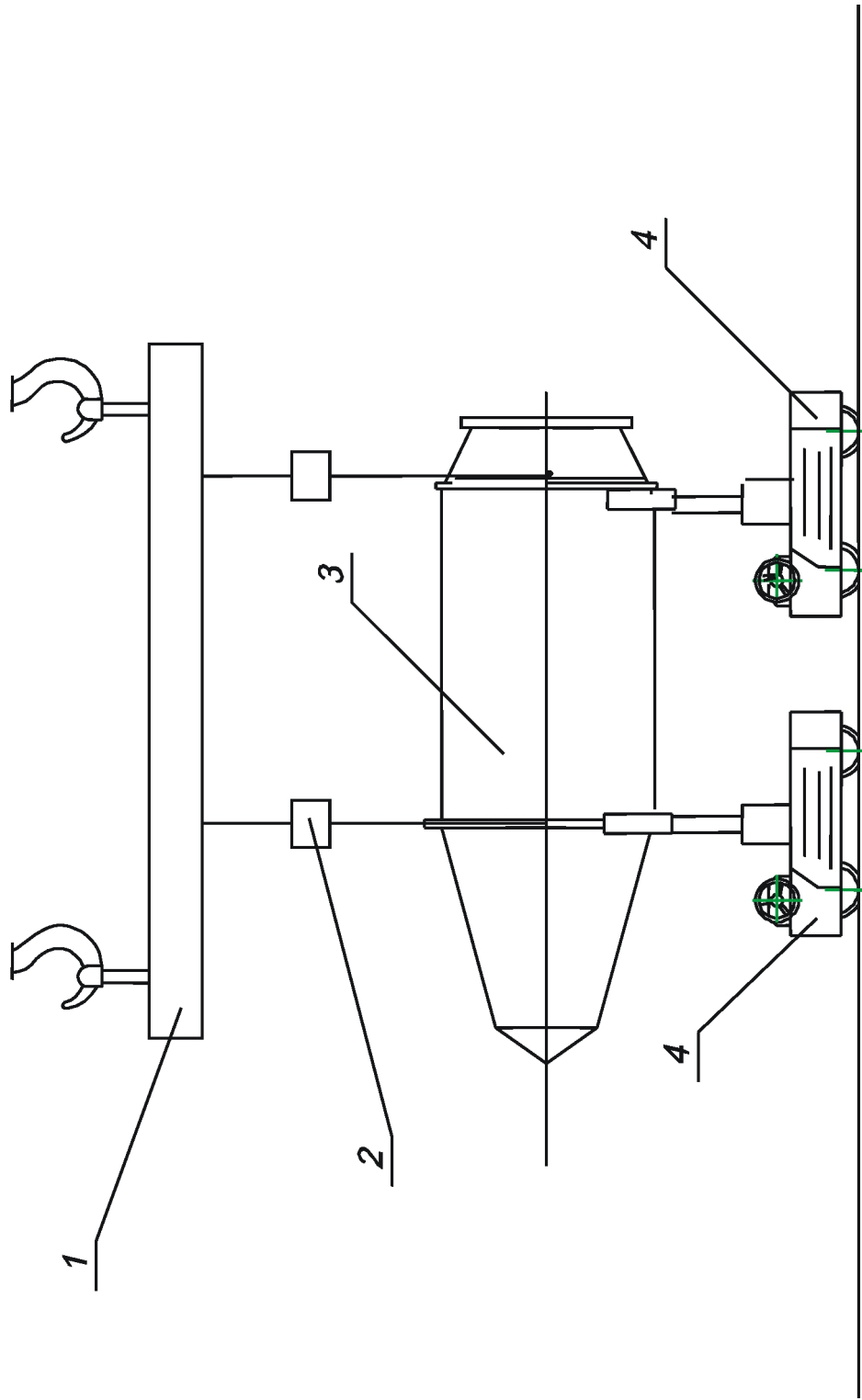
1 – траверса, 2 – подвеска, 3 – створка ГО, 4 – стенд

Рис. 2.44 – Сборка ГО в стенде



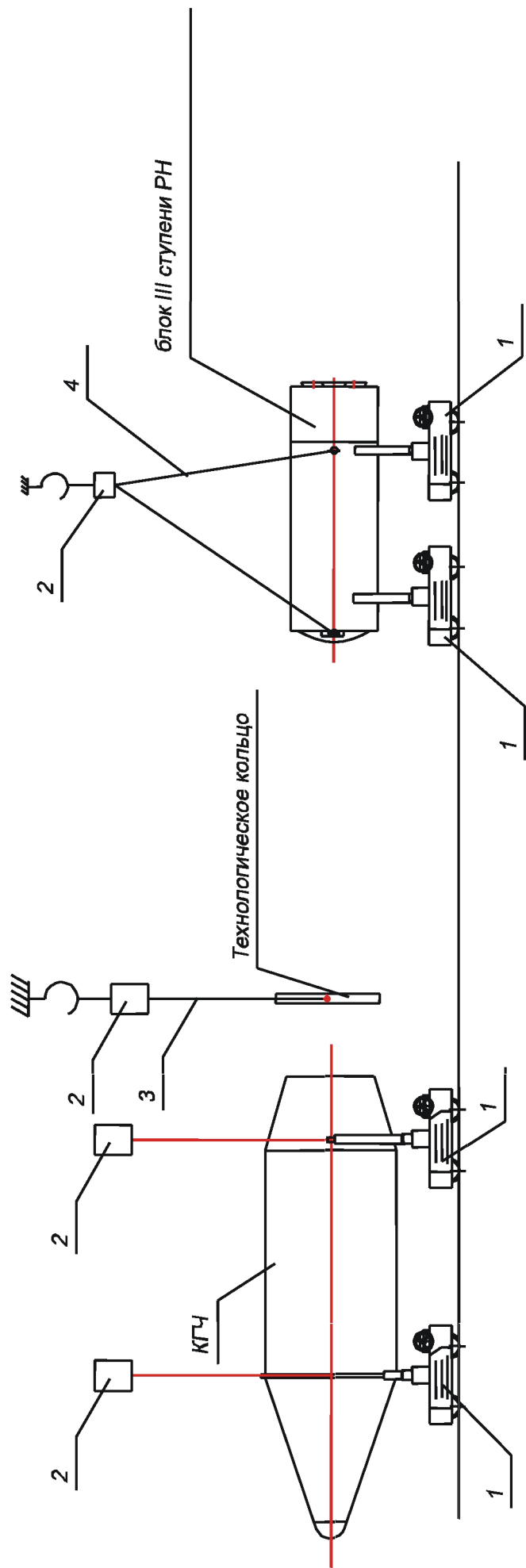
1, 2 – траверса, 3 – СЗБ, 4 – стэнд

Рис. 2.45 – Кантование СЗБ в горизонтальное положение



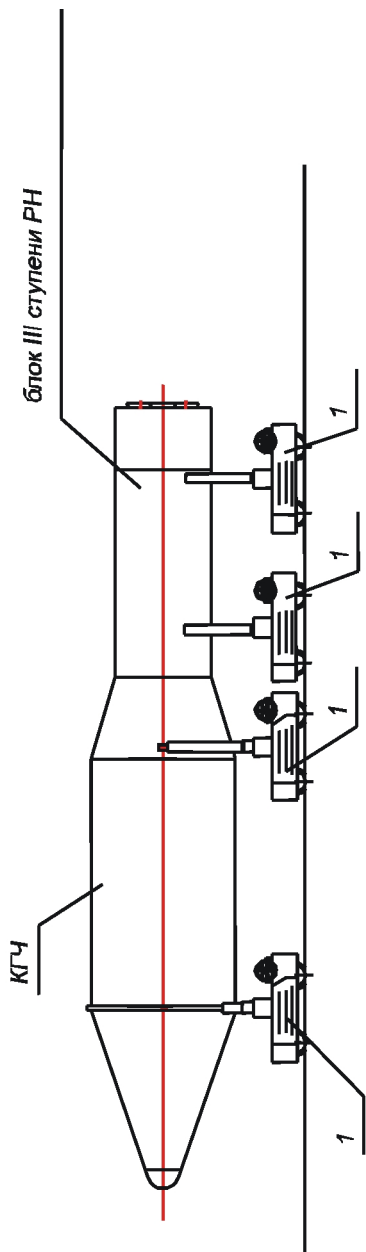
1, 2 – траверса, 3 – СЗБ, 4 – монтажно-стыковочные тележки

Рис. 2.46 – Перекладка СЗБ на монтажно-стыковочные тележки

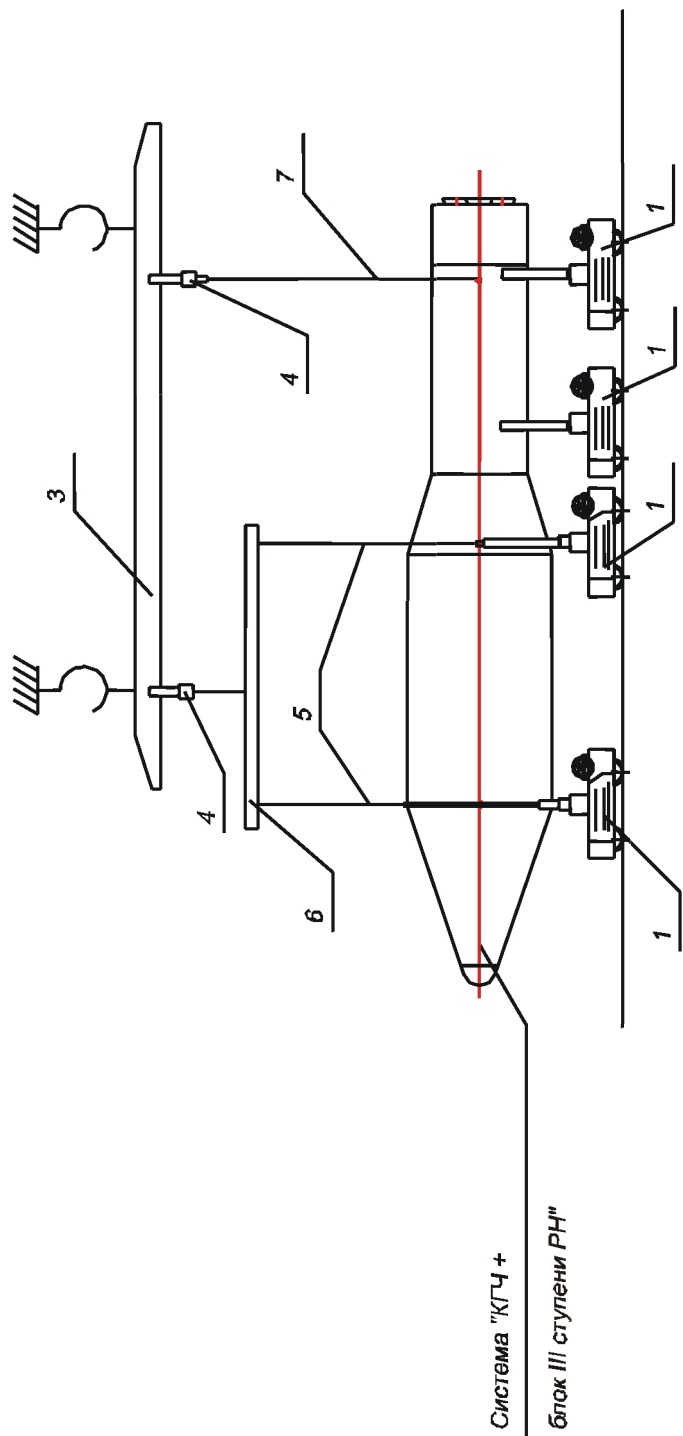


1 – тележка, 2 – траверса, 3, 4 – подвески

Рис. 2.47 – Демонтаж технологического кольца и подготовка КГЧ и блока III ступени РН к стыковке между собой

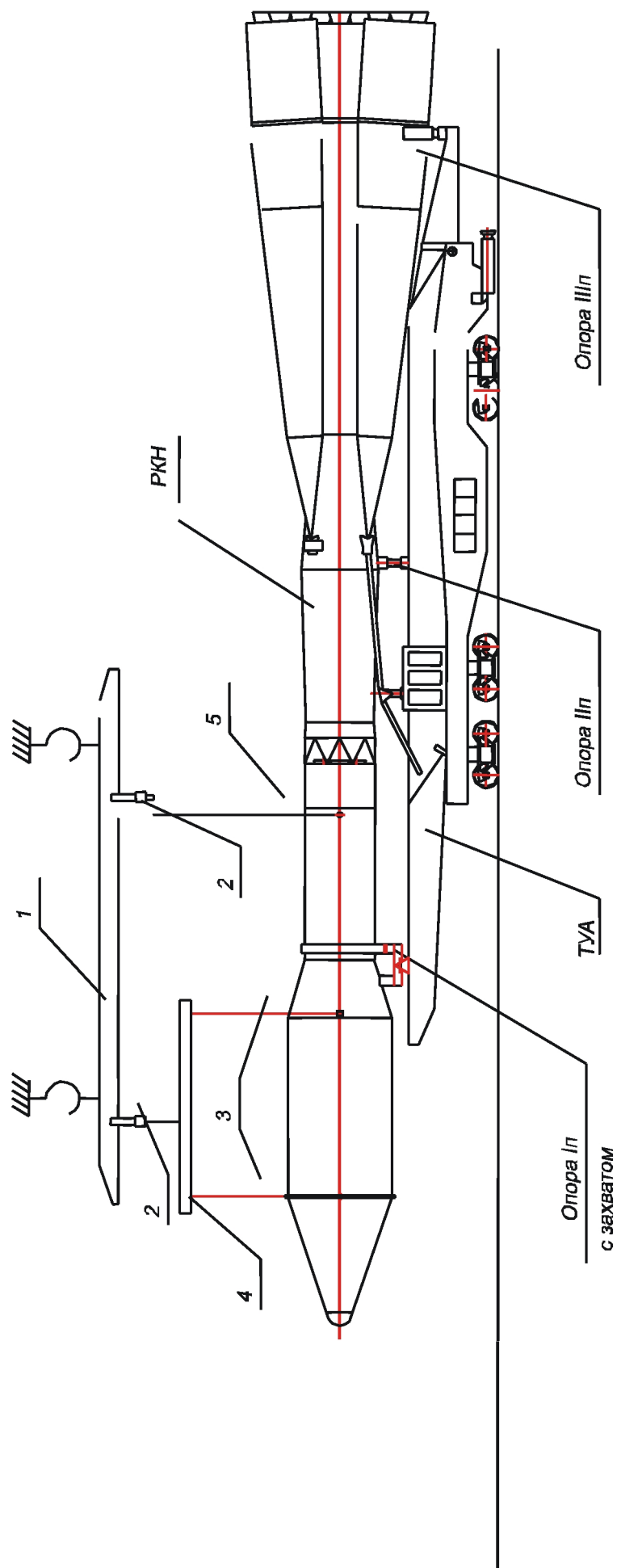


Присыковка III ступени РН к КГЧ. Система "КГЧ + III ступень РН" подготовлена к подъему и присыковке ее к ферме блока А.



1-тележка, 3, 4-траверса, 5, 7-канаты, 6-балка

Рис. 2.48 – Подъем и перенос системы «КГЧ + III ступени РН» для присыковки ее к ферме блока «А» «пакета» РН



1, 2 – траверса, 3, 5 – канаты, 4 – балка

Рис. 2.49 – Перенос системы «КГЧ + III ступень РН» к «пакету», лежащему на ТУА и сборка

### **3. СТАРТОВЫЙ КОМПЛЕКС**

#### **3.1. Назначение, структура и состав**

Стартовый комплекс РКН «Союз» представляет собой подготовленный в инженерном отношении участок местности с комплексом сооружений с общетехническим и технологическим оборудованием.

Стартовый комплекс предназначен для приема ракеты космического назначения, доставляемой на транспортно-установочном агрегате с технического комплекса, ее предстартовой подготовки и пуска.

Схема стартового комплекса РКН «Союз» приведена на рис. 3.1.

Стартовый комплекс РКН «Союз» включает в себя:

- строительные сооружения с техническими системами;
- технологическое оборудование;
- специальное технологическое оборудование для РН и КГЧ.

#### **3.2. Сооружения стартового комплекса**

Основным сооружением стартового комплекса РКН «Союз» является стартовое сооружение – конструкция из монолитного железобетона с козырьком. Он опирается своей консольной частью на мощные колонны с проемом, переходящим в газоотводный канал. Кроме того, в стартовом сооружении имеются помещения для размещения технологических систем, обеспечивающих предстартовую подготовку РКН (оборудование для приема, хранения и выдачи сжатых газов, систем заправки компонентами топлива, термостатирования, дистанционного управления предстартовой подготовкой РКН, противопожарное оборудование и т. д.), а также помещение для выдвижной кабины обслуживания хвостовой и донной частей РН при предстартовой подготовке. Помимо стартового сооружения в составе СК имеются следующие основные сооружения:

- сооружение командного пункта РН;
- сооружение командного пункта КА и систем телеизмерений;
- сооружение командного пункта технологических систем;
- сооружение технологического блока;
- хранилище жидкого кислорода и жидкого азота;
- сооружение компрессорной станции;
- сооружение гелиевой компрессорной;
- сооружение ресиверной сжатых газов;
- сооружение ЖСОТР;

- сооружение стационарной водяной системы;
- сооружение трансформаторной подстанции;
- площадки для размещения ДЭС контейнерного исполнения;
- административное здание.

Кроме основных сооружений на СК размещаются осветительные мачты, диверторы-молниеотводы, укрытия для установки киносъёмочной аппаратуры и другие вспомогательные сооружения. Сооружения СК соединены между собой автомобильными и пешеходными дорогами, а также проходными и непроходными коммуникационными каналами.

На СК проложены также железнодорожные пути, по которым осуществляется транспортировка на СК транспортно-установочного агрегата с РКН, заправочных агрегатов, железнодорожных цистерн с криогенными компонентами топлива и других необходимых при эксплуатации СК агрегатов.

Здания и сооружения стартового комплекса рассчитаны на избыточное давление от 0,1 до 1 МПа. Для защиты от избыточного давления возможного взрыва и акустического воздействия сооружения выполнены обвалованными, заглубленными и полузаглубленными. Из всех сооружений наиболее защищены заглубленные командный пункт РН (центр управления запуском), командный пункт КА и систем телеизмерений и полузаглубленный обвалованный командный пункт технологических систем, так как в них помимо контрольно-испытательной аппаратуры и проверочно-пускового оборудования во время пуска находится обслуживающий персонал.

### **3.3. Технические системы**

Технические системы СК предназначены для обеспечения работы технологического и специального технологического оборудования СК и необходимых температурно-влажностных и санитарных условий внутри сооружений СК.

В состав технического оборудования СК входят:

- система электроснабжения;
- водоснабжение и канализация;
- связь и сигнализация;
- теленаблюдение.

#### **3.3.1. Система электроснабжения**

Система электроснабжения предназначена для обеспечения электрической энергией переменного тока напряжением 380/220 В, частотой 50 Гц электропотребителей технологических и технических систем и сооружений стартового комплекса.

Центром электроснабжения стартового комплекса является центральный распределительный пункт (ЦРП), получающий питание по двум независимым кабельным линиям от разных секций шин трансформаторной подстанции 35/6 кВ, подключенной по схеме “заход-выход” к двум воздушным линиям 35 кВ.

Для гарантированного электроснабжения потребителей при подготовке к пуску и при проведении пуска в составе СК предусмотрены:

- автономная ДЭС контейнерного исполнения (состоящая из трех агрегатов по 60 кВт каждый) для обеспечения электроэнергией потребителей особой группы надежности при подготовке РКН (расположена рядом с сооружением командного пункта технологических систем);

- три автономных ДЭС контейнерного исполнения мощностью по 1000 кВт каждая для обеспечения электроснабжения технологического оборудования, технических систем и сооружений СК (расположены рядом с сооружением стационарной водяной системы).

### *3.3.2. Система водоснабжения*

Источником водоснабжения СК является действующая система водоснабжения космодрома. Подача воды на СК осуществляется по двум водоводам от насосной станции космодрома. Стартовый комплекс оборудован системами объединенного хозяйственно-питьевого-противопожарного водопровода, оборотной системой водоснабжения и бытовой канализацией.

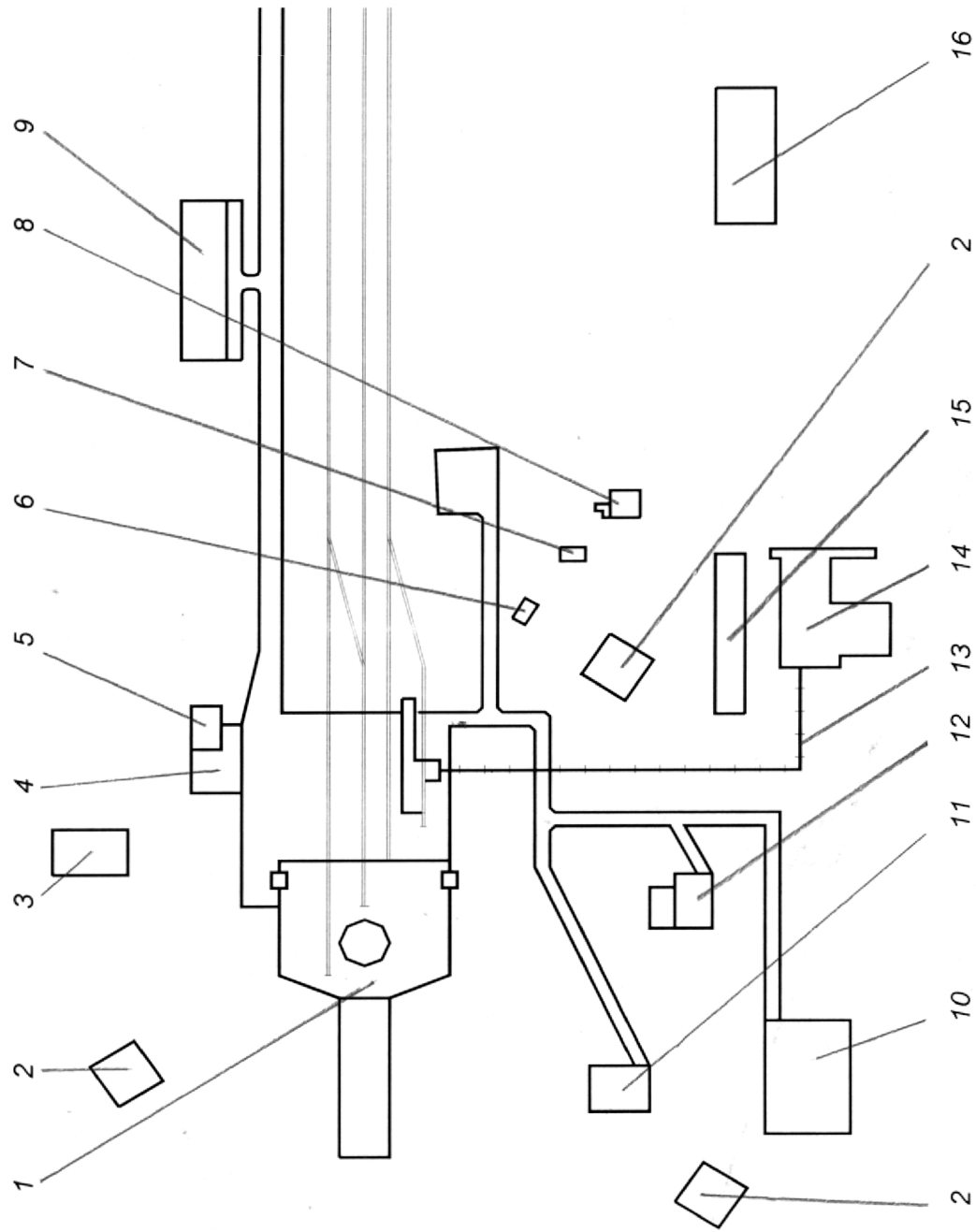
### *3.3.3. Связь и сигнализация*

Сооружения стартового комплекса оснащены следующими видами связи и сигнализации:

- шлемофонной (ШС) связью на 10 каналов от стационарного оборудования аппаратуры, установленной в узле связи СК;

- громкоговорящей (ГГС) связью оповещения от усилителей, четыре комплекта которых установлены в узле связи СК;

- телефонной связью, обеспечивающей связь по телефонным каналам внутри объекта и выход на другие площадки космодрома, а также на каналы министерства связи;



- 1 - стартовое сооружение
- 2 - осветительная мачта
- 3 - сооружение стационарной водяной системы
- 4 - ресиверная
- 5 - сооружение ЖСОТР
- 6 - пункт управления подготовкой РКН
- 7 - трансформаторная
- 8 - гелиевая компрессорная
- 9 - административное здание
- 10 - командный пункт технологических систем
- 11 - командный пункт КА и систем телеизмерений
- 12 - командный пункт РН
- 13 - эстакада жидкого кислорода и жидкого азота
- 14 - хранилище жидкого кислорода и жидкого азота
- 15 - технологический блок
- 16 - компрессорная станция

Рис. 3.1 – Схема стартового комплекса РКН «Союз»

– пожарной сигнализацией с выводом сигналов на приемно-контрольные устройства на командном пункте РН и передачей общих сигналов тревоги в пожарное депо космодрома;

– охранной сигнализацией с выводом сигналов на приемно-контрольные устройства командного пункта РН.

#### *3.3.4. Система теленаблюдения*

Система теленаблюдения предназначена для осуществления общего обзора СК и визуального контроля из сооружения командного пункта РН и сооружения командного пункта технологических систем за проведением работ по транспортировке и установке РКН, наблюдения за ходом подготовки к пуску, пуском РКН и ее полетом на начальном участке траектории.

### **3.4. Технологическое оборудование СК**

Технологическое оборудование СК обеспечивает:

- транспортирование РКН (РН «Союз» с КГЧ) с ТК РКН на СК;
- установку РКН в стартовую систему и последующий разворот в требуемый азимут пуска;
- обслуживание РКН в вертикальном положении;
- подстыковку к РКН электро-, пневмо-, гидрокоммуникаций и их отстыковку и отвод от РКН перед пуском;
- заправку РН компонентами топлива;
- подпитку РН жидким кислородом и жидким азотом;
- слив из баков РН компонентов топлива в случае несостоявшегося пуска и повторную заправку;
- получение сжатых газов (воздуха, азота) для обеспечения потребностей РКН и технологического оборудования СК;
- подачу сжатых газов (воздуха, азота, гелия) к потребителям;
- подачу электропитания на борт РН и КГЧ;
- дистанционное управление заправкой РН компонентами топлива;
- подогрев воздуха и азота и подачу их в отсеки РН для обогрева аппаратуры и приборов;
- термостатирование КГЧ;
- проверку систем РКН перед пуском;
- защиту РКН от газодинамического воздействия при запуске двигателей;
- пуск РКН;

– снятие РКН со стартовой системы и транспортирование на ТК РКН в случае несостоявшегося пуска.

Технологическое оборудование СК включает в себя:

– подъемно-транспортное оборудование – транспортно-установочный агрегат;

– стартовое оборудование;

– заправочное оборудование;

– оборудование систем газоснабжения;

– оборудование систем термостатирования РКН;

– оборудование систем обеспечения безопасности работ;

– оборудование систем дистанционного управления агрегатами и системами технологического оборудования.

### *3.4.1. Транспортно-установочный агрегат*

Транспортно-установочный агрегат (ТУА) обеспечивает:

– проведение работ по стыковке РН с КГЧ на ТК РКН;

– транспортирование РКН с ТК РКН на СК;

– подъем РКН в вертикальное положение и установку ее в стартовую систему;

– снятие РКН со стартовой системы в случае несостоявшегося пуска и транспортирование ее с СК на ТК РКН.

Транспортно-установочный агрегат (рис. 3.2) представляет собой платформу с самоходными железнодорожными тележками (с отключаемым на время транспортировки тепловозом электрическим приводом), на которой закреплены:

– стрела с установленными на ней запирающим механизмом крепления РКН;

– две боковые консоли (так называемые «крылья»), на которых шарнирно закреплены гидравлические опоры для подъема («вывешивания») и горизонтирования передней части агрегата. На левой консоли установлена кабина управления агрегатом;

– два винтовых механизма фиксации ТУА к закладным элементам стартового сооружения (так называемые механизмы доводки).

Стрела агрегата выполнена в виде сварной металлоконструкции и состоит из двух частей: самой стрелы и консоли. Консоль шарнирно закреплена на стреле и в рабочем положении запирается с помощью откидных замков, прижимающих консоль к упорам, имеющимся на

стреле. Стрела шарнирно крепится к раме. Подъем стрелы осуществляется механизмом подъема (гидродомкратом, шарнирно закрепленным на платформе агрегата и на стреле). На стреле имеется блокировочное устройство, обеспечивающее возможность включения механизма подъема только в двух случаях:

- при замкнутой консоли и закрытом верхнем захвате;
- при разомкнутой консоли и открытом верхнем захвате.

Для обеспечения этого в системе блокировки на стреле установлены конечные выключатели (у замка консоли и у захвата верхней опоры). В походном положении стрела крепится к платформе специальными гидравлическими замками.

Механизмы фиксации ТУА (механизмы доводки) предназначены для закрепления агрегата к закладным элементам стартового сооружения при установке (снятии) РКН, а также для продольного перемещения агрегата, вывешенного на гидроопорах, в пределах  $\pm 50$  мм. Каждый механизм фиксации представляет винтовую стяжку с ручным приводом, закрепленную одним концом с помощью пальца к платформе установщика, а другим концом с помощью быстросъемного пальца закрепляемую к закладному элементу (кронштейну) стартового сооружения. В походном положении механизмы фиксации закрепляются на платформе установщика в опорах.

Запирающий механизм стрелы предназначен для крепления РКН на стреле ТУА при транспортировке и установке в стартовую систему. Запирающий механизм состоит из нижней опоры, средней опоры, верхней опоры с захватом и механизма подвески. Ложементы опор имеют войлочные прокладки в месте укладки ракеты.

Нижняя опора предназначена для удержания на стреле установщика хвостовой части ракеты и состоит из двух ложементов, установленных на балке, крепящейся болтами на консоли стрелы. В ложементах нижней опоры установлены траверсы с фиксаторами, которые вворачиваются в резьбовые гнезда нижних боковых блоков РН, обеспечивая восприятие опорой осевых нагрузок при транспортировке. Шарнирное закрепление ложементов обеспечивает две степени свободы – отклонение в направлении продольной оси установщика и качание в поперечном направлении в пределах  $\pm 5^\circ$ . Оба эти движения обеспечивают точную укладку боковых блоков ракеты на ложементы нижней опоры. При транспортировке ракеты положение ложементов фиксируется винтовыми стяжками, исключая их покачивание на торсионах.

Средняя опора предназначена для создания подпора в направлении РН

и состоит из ложементов, трубы, рычага с грузом и основания, крепящегося на болтах к стреле установщика. Ложемент имеет возможность покачивания в поперечном относительно оси агрегата направлении.

Верхняя опора агрегата выполнена в виде «коромысла» с двумя ложементами. Задний ложемент опоры оборудован захватом клещевого типа, рычаги которого сводятся и разводятся с помощью специального электрического привода.

РКН на стреле ТУА лежит на ложементах нижней, средней и верхней опор и закреплена механизмом подвески. При этом средняя опора создает необходимый подпор для разгрузки корпуса ракеты.

При транспортировке ракеты осевые нагрузки воспринимаются механизмом подвески и нижней опорой, а радиальные – верхним захватом, нижней и средней опорами. При подъеме изделия в вертикальное положение нижняя опора воспринимает радиальные нагрузки (фиксаторы из резьбовых гнезд изделия вывернуты), допуская незначительное покачивание вдоль оси установщика; средняя опора создает подпор в направлении ракеты в начале подъема 6000 кг, убывающий по мере подъема в вертикальное положение до нуля; верхний захват воспринимает радиальные нагрузки; механизм подвески воспринимает осевую нагрузку.

Нижняя опора, верхний захват и средняя опора крепятся к стреле установщика болтами, что обеспечивает возможность легкого их демонтажа.

Гидросистема транспортно-установочного агрегата обеспечивает:

- подъем и опускание стрелы ТУА (с РКН или без нее);
- подъем (опускание) и горизонтирование передней части ТУА при установке РКН в стартовую систему, а также при снятии РКН.

Гидросистема состоит из насосной установки, гидродомкрата подъема стрелы, двух гидравлических опор, а также трубопроводов с установленной на них арматурой, связывающих между собой отдельные элементы гидросистемы.

Электрооборудование обеспечивает приведение в действие механизмов ТУА. Подключение электрооборудования ТУА к колонке систем электроснабжения ТК РКН и СК производится силовым кабелем, который в транспортном положении намотан на кабельную катушку.

#### Принцип работы ТУА

Транспортно-установочный агрегат с РКН транспортируется с ТК РКН на стартовый комплекс тепловозом. За 10-12 м до наезда головной тележки ТУА на поворотный круг стартовой системы транспортирование агрегата тепловозом прекращается и тепловоз с агрегатом (платформами) прикрываются и отцепляются и эвакуируются с СК. Производится стыковка рельсов

поворотного круга откидными рельсами с рельсами подъездного пути ТУА и подключение гибкого кабеля ТУА к колонке электросети СК. Снимаются винтовые стяжки фиксации нижней опоры ТУА и выворачиваются фиксаторы ее ложементов из резьбовых гнезд изделия.

Дальнейшее движение агрегата производится с помощью электропривода головной тележки до положения, при котором направляющие гидроопор будут расположены над роликами, установленными на поворотном круге стартовой системы. Гидроопоры ТУА опускаются на ролики и производится дальнейший наезд установщика на поворотный круг до тех пор, пока гидроопоры в вертикальном положении будут находиться над тарелками опорных клыков стартового сооружения. Производится выдвигание гидроопор до упора в тарели, закрепление ТУА механизмами доводки к закладным элементам стартового сооружения, подъем и горизонтирование передней части агрегата на гидроопорах. После этого механизмом подъема стрела с РКН поднимается в вертикальное положение и производится установка РКН в стартовую систему.

При установке РКН производится корректировка ее положения относительно верхнего силового пояса стартовой системы. Продольное перемещение ТУА с РКН производится стяжками механизмов доводки. Наклон РКН в продольном направлении производится гидродомкратом механизма подъема стрелы ТУА, наклон в поперечном направлении, подъем и опускание РКН – гидроопорами ТУА.

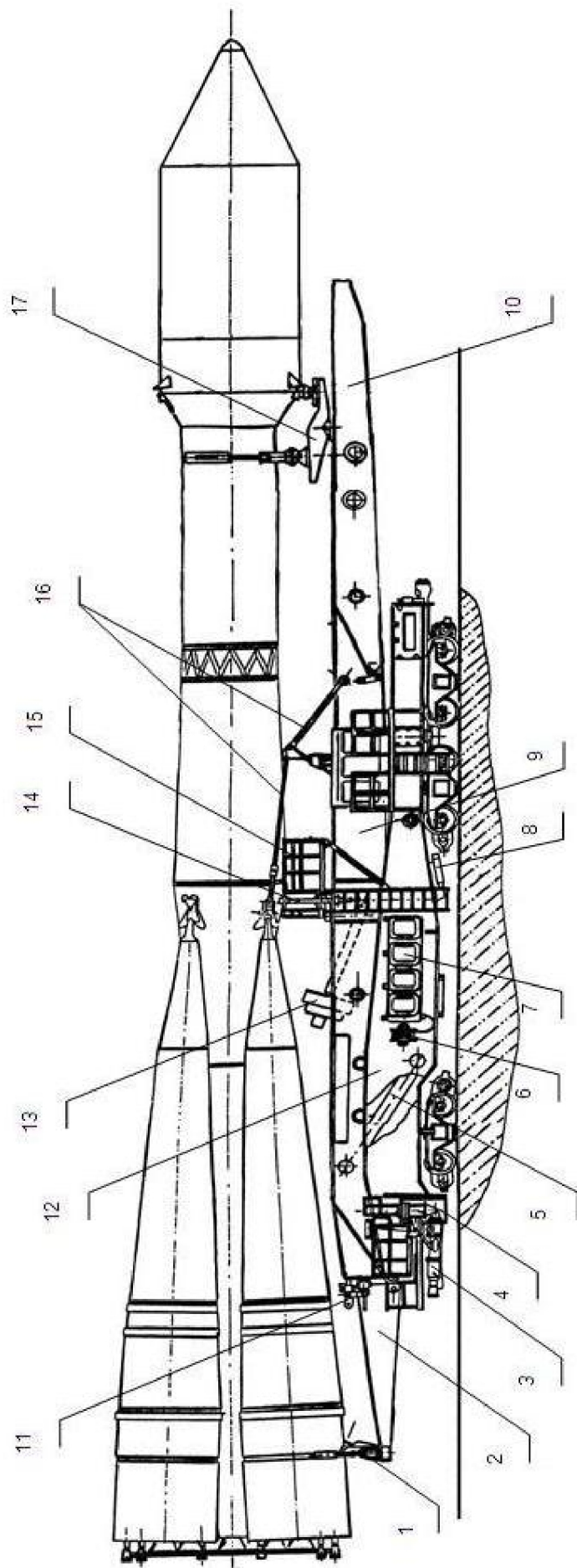
После установки РКН в стартовую систему производится раскрытие верхнего захвата, расфиксация замков консоли стрелы, отсоединение тяг механизма подвески с серьгами от ракеты и производится опускание стрелы до угла подъема стрелы  $20^\circ$ , после чего переднюю часть агрегата опускают на гидроопорах, отсоединяют механизмы доводки от закладных элементов стартового сооружения и закрепляют их на платформе агрегата. Затем ТУА с помощью электропривода головной тележки отводится с поворотного круга до тех пор, пока гидроопоры, опираясь на ролики, не встанут в горизонтальное положение, после чего гидроопоры закрепляют в походном положении. При дальнейшем отъезде ТУА с поворотного круга консоль стрелы, опираясь на специальные ролики, установленные на поворотном круге, поворачивается относительно оси вращения до упора в стрелу. Производится фиксация консоли стрелы замками и опускание стрелы в горизонтальное положение. Кабель агрегата отключается от электроколонки СК и ТУА тепловозом эвакуируется со стартового сооружения.

#### Погрузка ракеты на ТУА

Транспортно-установочный агрегат подается в МИК и затормаживается

ручным тормозом. Снимаются винтовые стяжки, фиксирующие вертикальное положение нижних опор. Снимаются предохранители с резьбы штырей нижней опоры, ослабляется крепление траверс в ложементы нижней опоры, раскрываются рычаги верхнего захвата. Освобождаются серьги механизма подвески от транспортного крепления к ложементу средней опоры. Пакет блоков А-Д РН перекалывается со стыковочного агрегата на расфиксированную нижнюю и зафиксированную среднюю опоры установщика. Штыри траверс нижней опоры, воспринимающие осевые нагрузки при транспортировке, вворачиваются в резьбовые гнезда нижних боковых блоков РН. Серьги механизма подвески закрепляются на РН и опломбируются.

После пристыковки к пакету блоков А-Д головного блока (блок III ступени+КГЧ) снимаются штанги фиксации средней опоры, после чего РН укладывается на верхнюю опору ТУА. Фиксируется положение ложемента нижней опоры и сводятся рычаги верхнего захвата. К ТУА прицепляется тепловоз с агрегатом прикрытия и поездом термостатирования (если в процессе транспортировки на СК требуется термостатирование КГЧ) или тепловоз с платформами прикрытия (если в процессе транспортировки на СК термостатирование КГЧ не требуется), и ТУА с РН транспортируется на стартовый комплекс.



6 – кабельная катушка; 7 – релейные шкафы; 8 – механизм доводки; 9 – стрела; 10 – удлинитель стрелы;  
 11 – механизм запирания консоли; 12 – платформа с ходовой частью; 13 – рычаг с грузом; 14 – средняя опора;  
 15 – площадка обслуживания; 16 – механизм подвески; 17 – верхняя опора

Рис. 3.2 Транспортно-установочный агрегат

### 3.4.2. Стартовая система

Стартовая система РКН «Союз» (рис. 3.3, 3.4, 3.5) уникальна по техническому решению схемы установки, удержания и пуска РКН в вертикально-подвешенном положении и представляет собой металлическую конструкцию, состоящую из неподвижной части (основания) и подвижной.

Неподвижная часть (установлена на козырьке стартового сооружения) состоит из двухниточного рельсового кольца (охватывает проём, переходящий в лоток для отвода газового потока при пуске РКН), гидропривода с редуктором, приводящими подвижную часть стартовой системы в движение по кругу, упорных роликов, предотвращающих смещение подвижной части в радиальном направлении, гидродомкратов со стопорами, фиксирующими подвижную часть стартовой системы относительно неподвижной после разворота в требуемый азимут.

Основу подвижной части стартовой системы составляет поворотный круг, собранный из отдельных стальных литых секторов, в каждом из которых смонтирован гидродомкрат подвески, опирающийся на каретку опорных катков и через них – на рельсовое кольцо неподвижной части ПУ. На внешней стороне поворотного круга смонтирован зубчатый венец, находящийся в постоянном зацеплении с ведущими шестернями редукторов гидропривода неподвижной части ПУ, и кольцевой рельс, с помощью которого поворотный круг обкатывается по упорным роликам неподвижной части стартовой системы.

На поворотном круге смонтированы остальные элементы поворотной части стартовой системы:

- четыре основания, установленные на секторах поворотного круга во взаимно перпендикулярных плоскостях. На каждом основании установлены несущая стрела (НС) и опорная ферма (ОФ) с сектором силового пояса. Номера оснований (I, II, III, IV) аналогичны номерам соответствующих им плоскостей стабилизации РКН;

- основание верхней кабельной мачты (ВКМ), установленное между основаниями II и III;

- четыре направляющих устройства (УН), установленные на внутренней поверхности поворотного круга в тех же плоскостях, в которых установлены основания НС и ОФ;

- две нижние кабельные мачты (НКМ), установленные на внутренней поверхности поворотного круга между плоскостями I и II (НКМ-I), III и IV (НКМ-III).

Кроме этого на поворотном круге установлены основания агрегатов

стартового оборудования, не входящих в стартовую систему:

- два основания колонн агрегата обслуживания, установленные на секторах поворотного круга в тех же плоскостях, в которых установлены нижние кабельные мачты стартовой системы;

- два основания кабель-заправочной мачты, установленные на секторах поворотного круга по обеим сторонам от основания верхней кабельной мачты стартовой системы.

Рельсы железнодорожного пути, по которому перемещается транспортно-установочный агрегат, проложены и на поворотном круге стартовой системы (между основаниями I и IV). Рельсы на поворотном круге имеют откидные участки для соединения с рельсами стартового сооружения.

Каждое основание НС и ОФ представляет собой стальную силовую конструкцию ферменного типа, облицованную металлическими листами. В каждом основании установлены гидродомкрат опорной фермы, электродомкрат несущей стрелы, насосная установка гидросистемы и другое оборудование.

Несущая стрела – пространственная сварная конструкция из стальных труб, по форме напоминающая две четырехугольные пирамиды, поставленные одна на другую, на фланцах которой установлены нижний и верхний оголовки. Нижний оголовок стрелы с помощью сферического подшипника соединен с шаровой осью опоры стрелы, установленной на основании. Опора стрелы обеспечивает восприятие усилий от несущей стрелы и передачу их на основание, а также передачу на НС вертикального движения от электродомкрата. Через верхний оголовок стрелы, изготовленный из закаленной легированной стали, вес РКН передается на несущую стрелу. Кроме того, верхний оголовок НС обеспечивает удержание РКН от боковых перемещений при ее нахождении в стартовой системе и направляет движение РКН на начальном участке движения при старте.

Опорная ферма представляет собой сварную металлоконструкцию из труб, нижняя часть которой оканчивается двумя опорами, установленными на основании. В нижней части опорной фермы, параллельно ее оси поворота, расположен противовес (грузодержатель с грузами). Вверху опорная ферма оканчивается площадкой, на которую установлен сектор силового пояса.

Сектор силового пояса сварной конструкции; в него встроен механизм растяжки, а на секторе расположен механизм перемещения (оба механизма с ручными приводами), пульт местного управления электродомкратами с размещенным на нем аппаратом управления и сигнализации электроприборов электродомкрата.

Механизм растяжки соединяет верхний оголовок несущей стрелы с сектором силового пояса, обеспечивая передачу на конструкцию верхнего силового пояса горизонтальной составляющей нагрузки на несущую стрелу от веса РКН. Кроме этого механизм растяжки обеспечивает перемещение верхней части несущей стрелы для заведения ее оголовка в «карман» силового конуса бокового блока при установке РКН.

Механизм перемещения служит для поперечного перемещения верхних оголовков несущих стрел при установке ракеты и удержания оголовков от поперечных перемещений.

Направляющие устройства сварены из металлических труб и листовой стали, в нижней части каждого устройства установлены направляющая головка с захватом и ловитель электроразъемов РН; два направляющих устройства (УН-II и УН-IV) имеют боковые кронштейны со стопорами для поддержания нижних кабельных мачт (НКМ-I и НКМ-III соответственно). Захваты направляющих головок УН обеспечивают фиксацию хвостовой части РКН и ее направление на начальном участке движения РКН при пуске. Установка направляющих устройств в рабочее положение осуществляется с помощью установленных в поворотном круге гидродомкратов–тормозов, которые служат также для плавного торможения и безударного останова при отбросе направляющих устройств из рабочего положения в исходное при пуске.

Верхняя и нижние кабельные мачты представляют собой сварные конструкции, выполненные из труб и листовой стали; предназначены для подвода к РН кабельных коммуникаций с электроразъемами, обеспечивающих питание электроэнергией РКН до её пуска от наземных источников, а также связь I-II ступеней РН с наземным проверочно-пусковым оборудованием. Нижние кабельные мачты устанавливаются в рабочее положение с помощью смонтированных в поворотном круге гидродомкратов-тормозов и закрепляются в этом положении к боковым кронштейнам направляющих устройств с помощью специальных стопоров, что фиксирует их положение в пространстве. Верхняя кабельная мачта в рабочее положение подводится с помощью гидродомкрата, установленного в основании верхней кабельной мачты.

Для торможения опорных ферм и верхней кабельной мачты, отходящих в процессе пуска РКН под действием противовесов, предусмотрены специальные буферы, прикрепленные к основаниям I, II, III и IV и к основанию верхней кабельной мачты.

Для отстыковки и отвода электроразъемов I-II ступеней РН при пуске на рамах УН и на НКМ предусмотрены специальные ловители, а на ВКМ –

пружинные механизмы отвода. Ловители направляющих устройств и нижних кабельных мачт представляют собой металлические короба с крышками, в которых располагаются отрывные гнезда электроразъемов с кабелями.

Вращение поворотной части стартовой системы, необходимое для совмещения рельсов на поворотном круге с рельсами стартового сооружения для наезда установщика, а также для поворота РКН при прицеливании, осуществляется с помощью привода поворотного круга. Привод поворотного круга (ПК) стартовой системы состоит из насосной установки и двух гидромоторов с редукторами, смонтированных на отметке «минус 2,0 м» в двух диаметрально противоположных точках, и обеспечивает вращение поворотного круга, для чего шестерни редукторов соединены с зубчатым венцом на боковой поверхности ПК.

В упорный кольцевой рельс над зубчатым венцом ПК упираются упорные ролики (всего 20 шт.), закрепленные на фундаменте вокруг ПК, чем предотвращается смещение поворотной части стартовой системы в горизонтальной плоскости при ее вращении.

Поворотный круг опирается на 96 катков с гидравлической подвеской. Равномерность распределения нагрузки на опорные катки через гидроцилиндры подвески достигается общей гидросистемой.

Из общего числа катков, находящихся на опорном рельсовом кольце, 16 катков, расположенных группами по 4 катка под каждым основанием НС и ОФ, предназначены для наклона ПК относительно горизонта по двум взаимноперпендикулярным направлениям, чем обеспечивается вертикализация РКН. Эти катки имеют гидроцилиндры подвески, которые выделены в самостоятельные системы, каждая из которых имеет насос для перекачивания рабочей жидкости из одной пары гидроцилиндров подвески в другую пару, расположенную диаметрально противоположно первой, вследствие чего происходит наклон ПК в одном направлении.

Все усилия от веса поворотной части с РКН воспринимаются остальными 80 катками гидроподвески. Катки, предназначенные для вертикализации, воспринимают только усилия от моментов, опрокидывающих поворотную часть агрегата (моменты от ветровой нагрузки, неравномерности распределения нагрузки на ПК и т.д.).

Стартовая система имеет систему управления и сигнализации силового электрооборудования, электросистему управления гидроприводами, систему контроля положения основных узлов агрегата, а также снабжена телефонной связью и системой освещения.

В каждом из 4-х оснований размещен силоизмерительный прибор,

предназначенный для определения усилий, приходящих на несущие стрелы от массы РКН.

Пульт управления разворотом поворотного круга (имеющий шкалы для грубого и точного отсчета угла поворота) и щит управления гидродомкратами подвески поворотного круга расположены в железобетонном сооружении командного пункта стартовой системы (так называемом «утюге»), расположенном на «нулевой» отметке стартового сооружения с левой стороны от подъездного пути для ТУА.

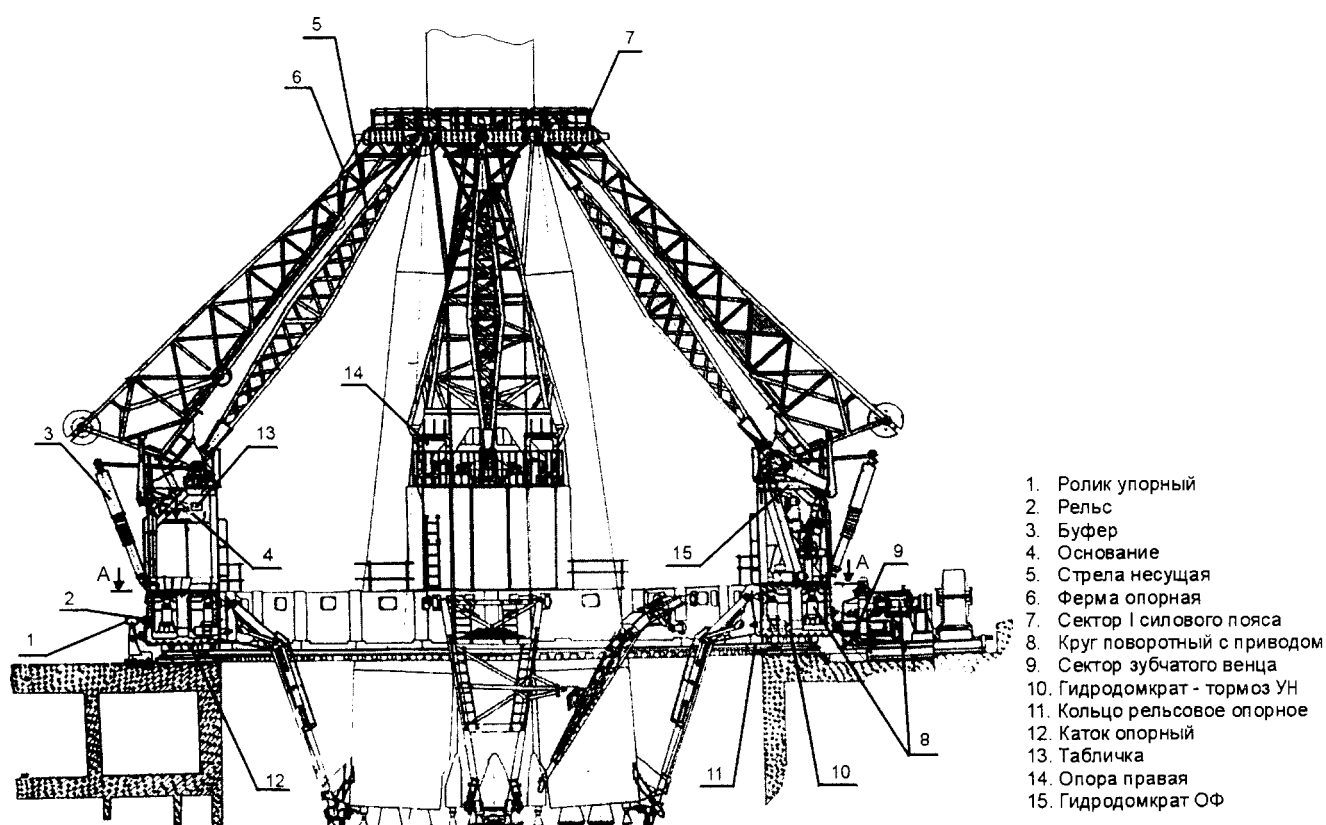


Рис. 3.3 – Стартовая система

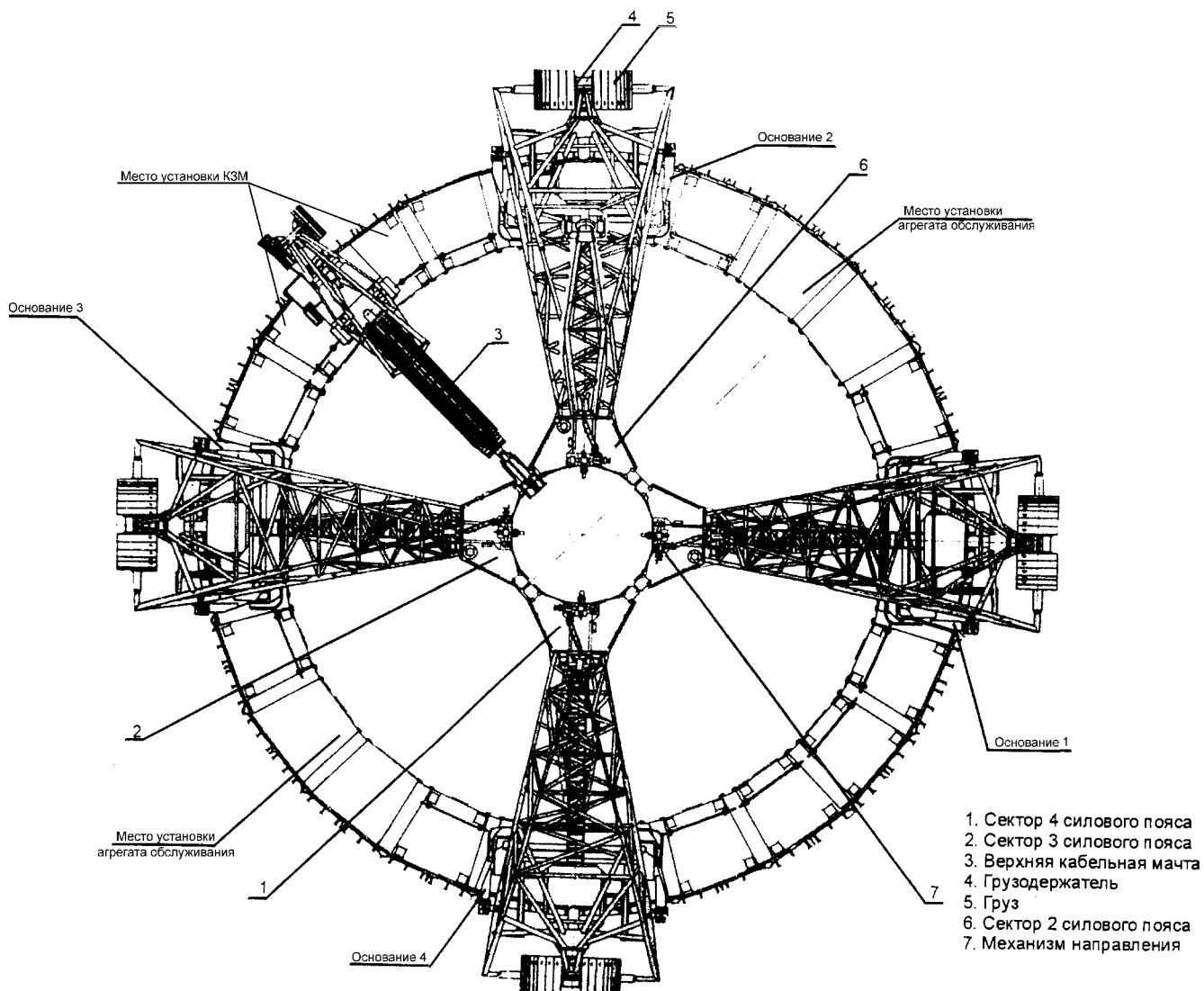


Рис. 3.4 - Стартовая система

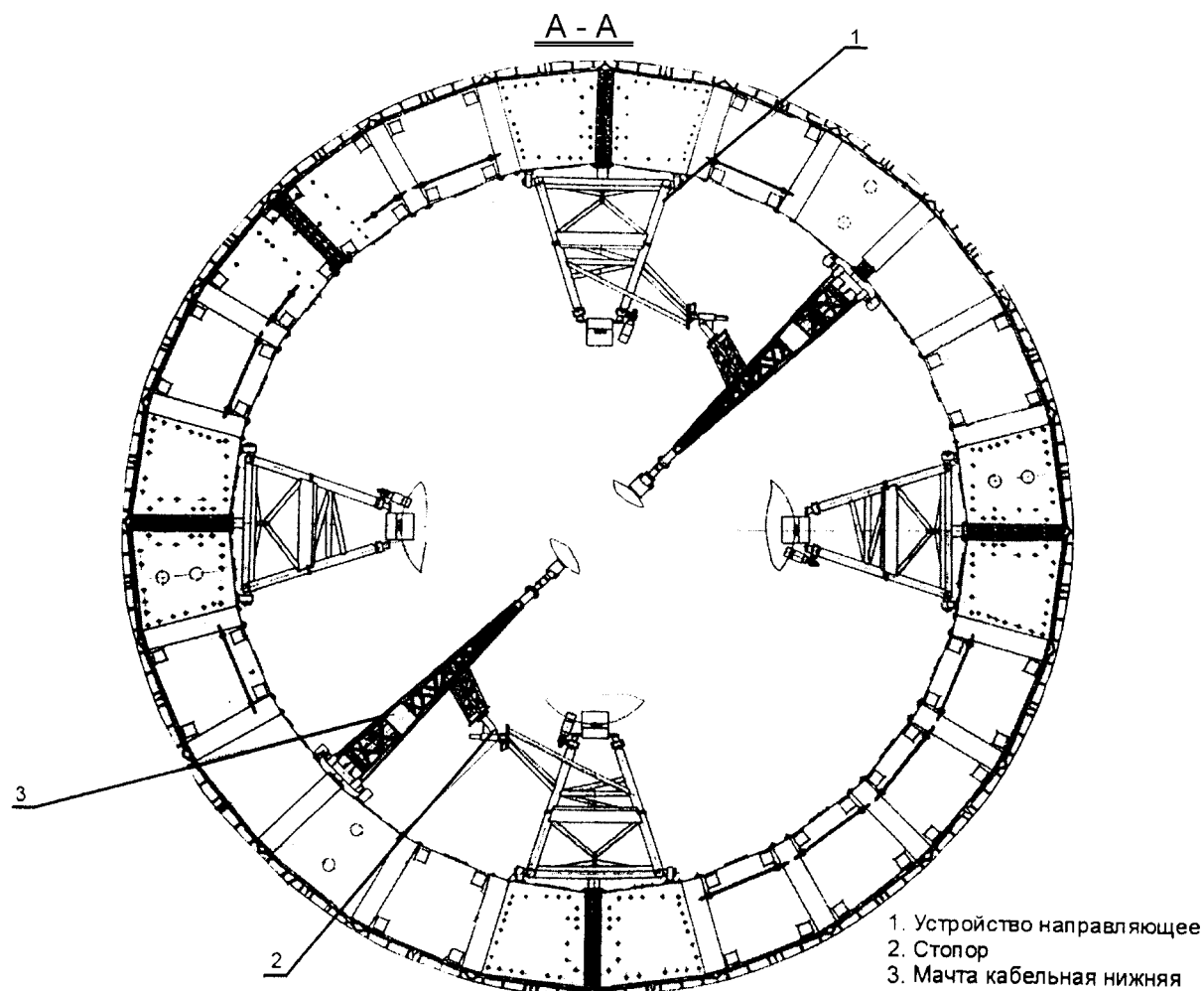


Рис. 3.5 - Стартовая система

### 3.4.3. Агрегат обслуживания

Агрегат обслуживания (рис. 3.6) представляет собой две колонны ферменной конструкции, шарнирно закрепленные на основаниях, установленных на поворотном круге стартовой системы. На колоннах установлены площадки обслуживания, которые после подъема колонн в вертикальное положение образуют круговые балконы, охватывающие РКН в требуемых зонах. Каждая колонна является также шахтой грузопассажирского лифта, обеспечивающего доставку оборудования и обслуживающего персонала на площадки обслуживания и космонавтов к посадочной кабине (при пилотируемых полетах). Агрегат обслуживания

оборудован гидросистемой, которая с помощью гидродомкратов обеспечивает подведение колонн агрегата к РКН после ее установки в стартовую систему, а также перевод колонн из вертикального положения в горизонтальное перед пуском РКН.

Основание предназначено для крепления агрегата обслуживания к тубингам поворотного круга стартовой системы и представляет собой раму, сваренную из листовой стали, с лапами, которыми основание крепится к тубингам поворотного круга. На основании крепится стрела агрегата и гидродомкрат. На поперечных балках основания крепится рама лебедки грузопассажирского лифта.

Стрела предназначена для крепления на ней колонны и передачи усилий гидродомкрата и представляет собой цельносварную конструкцию. Две продольных балки стрелы, коробчатого сечения, соединены между собой поперечными балками и ромбическими раскосами. В нижней части стрелы имеются отверстия для крепления ее к основанию. В центральной части стрелы имеются две поперечные балки, соединенные кронштейнами с втулками для крепления гидродомкрата. В верхней и нижней частях стрелы имеются отверстия для крепления колонны.

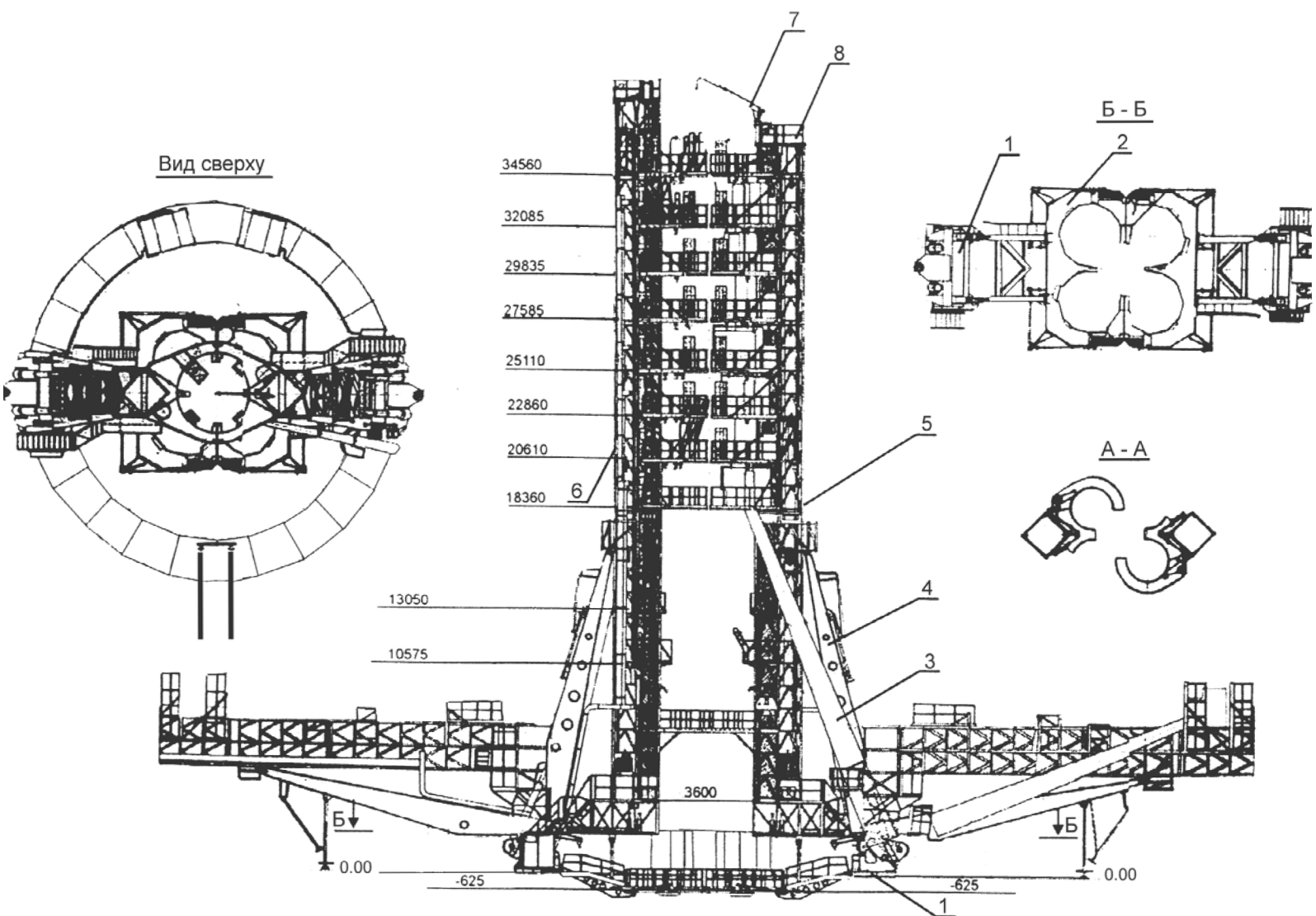
Два кронштейна на нижнем поясе продольных балок служат для крепления опорной стойки, являющейся опорой стрелы при горизонтальном положении колонны (стойка представляет собой трубчатую раму с опорными тарелками, регулируемые по высоте).

Колонны служат для крепления площадок, лестниц и являются шахтой лифта. В шахте имеются двери для выхода из лифта на площадки. Шахта лифта защищена проволочной сеткой. Каждая колонна представляет собой трубчатую ферму квадратного сечения, состоящую из последовательно соединенных основания, служащего для крепления колонны к стреле, четырех секций и оголовка.

Оголовок колонны представляет собой трубчатую ферму и служит для размещения механизмов лифта. На оголовке правой колонны установлен съемный кран грузоподъемностью 150 кг, предназначенный для подъема различных приборов и грузов, установки и съема мягкого термочехла КГЧ, а также специальных работ при обслуживании РКН. Площадки обслуживания размещены на двенадцати различных уровнях, расстояние между площадками от 2,5 до 3,0 м.

Агрегат обслуживания обеспечивает безопасную работу по обслуживанию РКН, находящейся в стартовой системе, при любых

метеорологических условиях и при ветре до 20 м/с. Подъем и опускание колонн агрегата может производиться при ветре до 15 м/с.



1-основание; 2-нижняя площадка; 3-светопровод; 5 –стрела; 6 –колонна левая; 7 –кран г\п 150 кг; 8-оголовок колонны

Рис. 3.6 - Агрегат обслуживания

#### *3.4.4. Кабина обслуживания*

Кабина обслуживания (рис. 3.7, 3.8, 3.9) предназначена для обслуживания хвостовой части ракеты космического назначения, установленной в стартовую систему, а также горловин заправочного коллектора и элементов других систем технологического оборудования, располагаемых на стенке шахты стартового сооружения. Кабина представляет собой передвижную платформу с поворотным кругом, на котором установлены выдвигаемые телескопически (с помощью гидропривода и полиспастной системы) колонны с площадками, образующими два яруса обслуживания. Поворотный круг опирается на расположенные по внутренней кольцевой части платформы катки; необходимая ориентация поворотного круга относительно РКН обеспечивается механизмом поворота. Выдвижение телескопических колонн и подъем площадок обслуживания осуществляется четырьмя гидравлическими домкратами посредством полиспаста, фиксация в рабочем положении – гидравлическими стопорами.

Перед пуском РКН площадки опускаются и кабина отводится в нишу стартового сооружения по подвесному рельсовому пути с помощью собственного электропривода. Защита кабины обслуживания от воздействия газовой струи двигателей стартующей РКН обеспечивается теплозащитной шторой, установленной на платформе кабины и закрывающей проем ниши стартового сооружения после отвода в нее кабины.

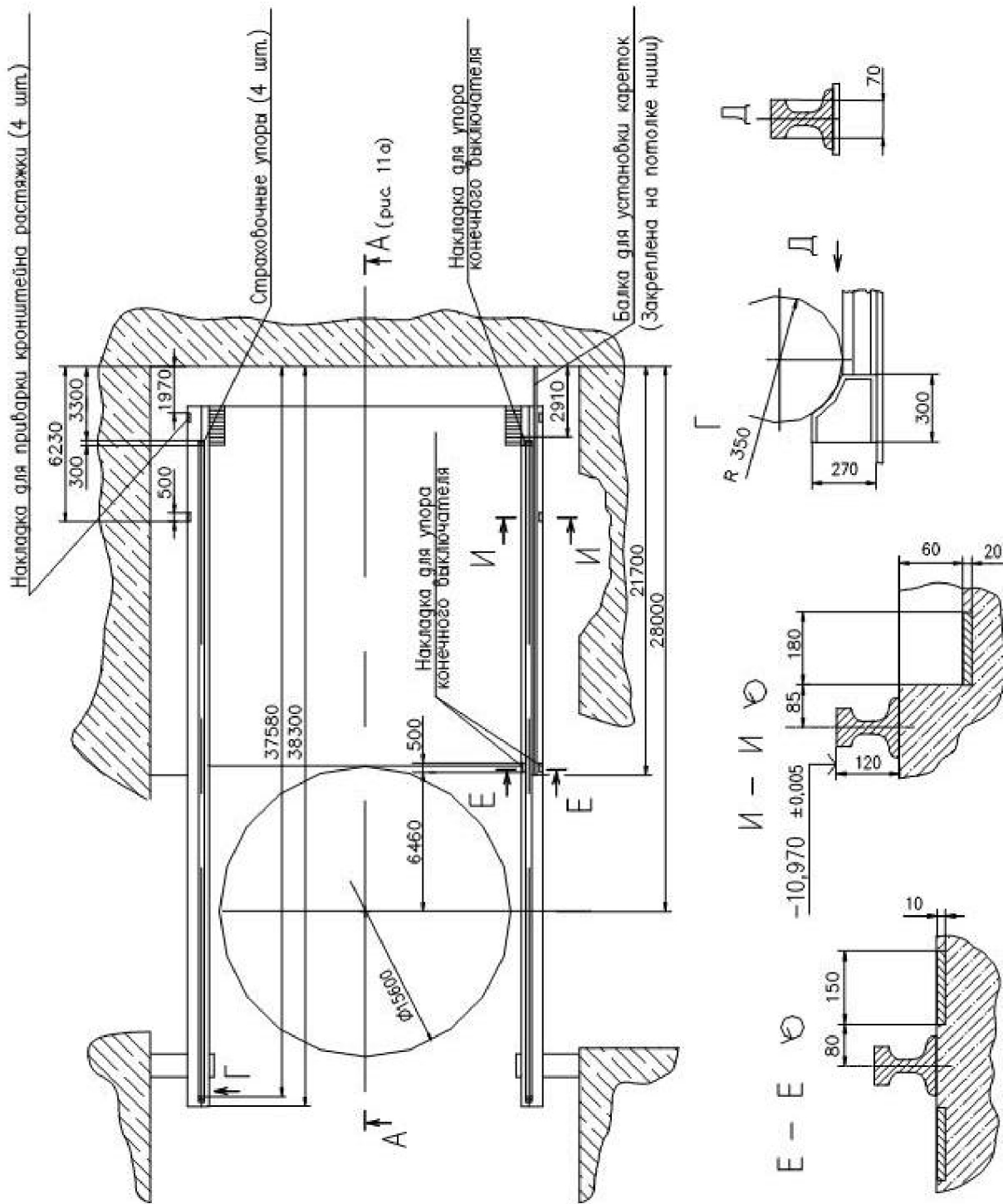


Рис. 3.7 – Размещение кабины обслуживания в стартовом сооружении

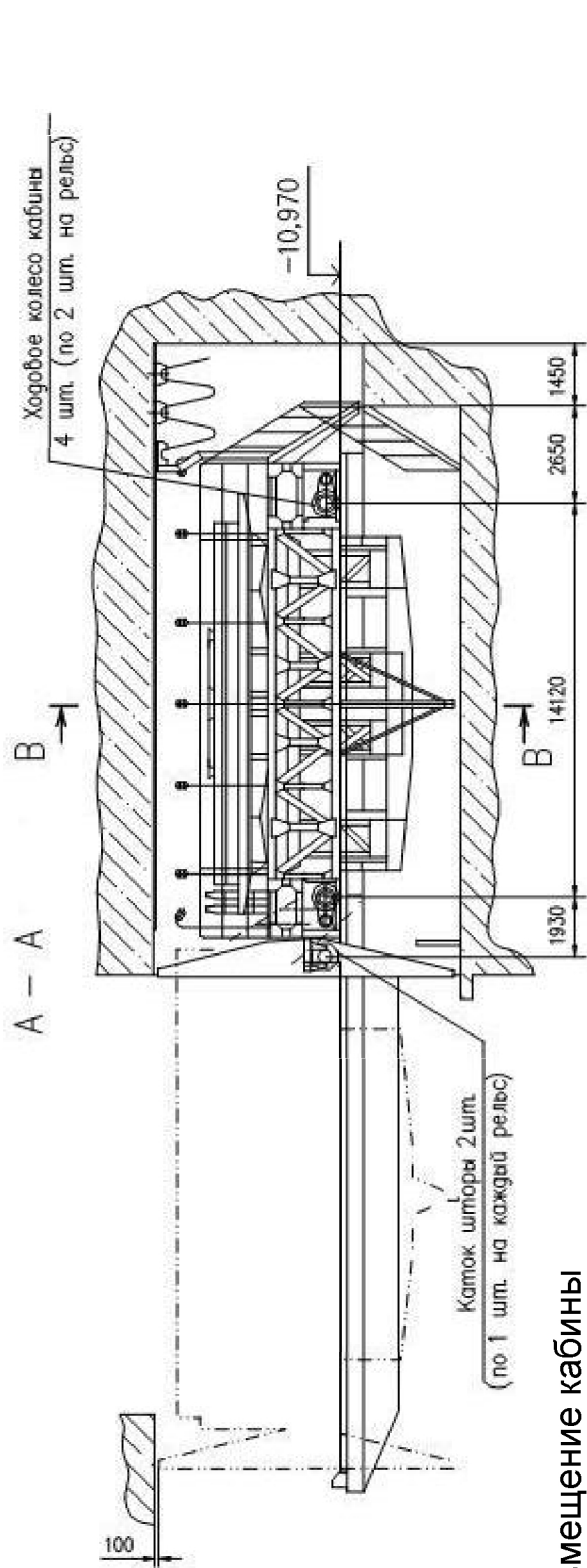


Рис. 3.8 – Размещение кабины обслуживания в стартовом сооружении

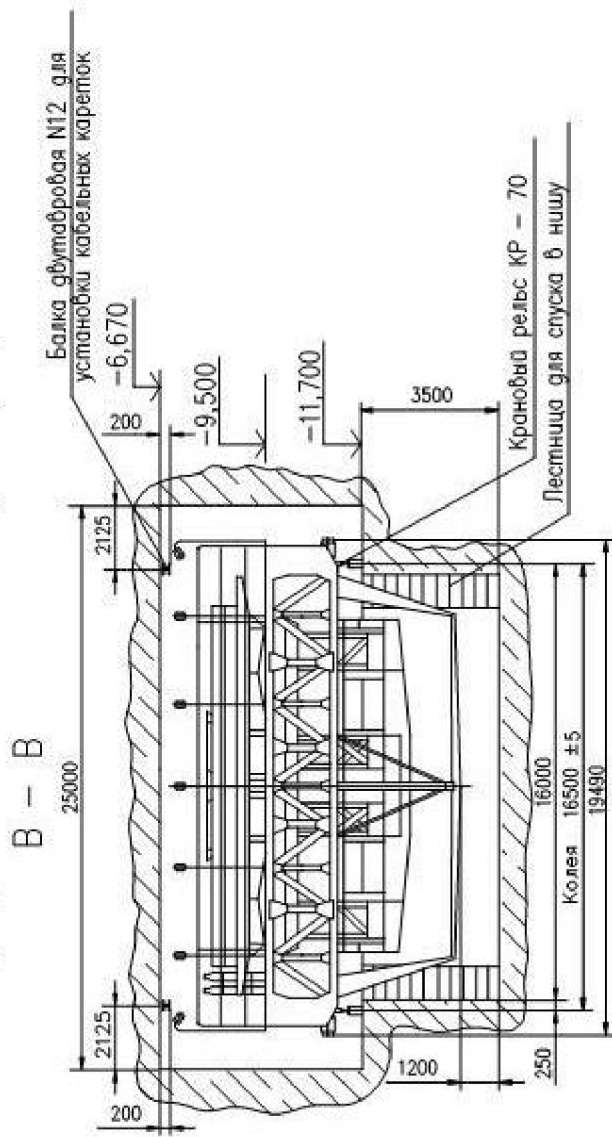


Рис. 3.9 – Размещение кабины обслуживания в стартовом сооружении

### 3.4.5. Кабель-заправочная мачта

Кабель-заправочная мачта (рис. 3.10) предназначена для подвода к III ступени РН и КГЧ кабельных и пневмогидравлических коммуникаций технологического оборудования, обеспечивающих питание электроэнергией, заправку компонентами топлива и сжатыми газами, а также связь с наземным контрольно-проверочным и проверочно-пусковым оборудованием. Конструктивно кабель-заправочная мачта представляет собой металлическую конструкцию ферменного типа, шарнирно закрепленную на двух основаниях, установленных на поворотном круге стартовой системы.

Поворотная часть мачты состоит из двух ферм мачты, мачты верхней и мачты ловителей. В состав мачты входит также комплект ловителей и устройств отвода отстыковываемых при пуске элементов связей «земля-борт» РКН (электроразъемов, пневмоколодок, наполнительных соединений).

Подъем мачты в рабочее положение и отвод в исходное перед установкой РКН осуществляется гидродомкратами, входящими в систему гидропривода мачты. Управление подъемом и опусканием мачты (управление гидроприводом) осуществляется со специального пульта, размещенного в основании «II» стартовой системы.

Отброс мачты из рабочего положения происходит под действием противовеса, торможение и остановка мачты при отбросе осуществляется буферным устройством. Угол отброса мачты составляет 40°.

Поворотная часть мачты в рабочем положении фиксируется либо двумя фиксаторами (на период подготовки РКН к пуску), либо специальным замком с электромеханическим приводом (при пуске).

Отброс мачты при пуске производится по команде «Земля-борт» после получения сигнала на открытие замка из системы дистанционного управления заправкой (сигнал формируется системой после получения суммы сигналов об отстыковке всех связей «земля-борт» от III ступени РН и КГЧ).

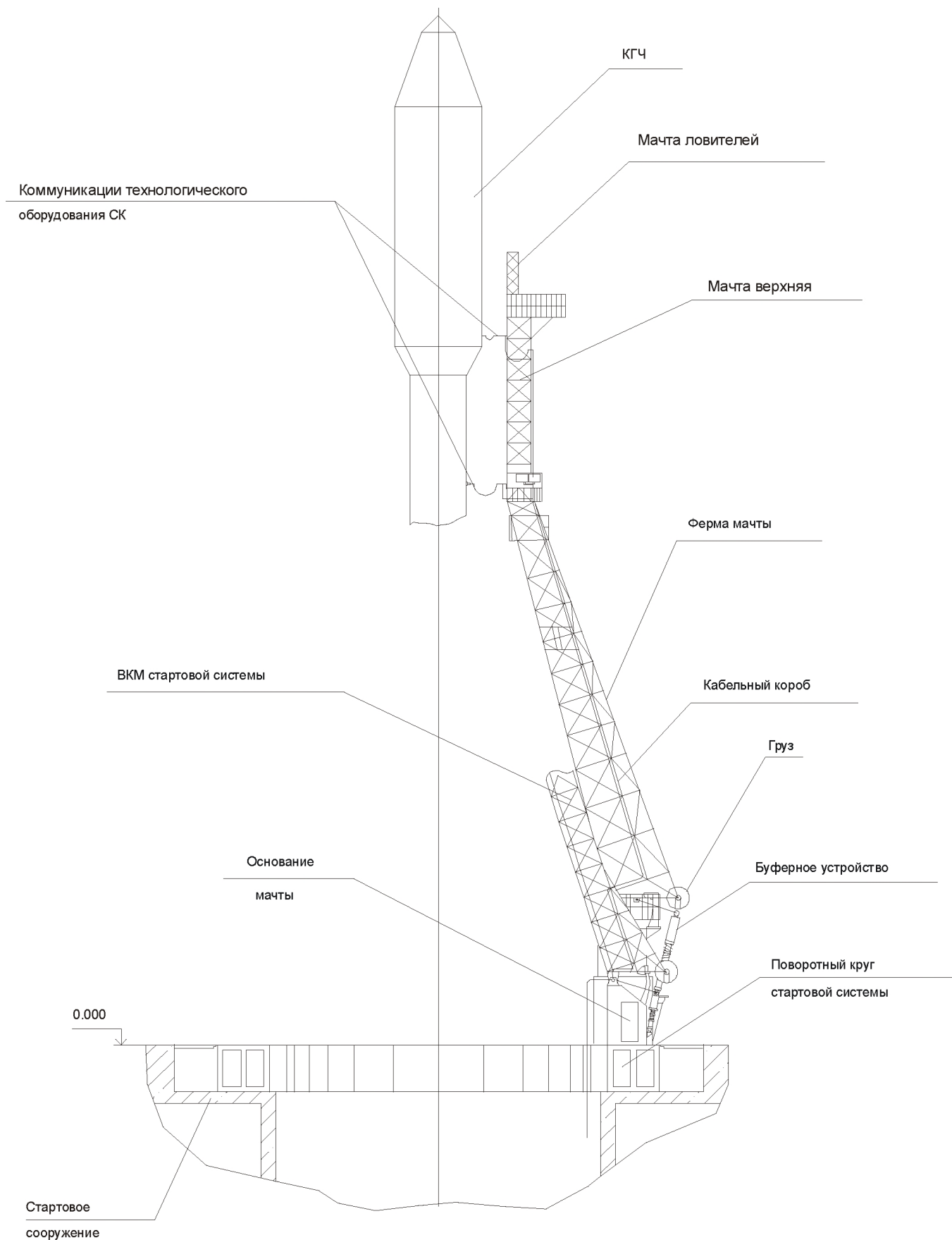


Рис. 3.10 – Кабель-заправочная мачта

### 3.4.6. Заправочное оборудование

В состав заправочного оборудования стартового комплекса РКН «Союз» входят:

- система заправки и подпитки РН жидким кислородом;
- система заправки и подпитки блоков А÷Д РН жидким азотом;
- система заправки РН горючим;
- система заправки блоков А÷Д РН высококонцентрированным пероксидом водорода (ВПВ).

#### 3.4.6.1. Система заправки жидким кислородом

Система заправки жидким кислородом предназначена для заправки баков блоков А, Б, В, Г, Д, И РН жидким кислородом (продукт 099).

Система обеспечивает проведение следующих технологических операций:

- хранение жидкого кислорода в резервуарах хранилища;
- ручную стыковку наземных коммуникаций системы к заправочным горловинам РН;
- охлаждение коммуникаций системы и баков РН;
- заправку баков блоков РН жидким кислородом;
- подпитку баков блоков РН жидким кислородом;
- дренаж жидкого кислорода из коммуникаций системы перед их отстыковкой от баков РН;
- ручную отстыковку наземных коммуникаций системы от заправочных горловин блоков А÷Д, автоматическую отстыковку и отвод наземных коммуникаций системы от заправочной горловины блока И;
- прием жидкого кислорода из баков РН в резервуары хранилища при сливе его из баков РН.

Принципиальная схема системы приведена на рисунке 3.11.

В состав системы входят:

- хранилище жидкого кислорода;
- четыре электронасоса с обвязкой и арматурой для выдачи жидкого кислорода из резервуаров хранилища в коммуникации системы;
- испаритель жидкого кислорода, обеспечивающий наддув газообразным кислородом резервуаров хранилища;
- криогенные (с экранно-вакуумной изоляцией) и некриогенные трубопроводы с ручной и дистанционно-управляемой арматурой и фильтрами;

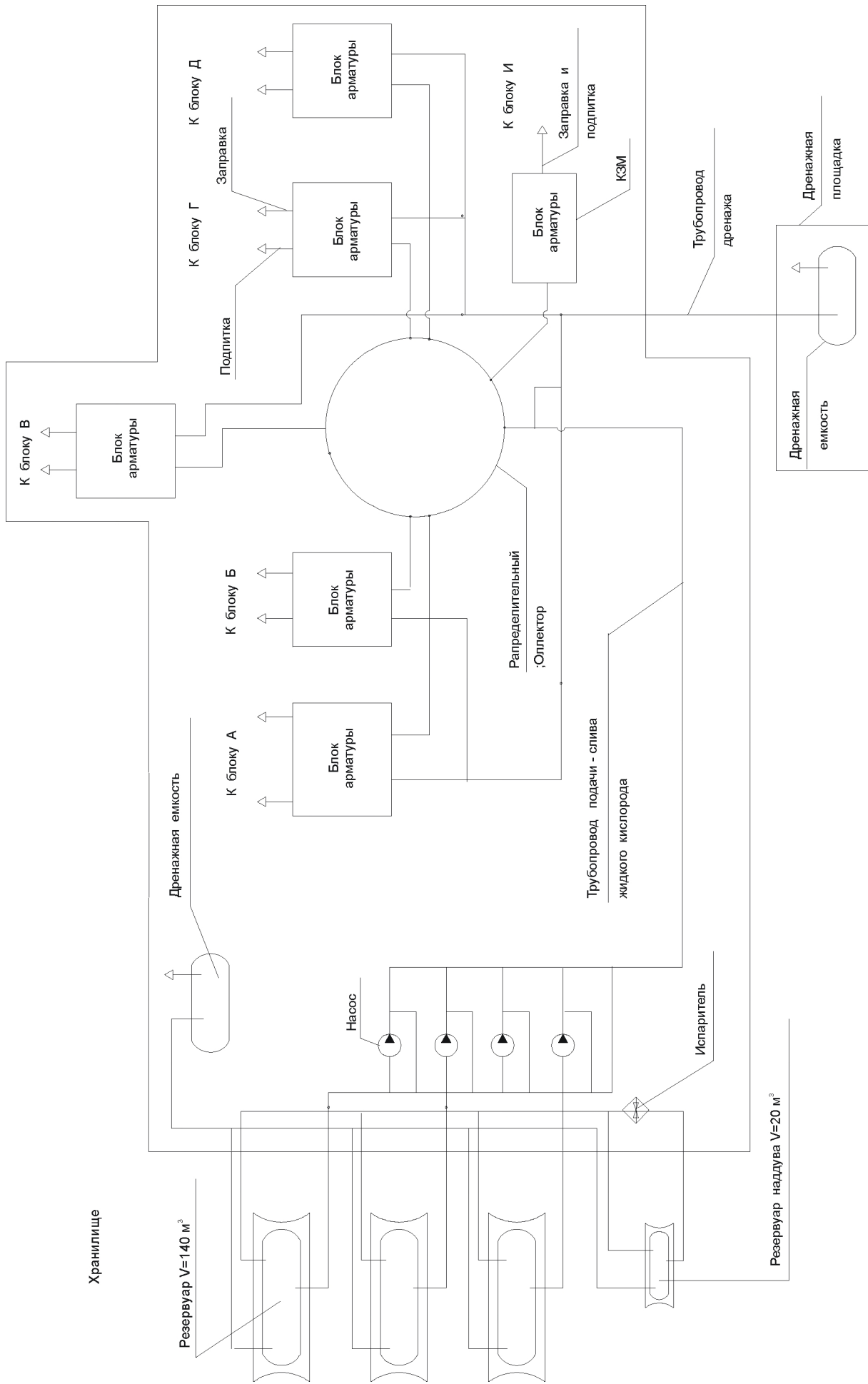


Рис. 3.11 – Принципиальная схема системы заправки жидким азотом

- кольцевой распределительный коллектор с обвязкой, блоками клапанов и узлами стыковки с баками блоков А, Б, В, Г, Д РН (для каждого блока предназначен отдельный блок клапанов);
- блок клапанов для заправки-подпитки бака блока И РН;
- средства подачи управляющего воздуха и технологических газов;
- средства измерения и контроля параметров жидкого кислорода;
- средства вакуумирования теплоизоляционных полостей оборудования;
- комплект ЗИП.

Основные технологические операции (захолаживание магистралей системы и баков РН, заправка и подпитка баков РН, слив из баков РН) осуществляются в дистанционно-автоматическом режиме с обеспечением приоритета ручного вмешательства.

#### *3.4.6.2. Система заправки жидким азотом*

Система предназначена для заправки и подпитки баков РН жидким азотом (продукт 100).

Система обеспечивает проведение следующих операций:

- ручную стыковку наземных коммуникаций системы к блокам А÷Д РН;
- захолаживание наземных коммуникаций и баков РН;
- заправку баков блоков А, Б, В, Г, Д РН жидким азотом;
- подпитку баков блоков А, Б, В, Г, Д РН жидким азотом;
- дренаж жидкого азота из коммуникаций системы;
- слив жидкого азота из баков блоков А, Б, В, Г, Д в дренажные коммуникации системы.

Принципиальная схема системы приведена на рисунке 3.12.

В состав системы входит следующее оборудование:

- хранилище жидкого азота;
- трубопроводы с ручной и дистанционно-управляемой арматурой, фильтрами;
- кольцевой распределительный коллектор с обвязкой, блоками клапанов и узлами стыковки с РН;
- оборудование дренажной площадки, включающее в себя дренажный резервуар для приема жидкого азота из коммуникаций системы стартового сооружения и баков РН при сливе;
- средства пневмоуправления и подачи регламентных газов;
- средства измерения и контроля технологических параметров;
- комплект ЗИП.

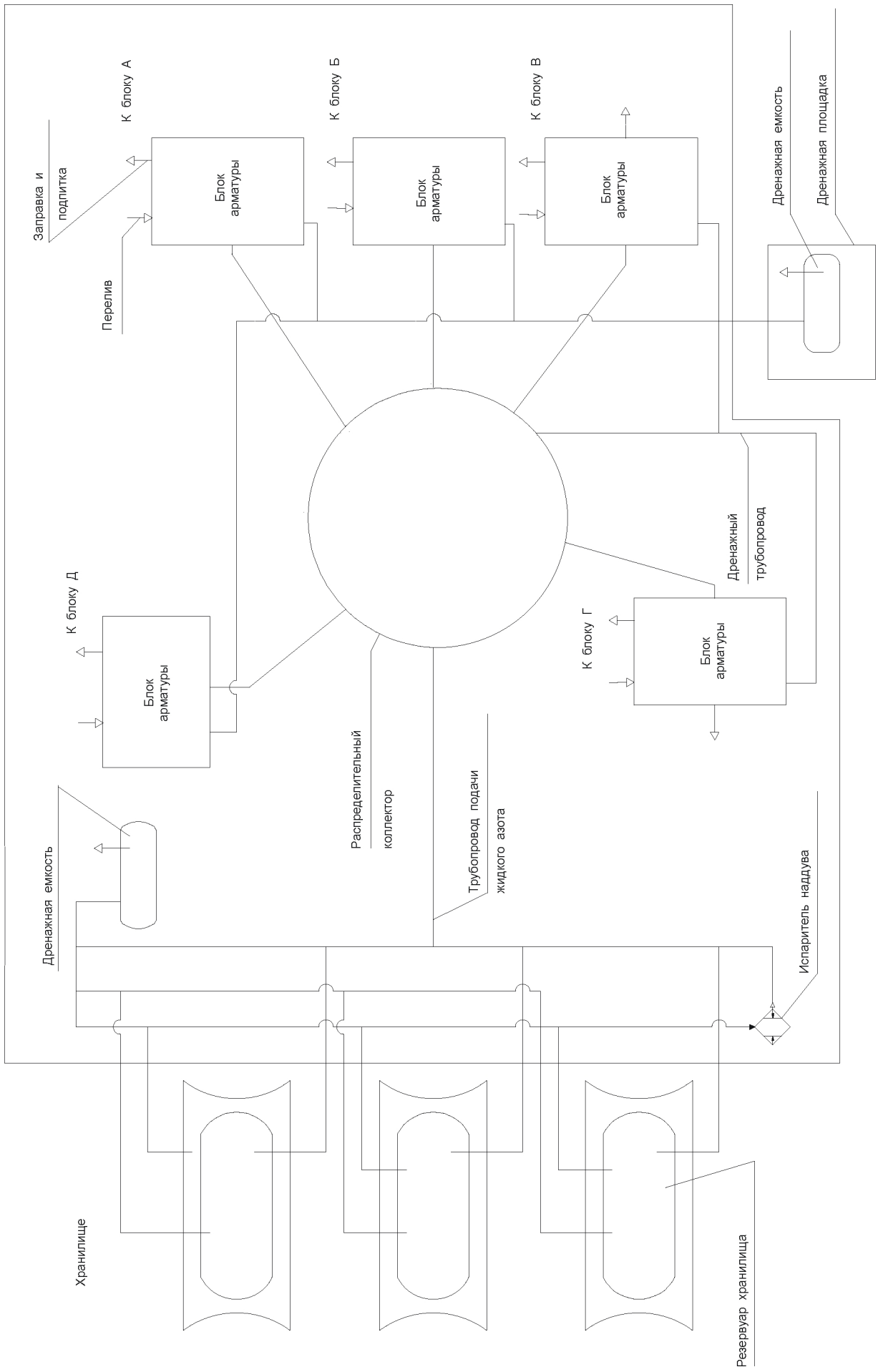


Рис. 3.12 – Принципиальная схема системы заправки жидким азотом

Для обслуживания системы используется оборудование средств вакуумирования и проведения регламентных работ системы заправки жидким кислородом.

Основные технологические операции (захолаживание магистралей системы и баков РН, заправка и подпитка баков РН, слив из баков РН) осуществляются в дистанционном автоматизированном режиме с обеспечением приоритета ручного вмешательства.

#### *3.4.6.3. Система заправки горючим*

Система заправки горючим предназначена для заправки баков блоков А÷Д, И РН керосином.

Система обеспечивает:

- ручную стыковку заправочных коммуникаций системы к заправочным горловинам РН;
- прием горючего из агрегатов заправки (автомобильного и железнодорожного) в процессе заправки РН;
- параллельную и последовательную заправку баков блоков А÷Д, И РН;
- слив керосина из баков РН в агрегаты заправки и повторную заправку баков РН;
- ручную отстыковку наземных коммуникаций системы от заправочных горловин блоков А÷Д, автоматическую отстыковку и отвод наземных коммуникаций системы от заправочной горловины блока И.

Принципиальная схема системы приведена на рисунке 3.13.

В состав системы входит следующее оборудование:

- железнодорожный заправщик горючего;
- автомобильный заправщик (используется в случае необходимости заправки верхнего блока (блок И) РН термостатированным горючим);
- две заправочные колонки для приема керосина от агрегатов заправки;
- блоки арматуры;
- блок фильтров;
- сливная емкость;
- трубопроводы;
- съемные коммуникации (металлорукава) с устройствами стыковки;
- комплект ЗИП.

Блоки арматуры, обеспечивающие требуемые режимы заправки баков РН, трубопроводы и сливная емкость с коммуникациями для приема горючего из заправочных коммуникаций и трубопроводов при их дренаже

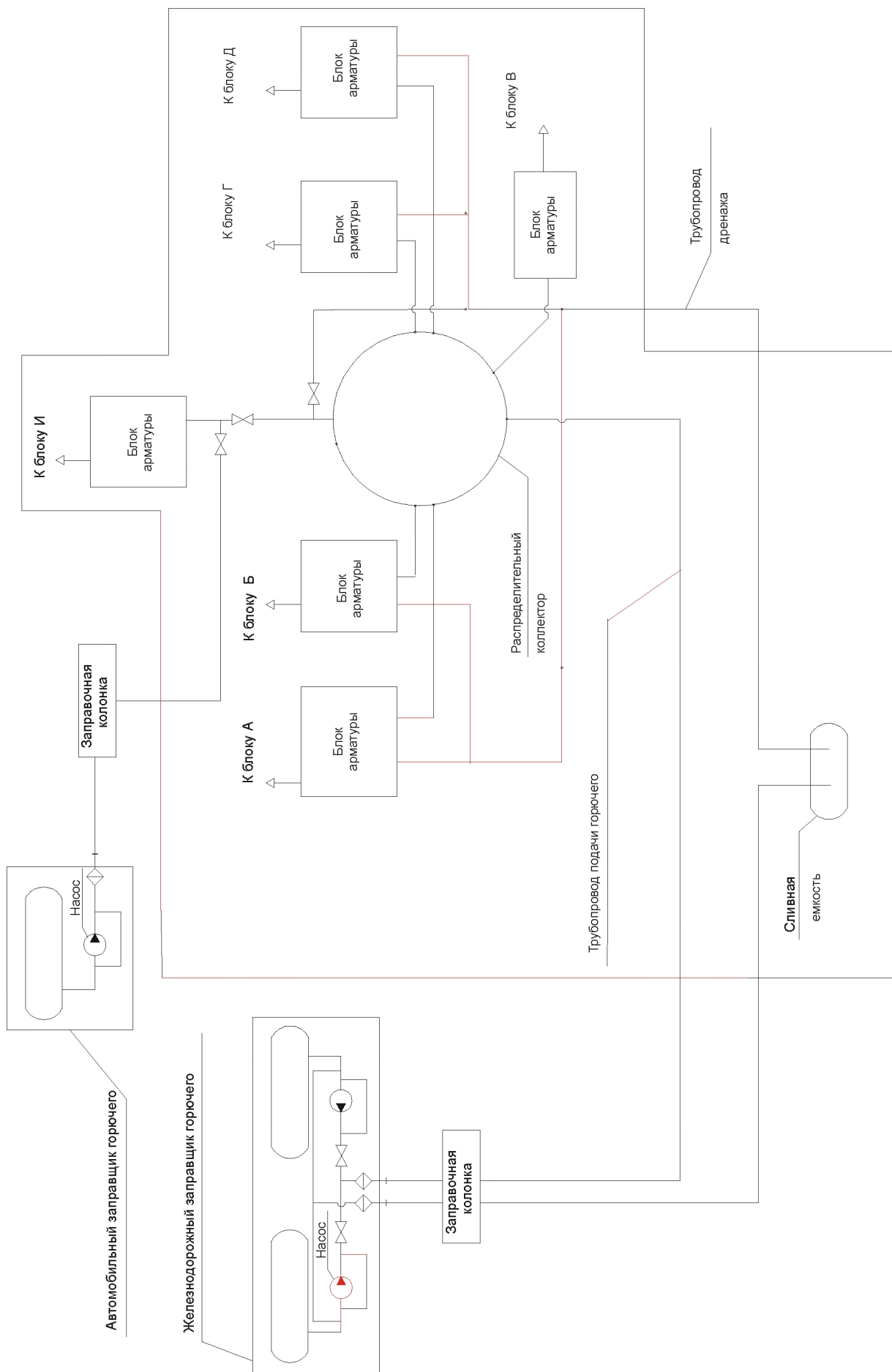


Рис. 3.13 – Принципиальная схема системы заправки горючим

после работы с РН расположены в стартовом сооружении. Трубопроводы с коммуникациями для подачи горючего в бак блока И проложены по кабель-заправочной мачте.

Железнодорожный и автомобильный заправщики, оборудованные насосными станциями, размещаются на «нулевой» отметке СК рядом с соответствующими заправочными колонками. Рядом с каждой заправочной колонкой размещается электроколонка, к которой подключаются электрокабели, обеспечивающие электропитание заправщика и автоматическое управление процессом заправки.

Заправка РН керосином производится в автоматическом режиме.

#### *3.4.6.4. Система заправки высококонцентрированным пероксидом водорода*

Система заправки высококонцентрированным пероксидом водорода (продукт «030») предназначена для заправки ВПВ блоков А, Б, В, Г, Д РН.

Система заправки ВПВ обеспечивает выполнение следующих операций:

- хранение ВПВ в рабочих котлах заправщика и транспортировку на СК;
- выдачу из заправщика в РН требуемых доз ВПВ;
- заправку блоков А, Б, В, Г, Д РН заданным количеством ВПВ с температурой плюс  $25\pm 5^{\circ}\text{C}$ ;
- слив пероксида водорода из блоков А, Б, В, Г, Д РН в емкости передвижного заправщика или в сливную емкость;
- ручную подстыковку и отстыковку к РН заправочных коммуникаций;
- дистанционный контроль температуры ВПВ в коммуникациях системы;
- контроль окончания выдачи продукта в баках РН;
- промывку коммуникаций системы после проведения работ.

Система заправки ВПВ включает в себя передвижной заправщик ВПВ, заправочную колонку, блок клапанов, заправочные коммуникации, мерные емкости кольцевого коллектора, сливные коммуникации, комплект ЗИП.

Принципиальная схема системы приведена на рисунках 3.14а, 3.14б. На «нулевой» отметке стартового сооружения расположена заправочная колонка, к которой пристыковывается передвижной заправщик. От колонки заправочные коммуникации проложены до блока клапанов, размещенного в помещении «восьмигранника» стартового сооружения на отметке « $-5,2$  м», и далее разводятся по лоткам к заправочным нишам I, II, III, IV, V.

Заправочные коммуникации в лотках проложены с уклоном от заправочных ниш к блоку клапанов. На вертикальных участках

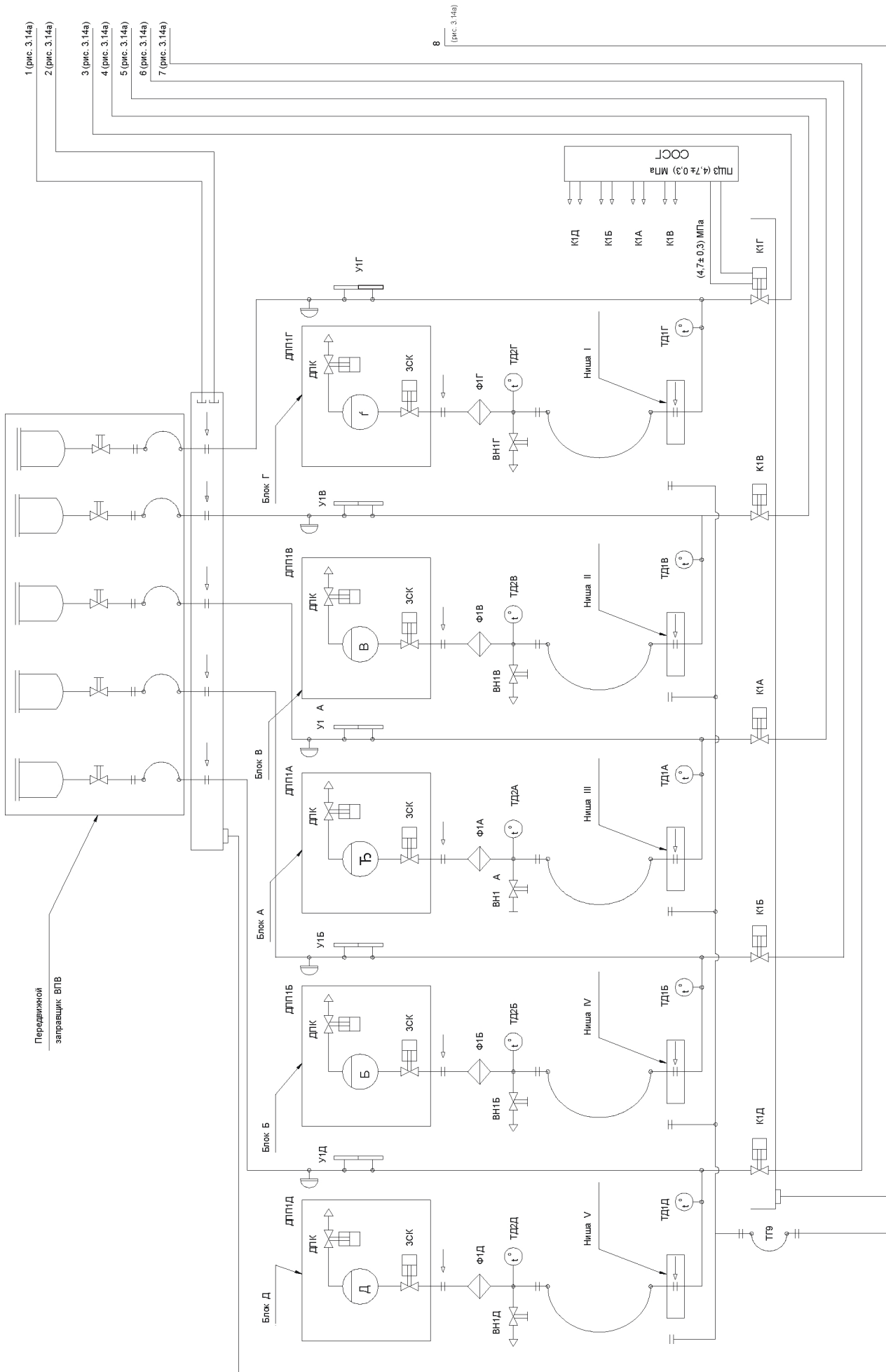
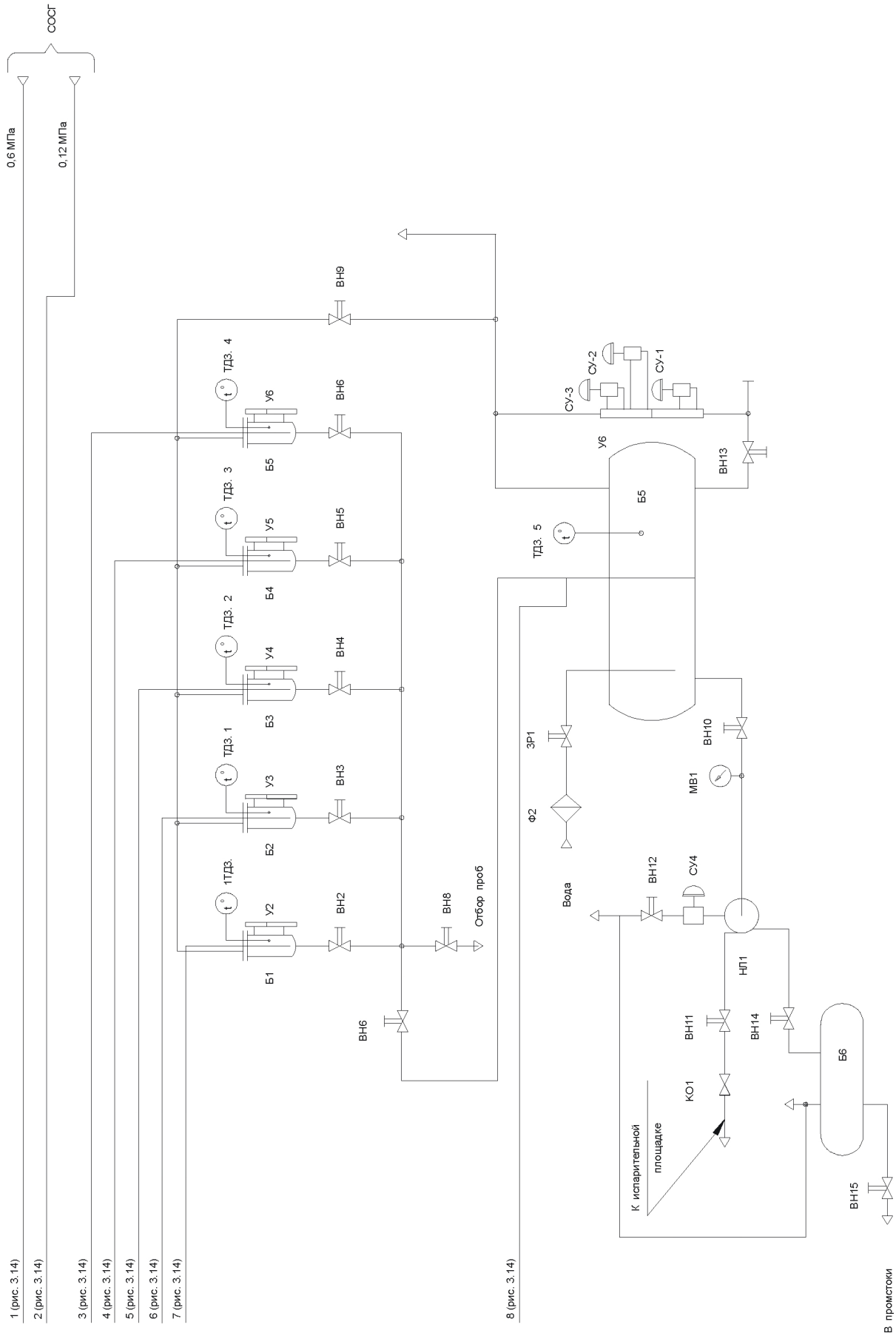


Рис. 3.14а – Принципиальная пневмогидравлическая схема системы заправки ВРВ



- 1 (рис. 3.14)
- 2 (рис. 3.14)
- 3 (рис. 3.14)
- 4 (рис. 3.14)
- 5 (рис. 3.14)
- 6 (рис. 3.14)
- 7 (рис. 3.14)

8 (рис. 3.14)

В промстоки

Рис. 3.14б – Принципиальная пневмогидравлическая схема системы заправки ВПВ

трубопроводов установлены датчики прохождения продукта (ДПП 1А, ДПП 1Б, ДПП 1В, ДПП 1Г, ДПП 1Д) и смотровые устройства (У1А, У1Б, У1В, У1Г, У1Д). В нишах к заправочным коммуникациям стыкуются съемные коммуникации, состоящие из гибких армированных рукавов и быстросъемных наполнительных соединений, обеспечивающих стыковку с горловинами баков РН.

#### *3.4.6.5. Заправка РН компонентами топлива*

##### Подготовка заправочного оборудования к заправке РН

После проведения генеральных испытаний осуществляется подготовка заправочного оборудования к заправке РН окислителем, горючим, высококонцентрированным пероксидом водорода и жидким азотом. Для изделия принята объемная заправка основными компонентами – в каждый бак заправляется постоянное по объему количество окислителя и горючего, независимо от температуры и удельного веса последнего.

Передвижные заправочные агрегаты, поданные на СК, подсоединяются:

- к приемным колонкам систем заправки – с помощью шлангов;
- к электроколонкам, обеспечивающим подключение к системе общего электроснабжения СК и к электрической сети системы управления заправкой – с помощью электрических кабелей.

Заправочные горловины баков ракеты соединяются с переходниками наполнительных устройств соответствующих систем заправки с помощью заправочных шлангов с последующей опрессовкой мест соединений.

При подготовке к заправке производится проверка правильности функционирования системы дистанционного управления заправкой (СДУЗ), которая представляет собой смешанную электропневматическую систему и предназначена для централизованного управления арматурой заправочных агрегатов, систем заправки и заправочной арматурой ракеты.

СДУЗ обеспечивает проведение полуавтоматической заправки ракеты с заданной точностью и позволяет производить заправку ракеты компонентами как последовательно, так и параллельно. В системе предусмотрен ряд блокировок, обеспечивающих безопасность и определенную последовательность проведения операций заправки. СДУЗ работает совместно с системой контроля заправки (СКЗ), входящей в состав контрольно-проверочного оборудования РН.

Пульт управления заправкой имеет кабельные связи со всеми системами заправки и с центральным пультом управления НППЭО СУ. На пульте осуществляется сигнализация работы заправочных агрегатов,

дистанционно управляемой заправочной арматуры систем заправки и арматуры РН. Заданная точность заправки баков горючего и окислителя ракеты достигается с помощью установленных в баках ракеты указателей наполнения, сигналы которых поступают через кабельную сеть на соответствующие транспаранты и на визуальные приборы пульта командных потенциометров (ПКП) системы контроля заправки. На каждом из блоков ПКП с помощью специальных лимбов устанавливаются «Предварительный» и «Окончательный» уровни по горючему и по окислителю.

До предварительного уровня заправка производится полным расходом. Сравнительно небольшой объем компонентов от предварительного до окончательного уровня, с целью достижения необходимой точности и безопасности, заправляется на малом расходе.

### Заправка ракеты окислителем

Перед началом заправки ракеты на лимбах ПКП системы контроля заправки устанавливаются деления предварительного и окончательного уровней заправки баков. Заправка ракеты окислителем начинается с охлаждения наземных коммуникаций и коммуникаций ракеты окислителем с целью устранения резких температурных напряжений в элементах конструкции. В процессе охлаждения коммуникаций, в случае негерметичности, производится уплотнение (подтяжка) мест соединений шлангов с заправочными горловинами ракеты и переходниками. Охлаждение коммуникаций производится подачей окислителя с малым расходом. После проведения охлаждения устанавливается номинальный расход, на котором производится заправка ракеты.

Процесс заправки идет автоматически и контролируется по приборам системы дистанционного управления заправкой и системы контроля заправки. При достижении в каком-либо баке предварительного уровня на соответствующем блоке ПКП СКЗ загорается транспарант, сигнализирующий о достижении уровня. Автоматически закрывается соответствующий наземный отсечной клапан системы заправки и открывается наземный клапан, через который производится дренаж компонента из заправочного шланга. Дальнейшее заполнение бака продолжается через подпиточную магистраль.

С момента заполнения всех баков ракеты до предварительного уровня и перехода на заправку через подпиточные магистрали дозаправка до номинального уровня и подпитка баков осуществляется на малом расходе. Заправочные шланги отстыковываются от бортовых заправочных клапанов

по команде с пульта управления заправкой СДУЗ.

При достижении в каком-либо баке ракеты номинального уровня автоматически закрывается наземный отсечной клапан на соответствующей подпиточной магистрали. При достижении заданного уровня окислителя во всех баках заправка прекращается.

Автоматическая подпитка баков ракеты (для компенсации потерь окислителя вследствие испарения) включается по командам, формируемым указателем наполнения и системой контроля заправки при достижении в баках определенных уровней.

По десятиминутной готовности перед пуском на ПКП СКЗ устанавливается минимальный диапазон подпитки. Контролируется наличие готовности по всем компонентам заправки с подачей сигнала общей готовности по заправке на центральный пульт управления НППЭО СУ.

Процесс подпитки прекращается автоматически при подаче с центрального пульта управления НППЭО СУ команды на закрытие ДПК баков РН (команда «Ключ на дренаж»).

По команде "Контакт подъема" происходит отброс от ракеты "холодных" колодок вместе с подпиточными шлангами.

### Заправка ракеты горючим

Перед началом заправки ракеты горючим на лимбах ПКП системы контроля заправки устанавливаются деления предварительного и окончательного уровней заправки баков.

Заправка начинается с момента включения насосов заправщика и идет автоматически. Контроль процесса заправки производится по приборам и индикаторам ПКП системы контроля заправки и пульта управления заправкой (ПУЗ) системы дистанционного управления заправкой.

При достижении в каком-либо из баков предварительного уровня на соответствующем блоке ПКП загорается транспарант "Предварительный уровень", закрывается наземный клапан большого расхода системы заправки и заправка данного бака продолжается через клапан малого расхода. При достижении окончательного уровня в каком-либо баке на соответствующем блоке ПКП загорается транспарант и автоматически выдается команда на полное прекращение заправки, при этом закрывается наземный клапан малого расхода. После окончания заправки всех баков ракеты горючим автоматически выключается насос заправщика и закрываются заправочные клапаны ракеты.

Дренаж заправочных коммуникаций горючего производится путем

подачи команды с ПУЗ на открытие наземных клапанов, через которые горючее из коммуникаций дренажируется в сливную емкость.

После дренажа заправочные коммуникации вручную отстыковываются от заправочных горловин баков ракеты и от переходников в нишах стартового сооружения, передвижные заправочные агрегаты эвакуируются со стартового комплекса.

### Заправка ракеты жидким азотом

Заправка ракеты жидким азотом осуществляется методом «до перелива».

При заправке ракеты жидким азотом вначале производится охлаждение наземных коммуникаций и коммуникаций ракеты. В процессе охлаждения производится уплотнение мест соединения коммуникаций с заправочными горловинами и переходниками ниш.

Процесс охлаждения непосредственно переходит в заправку и подпитку баков ракеты. Жидкий азот в баки ракеты подается под давлением наддува из стационарной емкости расходного хранилища.

После наполнения какого-либо из баков жидкий азот через дренажно-переливной клапан поступает на датчик перелива, расположенный в наземной части магистрали перелива. Вследствие изменения омического сопротивления датчика вырабатывается команда на закрытие соответствующего наземного отсечного клапана, после чего жидкий азот продолжает поступать в бак через обводную магистраль с дроссельным вентиляем, настроенным для обеспечения постоянного минимального расхода через датчик перелива.

Если дроссельный клапан не обеспечивает подачу азота в необходимом количестве, то от датчика перелива поступает импульс, и через промежуточное реле включается наземный отсечной клапан, и жидкий азот поступает в бак с большим расходом.

Прекращение подпитки ракеты жидким азотом, дренаж коммуникаций системы заправки производится автоматически по команде «Ключ на дренаж». Отброс от ракеты "холодных" колодок вместе с коммуникациями заправки и подпитки азотом происходит по команде "Контакт подъема".

### Заправка ракеты высококонцентрированным пероксидом водорода

Заправка ракеты ВПВ (продукт 0-30) из передвижного железнодорожного заправщика производится определенными дозами самотеком. Возможна также заправка выдавливанием продукта из котлов заправщика сжатым

воздухом.

Подаваемые дозы контролируются сигнализаторами прохождения продукта, установленными в наземных магистралях системы заправки.

По окончании прохождения дозы продукта в бак ракеты сигнализатор прохождения продукта выдает команду на закрытие соответствующего заправочного клапана ракеты.

После заправки продуктом 030 всех баков ракеты производится операция "Уравнивание" – открываются заправочные клапаны на всех блоках и контролируются уровни продукта в баках ракеты по смотровым стеклам на наземных коммуникациях системы заправки. По окончании операции "Уравнивание" производится дренаж заправочных шлангов и коммуникаций путем подачи с пульта управления заправкой СДУЗ команды на открытие наземных дренажных клапанов.

Продукт 030 из шлангов и коммуникаций дренируется в сливные резервуары, после чего заправочные шланги вручную отстыковываются от заправочных горловин ракеты и переходников заправочных ниш.

После окончания заправки железнодорожный заправщик ВПВ эвакуируется со стартового комплекса.

#### *3.4.7. Оборудование термостатирования*

Оборудование термостатирования предназначено для поддержания необходимого температурного режима элементов РКН при ее подготовке на СК.

Оборудование термостатирования включает в себя:

- систему термостатирования РН воздухом низкого давления и воздухом (азотом) высокого давления;
- стационарную воздушную холодильно-нагревательную установку (ВСОТР);
- стационарную систему термостатирования воздухом высокого давления (СТ ВВД);
- стационарную жидкостную систему обеспечения теплового режима (ЖСОТР).

3.4.7.1. Система термостатирования РН воздухом низкого и воздухом (азотом) высокого давления предназначена для обеспечения требуемого температурного режима отсеков РН при работах на СК.

Система термостатирования РН состоит из оборудования термостатирования воздухом низкого давления и оборудования термоста-

тирования воздухом (азотом) высокого давления.

Схема системы термостатирования РН представлена на рисунке 3.15.

Оборудование термостатирования РН воздухом низкого давления предназначено для охлаждения (с целью осушки), нагрева, очистки атмосферного воздуха от механических примесей, пылевых частиц, коррозионно-активных агентов и подачи его с заданными параметрами в хвостовые (ХО), межбаковые (МБО), приборные (ПО) отсеки РН, а также для подачи теплоносителя в теплообменники оборудования термостатирования воздухом (азотом) высокого давления.

В состав оборудования термостатирования РН воздухом низкого давления входят холодильные машины, насосы, вентиляторы, воздухоохладители, электронагреватели, фильтры, контрольно-измерительное оборудование, воздуховоды, трубопроводы, арматура и др.

Основные технические данные:

- |   |                        |
|---|------------------------|
| – расход воздуха, подаваемого в отсеки РН, м <sup>3</sup> /час                | 19500,                 |
| в том числе:  |                        |
| – в ХО блоков А, Б, В, Г, Д, м <sup>3</sup> /час                              | 5×2000;                |
| – в МБО блоков А, Б, В, Г, Д, И, м <sup>3</sup> / час                         | 6×1000;                |
| – в ПО блока А, м <sup>3</sup> /час   | 2×1000;                |
| – в ХО блока И, м <sup>3</sup> /час   | 1500;                  |
| – в коллектор кабины посадки космонавтов, м <sup>3</sup> /час                 | 1000;                  |
| – отклонение расхода воздуха, подаваемого в отсеки блоков РН, от номинального | не более 10%;          |
| – температура воздуха на входе в ХО блоков А, Б, В, Г, Д, °С                  | от плюс 40 до плюс 60; |
| – температура воздуха на входе в остальные отсеки блоков А, Б, В, Г, Д, °С    | от плюс 40 до плюс 60; |
| – дискретность регулирования температуры, °С                                  | 3;                     |
| – точность поддержания температуры воздуха на входе в коллекторы, °С          | ±2.                    |

Основное оборудование термостатирования воздухом низкого давления размещается в стартовом сооружении:

– четыре холодильные машины ХМ1÷ХМ4 (одна из них резервная), четыре электронасосных агрегата Н1÷Н4 (один из них резервный), две емкости теплоносителя Б1, Б2 (объемом по 1,5 м<sup>3</sup> каждая) и два жидкостных фильтра Ф6, Ф7 размещаются в помещениях на отметке «-15,2м»;

– четыре центробежных вентилятора для подачи атмосферного воздуха

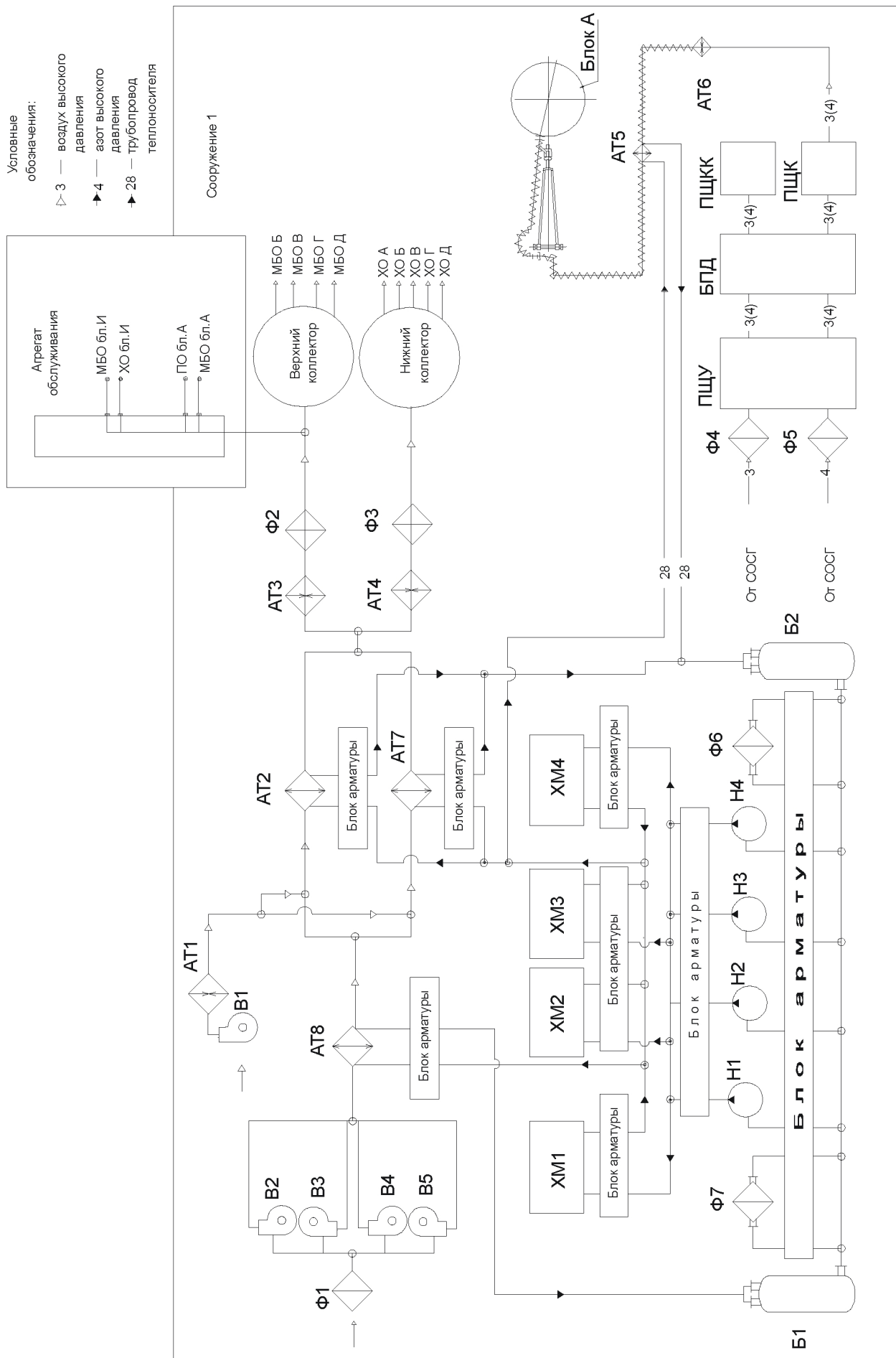


Рис. 3.15 – Схема системы термостатирования РН

В2÷В5 (один из них резервный), центробежный вентилятор В1 для оттайки воздухоохладителей, воздухоохладитель предварительного охлаждения АТ8, два воздухоохладителя окончательного охлаждения АТ2, АТ7 (работающие поочередно), три электронагревателя мощностью по 240 кВт каждый, предназначенные для нагрева воздуха, подаваемого в РН, фильтр воздушный Ф1, предназначенный для предварительной очистки атмосферного воздуха, и два фильтра Ф2, Ф3 тонкой очистки воздуха, подаваемого в РН, размещаются в помещениях на отметке «-8,9м».

В помещениях стартового сооружения расположены также воздуховоды, трубопроводы, воздушные заслонки, запорная и регулирующая арматура.

На колоннах агрегата обслуживания расположены трубопроводы, гибкие рукава для подачи воздуха в отсеки РН, а также первичные приборы датчиков контроля параметров воздуха.

Оборудование термостатирования РН воздухом низкого давления работает следующим образом.

Атмосферный воздух через воздухозаборную шахту и фильтр предварительной очистки Ф1 засасывается вентиляторами В2÷В5 и подается в воздухоохладитель предварительного охлаждения АТ8, где за счет теплообмена с жидкостью «Лена-40», поступающей из испарителя холодильных машин с температурой минус 5°C, охлаждается до температуры плюс 5°C. При этом основная часть влаги удаляется из воздуха в виде капель.

Далее воздух подается в воздухоохладители окончательного охлаждения АТ2, АТ7, работающие попеременно, где за счет теплообмена с жидкостью «Лена-40», поступающей из испарителя холодильной машины с температурой минус 15°C, охлаждается до температуры минус 10°C – заданной температуры точки росы воздуха, подаваемого в изделие. При этом влага вымораживается на ребрах воздухоохладителя в виде инея. Для удаления инея с ребер воздухоохладителей с целью улучшения теплообмена каждый из них периодически (примерно раз в два часа) оттаивается горячим воздухом, подаваемым вентилятором через электронагреватель. Оттаявшая влага из воздухоохладителя сливается в канализацию.

Холодильное оборудование разделено на два контура:

- контур предварительного охлаждения;
- контур окончательного охлаждения.

В контуре предварительного охлаждения теплоноситель из емкости Б1 насосами Н1, Н2 подается в испаритель холодильных машин ХМ1, ХМ2. Охлажденный в испарителях до температуры минус 5°C теплоноситель

подается в воздухоохладитель АТ8, где охлаждает воздух, и затем сливается в емкость Б1.

В контуре окончательного охлаждения теплоноситель из емкости Б2 насосом Н4 подается в испаритель холодильной машины ХМ4. Охлажденный до температуры минус 15°С теплоноситель подается в воздухоохладитель АТ2 (АТ7), где охлаждает воздух, и затем сливается в емкость Б2.

Охлажденный и осушенный воздух подается в два параллельных воздуховода, в каждом из которых установлены электронагреватели АТ3, АТ4 и фильтры окончательной очистки Ф2, Ф3. После фильтра Ф2 воздух подается в верхний коллектор, из которого распределяется в МБО блоков Б-Д. Перед входом в верхний коллектор часть воздуха отбирается и подается в воздуховод на агрегате обслуживания и далее по рукавам в МБО и ПО блока А, ХО и МБО блока И и в кабину посадки космонавтов.

После фильтра Ф3 воздух подается в нижний коллектор, где распределяется в хвостовые отсеки блоков А - Д.

По сигналам датчиков температуры, установленных на входе в коллекторы и вблизи люков РН, обеспечивается автоматическое поддержание и регулирование температуры на входе в отсеки путем включения секций электронагревателей.

Расход воздуха в каждой магистрали регулируется воздушными заслонками.

Для обеспечения холодопотребности оборудования термостатирования воздухом (азотом) высокого давления часть теплоносителя из контура окончательного охлаждения подается к теплообменникам, расположенным в сооружении 1 на отметке «-5,2м». Расход теплоносителя контролируется дистанционно по показаниям расходомеров.

Оборудование термостатирования РН воздухом высокого давления предназначено для термостатирования межбаковых отсеков блоков А и И воздухом (азотом) высокого давления, подаваемого из ресиверов системы обеспечения РН сжатыми газами (СОСГ).

В состав оборудования термостатирования РН воздухом (азотом) высокого давления входят блок понижения давления БПД, пневмоцил управления ПЩУ, пневмоцил клапанов ПЩК, пневмоцил контроля кондиционности ПЩКК, охладитель газов АТ5, нагреватель газов АТ6, средства контроля кондиционности газов, средства контроля параметров газов, средства фильтрации газов, магистральные трубопроводы, трубопроводы разового действия и комплект ЗИП.

Оборудование термостатирования РН воздухом (азотом) высокого давления обеспечивает с момента разведения колонн агрегата обслуживания и до команды “Наддув” подачу в бортовую магистраль РН нагретого воздуха (азота) давлением  $90 \pm 5$  кгс/см<sup>2</sup> с расходом  $0,35 \pm 0,05$  кг/с. Температура подаваемого воздуха (азота) на входе в разъемное соединение блока А от 40 до 80°С, дискретность задания температуры 1°С, температура точки росы при нормальном атмосферном давлении – не выше минус 55°С.

Оборудование термостатирования воздухом (азотом) высокого давления работает следующим образом.

Сжатый воздух и азот от ресиверов СОСГ поступает к пневмоцит ПЩУ. После выключения оборудования термостатирования РН воздухом низкого давления (за 5 минут до разведения колонн агрегата обслуживания) дистанционно, с пульта системы управления, открывают электропневмоклапаны в пневмоцитах ПЩУ, ПЩК в блоке БПД.

Сжатый воздух через пневмоцит ПЩУ, блок БПД, где его давление и расход понижаются дросселем до заданных значений, через пневмоцит ПЩК по трубопроводу поступает в нагреватель газов АТ5, затем в охладитель газов АТ6 и далее по трубопроводам разового действия в разъемное соединение на термостатирование отсеков блоков А и И.

Если температура теплоносителя в нагревателе газов выше заданной температуры воздуха (азота) на входе в разъемное соединение, то включается охладитель газов АТ5. При переохлаждении воздуха (азота) в охладителе газов АТ5 включается нагреватель газов АТ6, температура воздуха (азота) повышается до заданной и автоматически поддерживается. Управление оборудованием производится с местного и с дистанционного пультов управления в автоматическом и ручном режимах.

Контроль давления воздуха (азота) в магистралях осуществляется манометрами, сигнализаторами давления и датчиками давления, установленными в пневмоцитах ПЩУ, ПЩК, в блоках БПД, а так же на трубопроводе подачи воздуха (азота) в разъемное соединение.

Контроль температуры подаваемого в изделие воздуха (азота) осуществляется по показаниям датчиков термопреобразователей сопротивления, установленных на трубопроводе подачи воздуха (азота) в разъемное соединение.

За 15 минут до расчетного времени старта осуществляется переход термостатирования отсеков блоков А и И с воздуха на азот.

3.4.7.2. Стационарная холодильно-нагревательная установка (BCOТP) предназначена для очистки атмосферного воздуха от механических

примесей и пылевых частиц, охлаждения (нагрева), и подачи его в КГЧ с заданными параметрами.

Основные технические данные системы:

- объемный расход воздуха, подаваемого в КГЧ,  $\text{м}^3/\text{ч}$  8000;
- точность измерения расхода, %  $\pm 10$ ;
- температура воздуха, подаваемого в КГЧ,  $^{\circ}\text{C}$  от минус 10 до 50;
- точность поддержания заданной температуры в указанном диапазоне,  $^{\circ}\text{C}$   $\pm 2$ ;
- давление воздуха на входе в КГЧ, Па не менее 1500.

Основное оборудование стационарной холодильно-нагревательной установки (заборник атмосферного воздуха, фильтр, регулирующие воздушные заслонки (жалюзи), подогреватели, вентиляторы, воздухоохладители, щиты индикации и управления) размещено в машинном отделении стартового сооружения. Подача термостатирующего воздуха к изделию осуществляется по воздуховоду, проложенному по стартовому сооружению и по агрегату обслуживания. Стационарный воздухопровод стартового сооружения соединяется с воздуховодом на агрегате обслуживания гибким рукавом. Подвод термостатирующего воздуха к изделию также производится с помощью гибких рукавов, в состав которых входит специальный переходник. В переходнике установлен датчик контроля температуры воздуха, подаваемого в изделие, который кабелем соединен с измерительным щитом, находящимся в машинном отделении.

Гибкие рукава и переходники используются только во время работы с изделием, а по окончании работ отсоединяются и убираются в специальное помещение. Управление установкой может осуществляться в ручном и автоматическом режимах.

Холодильно-нагревательная установка работает следующим образом.

Если температура атмосферного воздуха выше, чем заданная температура на входе в изделие, установка работает в режиме охлаждения.

Атмосферный воздух через заборник, фильтр предварительной очистки воздуха, жалюзи, основной подогреватель мощностью 240 кВт всасывается вентилятором. Фильтр обеспечивает очистку забираемого атмосферного воздуха от механических примесей, а жалюзи – регулирование расхода воздуха.

После вентилятора воздух поступает в рассольный воздухоохладитель системы предварительного охлаждения, где независимо от температуры, с которой он поступает, охлаждается до  $5\pm 6^{\circ}\text{C}$ . Охлаждение воздуха

происходит за счет теплообмена с холодным рассолом, подаваемым от холодильной машины (температура рассола на входе в рассольный воздухоохладитель поддерживается в диапазоне от 0 до плюс 2°C).

В рассольном воздухоохладителе конденсируется до 50% влаги, содержащейся в атмосферном воздухе.

Частично охлажденный и осушенный воздух поступает в воздухоохладители системы окончательного охлаждения, где воздух, в зависимости от требований к термостатирующему воздуху по влажности, может охлаждаться до 2°C, до минус 15°C или минус 20°C. Вследствие охлаждения происходит конденсация оставшейся в воздухе влаги и она в виде снега и инея оседает на поверхности воздухоохладителей. Для обеспечения непрерывной подачи термостатирующего воздуха в изделие предусмотрено два ряда воздухоохладителей (верхний и нижний), работающих поочередно. Когда воздух охлаждается в одном ряду, в другом ряду производится оттаивание снеговой шубы. Изменение направления потока воздуха с одного ряда воздухоохладителей на другой производится заслонками вручную.

Из воздухоохладителей системы окончательного охлаждения воздух поступает в подогреватель с регулируемой секцией мощностью 49 Вт, где его температура доводится до заданного значения. Управление регулируемой секцией может производиться вручную и автоматически. При автоматическом управлении точность поддержания заданной температуры составляет  $\pm 2^\circ\text{C}$ .

После регулируемого подогревателя воздух из машинного отделения по воздуховодам поступает в изделие. В случае, когда требуется незначительное снижение температуры охлаждаемого воздуха, в работу включается только система предварительного охлаждения при отключенной системе окончательного охлаждения.

Если температура атмосферного воздуха ниже, чем заданная температура на входе в изделие, установка работает в режиме нагрева.

В основном подогревателе мощностью 240 кВт воздух подогревается за счет теплообмена с поверхностью нагревательных элементов. Подогреватель разделен на 4 секции по 60 кВт каждая, которые включаются вручную. Далее подогретый воздух поступает в подогреватель с регулируемой мощностью 49 кВт, где его температура доводится до заданной. Управление подогревателем с регулируемой секцией может производиться как вручную, так и автоматически. При автоматическом

управлении точность поддержания заданной температуры составляет  $\pm 2^{\circ}\text{C}$ .

Визуальный контроль температуры воздуха осуществляется по приборам на измерительном щите, расположенном в машинном отделении.

Для окончательной очистки воздуха, подаваемого в изделие, служат два фильтра, установленные на площадке 8 агрегата обслуживания.

3.4.7.3. Система термостатирования воздухом высокого давления (СТВВД) предназначена для приема от системы обеспечения сжатыми газами СК воздуха высокого давления, очистки, нагрева (охлаждения) и подачи его с заданными параметрами к разъемному соединению блока А.

Система работает с момента выключения ВСОТР перед пуском до момента подачи команды «земля-борт», а также, в случае отмены пуска по какой-либо причине, до момента возобновления подачи в КГЧ воздуха от ВСОТР.

Основные технические данные системы:

- расход воздуха, подаваемого в РС блока А, кг/с  $0,5 \pm 0,05$ ;
- давление воздуха на входе в РС блока А, кгс/см<sup>2</sup>  $60 \pm 5$ ;
- температура подаваемого воздуха,  $^{\circ}\text{C}$  от плюс 5 до плюс 80;
- дискретность задания температуры,  $^{\circ}\text{C}$  1;
- точность поддержания температуры,  $^{\circ}\text{C}$   $\pm 2$ ;
- температура точки росы  
при нормальном давлении,  $^{\circ}\text{C}$  не выше минус 55.

Оборудование системы расположено в стартовом сооружении.

Система включает в себя охладитель воздуха, нагреватель воздуха, пробоотборное устройство, пневмоцит управления, блок понижения давления, фильтр, манометровый пневмоцит, комплект трубопроводов разового действия и комплект средств управления.

Система работает следующим образом. Воздух давлением  $150 \text{ кгс/см}^2$  из стационарной системы обеспечения сжатыми газами технологического оборудования СК подается в блок понижения давления, где редуцируется до давления  $70\text{-}80 \text{ кгс/см}^2$  и подается к пневмоциту управления. Далее, при необходимости, воздух охлаждается в охладителе воздуха хладоносителем от системы ЖСОТР, а затем через фильтр тонкой очистки подается в нагреватель газов, где нагревается до требуемой температуры и через комплект трубопроводов разового действия, проложенных по НКМ-III стартовой системы, поступает к разъемному соединению блока А. Контроль чистоты воздуха производится оптическим аэрозольным счетчиком, подсоединяемым к пробоотборному устройству.

Точность поддержания заданной температуры осуществляется автоматически по сигналам от датчиков температуры на входе в РН включением (отключением) части трубчатых электронагревателей.

Контроль за температурой и давлением воздуха осуществляется дистанционно оператором на пульте средств управления системой в сооружении командного пункта технологических систем.

3.4.7.4. Стационарная жидкостная система обеспечения теплового режима (ЖСОТР) обеспечивает подачу в бортовой жидкостно-жидкостный теплообменник КА (РБ) теплоносителя (низкозамерзающую жидкость ОЖ-65) с температурой в диапазоне от минус 10 до 40°С с точностью поддержания температуры  $\pm 2^{\circ}\text{C}$  (расход теплоносителя – до 0,9 м<sup>3</sup>/ч, давление – до 2,5 кгс/см<sup>2</sup>), а также охлаждение сжатого воздуха в системе СТВД.

Оборудование системы (4 холодильные машины, насосная станция, емкости, пневмоцисты) размещено в сооружении ЖСОТР, расположенном рядом со стартовым сооружением, в стартовом сооружении (сливная емкость) и на кабель-заправочной мачте (шкаф с фильтром, два шкафа с переходниками, механизм отвода гидроклодки).

При работе системы теплоноситель охлаждается в испарителе холодильной машины. На выходе из холодильной машины теплоноситель разделяется на два потока: одна часть в количестве 0,9 м<sup>3</sup>/ч через емкость Е3 с электронагревателем поступает в жидкостно-жидкостный теплообменник (ЖЖТТ) КА; другая часть через байпас сливается в емкость Е1. После ЖЖТТ теплоноситель также сливается в емкость Е1, из которой забирается насосом и снова подается в испаритель холодильной машины, после чего цикл повторяется.

В емкости Е1 поддерживается температура минус 13 С, поддержание температуры осуществляется автоматически включением и выключением холодильной машины по сигналу датчика температуры, установленному в емкости.

Регулирование и поддержание температуры теплоносителя, подаваемого в ЖЖТТ, производится автоматически регулированием мощности электронагревателя в емкости Е3.

Постоянный расход теплоносителя через ЖЖТТ поддерживается регулирующим вентилем автоматически.

Управление технологическим оборудованием ЖСОТР осуществляется специальной системой управления, которая обеспечивает поддержание заданных параметров теплоносителя на входе в ЖЖТТ КА. Управление может осуществляться как в автоматическом режиме по сигналам датчиков

температуры и расхода, так и в ручном дистанционном при помощи органов управления, расположенных на пультах управления. При работе системы в автоматическом режиме предусмотрена возможность приоритетного ручного вмешательства.

#### 3.4.8. Системы газоснабжения

В состав систем газоснабжения стартового комплекса РКН «Союз» входят:

- стационарная компрессорная станция;
- стационарная система обеспечения сжатыми газами технологического оборудования СК;

- стационарная система обеспечения сжатыми газами I-II ступеней РН;

- стационарная система обеспечения сжатыми газами III ступени РН;

Системы газоснабжения обеспечивают:

- сжатие до требуемого давления, хранение и выдачу воздуха необходимой кондиции;

- получение газообразного азота газификацией жидкого азота, хранение и выдачу газообразного азота необходимой кондиции;

- заправку сжатым воздухом и сжатым азотом бортовых баллонов блоков I-II ступеней РН, подачу газов в РН и системы СК для технологических нужд;

- заправку сжатым гелием и сжатым азотом бортовых баллонов III ступени РН, а также подачу сжатого воздуха и сжатого азота в РН, РБ, КА и системы СК для технологических нужд.

3.4.8.1. Стационарная компрессорная станция предназначена для получения и хранения сжатого воздуха и сжатого азота и выдачи его потребителям на стартовом и техническом комплексе.

Оборудование компрессорной станции размещается в отдельном сооружении и включает:

- четыре компрессорных установки;

- ресиверную, состоящую из 25 баллонов емкостью по 0,4 м<sup>3</sup> (18 воздушных и 7 азотных);

- 4 блока осушки воздуха;

- 4 влагоотделителя;

- 4 блока продувки влагоотделителей;

- пневмоцисты управления, распределительный, азотный, обслуживания;

– трубопроводы с запорно-регулирующей арматурой.

К зданиям и сооружениям стартового и технического комплексов газы подаются с помощью системы трубопроводов.

3.4.8.2. Стационарная система обеспечения сжатыми газами технологи-ческого оборудования СК предназначена для приема, хранения, фильтрации азота и воздуха и подачи их с заданными параметрами в РН и в технологические системы СК. Система состоит из 134 (104 воздушных и 30 азотных) баллонов емкостью 400 л каждый, рассчитанных на давление 380-400 кгс/см<sup>2</sup>, щита управления и оборудования анализа газов, расположенных в сооружении технологического блока. Прием газов системой осуществляется: воздуха – от компрессорной станции, азота – от газификатора азота.

3.4.8.3. Стационарная система обеспечения сжатыми газами I-II ступеней РН обеспечивает подачу и распределение поступающего от компрессорной станции сжатого газа (воздуха или азота) на заправку, наддув и технологические нужды при работах, проводимых с РН. Система состоит из комплекта коллекторов, имеющих следующее назначение:

– коллектор № 1 (азот, давление 23МПа(230<sub>-40</sub> кгс/см<sup>2</sup>)) – наддув баков РН;

– коллектор № 2 (воздух, давление 20,7МПа (207 кгс/см<sup>2</sup>)) – заполнение и подпитка бортовых баллонов РН;

– коллектор № 3 (воздух, давление 4,7МПа (47±3 кгс/см<sup>2</sup>)) – управление пневмоавтоматикой, технологические нужды;

– коллектор № 4 (воздух, давление 20МПа (200±5 кгс/см<sup>2</sup>)) – аварийное заполнение и подпитка бортовых баллонов РН;

– коллектор № 5 (азот, давление 4,7МПа (47±3 кгс/см<sup>2</sup>)) – управление пневмоавтоматикой;

– коллектор № 7 (воздух, давление 0,8МПа (8±5 кгс/см<sup>2</sup>)) – опрессовка заправочных шлангов окислителя;

– коллектор № 8 (воздух, давление 0,6МПа (6±5 кгс/см<sup>2</sup>)) – обдув сиффона кислородного клапана;

– коллектор № 9 (воздух, давление 0,6МПа (6±5 кгс/см<sup>2</sup>)) – опрессовка заправочных шлангов горючего и пероксида водорода.

Оборудование системы располагается в помещениях стартового сооружения, часть воздухопроводов системы проложена по элементам стартовой системы и по колоннам агрегата обслуживания.

3.4.8.4. Стационарная система обеспечения сжатыми газами III

ступени РН включает в себя баллонную батарею (4 азотных баллона емкостью по 50 л и 2 гелиевых баллона емкостью 500 л), пневмоциты, переходные панели, комплект трубопроводов с арматурой, комплект кронштейнов и деталей крепления, комплект трубопроводов разового действия и обеспечивает выполнение следующих операций:

– баллонная батарея – прием и хранение гелия с давлением 380 – 400 кгс/см<sup>2</sup>, 215 – 225 кгс/см<sup>2</sup>, азота с давлением 380 – 400 кгс/см<sup>2</sup>;

– распределительный щит – прием гелия от гелиевой станции, азота от компрессорной станции и выдачу их в баллонную батарею;

– азотный щит – выдачу азота особой чистоты на продувку магистралей;

– щит выдачи – выдачу азота и гелия из баллонной батареи, воздуха и азота из коллекторов системы обеспечения сжатыми газами I-II ступеней РН в блок III ступени РН;

– пневмоцит – выдачу воздуха давлением 4,8 кгс/см<sup>2</sup> в систему заправки III ступени РН горючим и на опрессовку стыков наполнительных соединений окислителя и горючего; давлением 11 кгс/см<sup>2</sup> в жидкостную систему обеспечения теплового режима (ЖСОТР); давлением 47 кгс/см<sup>2</sup> в систему заправки III ступени РН горючим; давлением 200 кгс/см<sup>2</sup> на технологические нужды.

Управление подачей газов осуществляется вручную (вентильями) и дистанционно (с помощью электропневмоклапанов пневмоцита заправки и пневмоцита мачтового).

Оборудование системы располагается в помещениях стартового сооружения, на круговой шине в шахте стартового сооружения, на кабель-заправочной мачте, на правой колонне агрегата обслуживания и в сооружении ЖСОТР.

Контроль давления газов в системе при подготовке РКН осуществляется обычными или дистанционными манометрами, а при проведении генеральных испытаний и при проведении пуска – многоканальным регистратором давления системы предстартовых измерений параметров агрегатов и систем технологического оборудования СК.

#### *3.4.9. Специальное технологическое оборудование для РКН*

Специальное технологическое оборудование для РКН «Союз» предназначено для проведения проверок систем РКН в процессе предпусковой подготовки и для управления пуском.

В состав специального технологического оборудования для РКН «Союз» входят:

- контрольно-проверочное оборудование РН;
- контрольно-проверочное оборудование КА;
- система наземного электроснабжения спецтоками (СНЭСТ).

#### *3.4.9.1. Контрольно-проверочное оборудование РН*

Контрольно-проверочное оборудование РН «Союз» предназначено для проведения работ по подготовке РН к пуску и для проведения пуска и включает в себя:

- наземное проверочно-пусковое электрооборудование системы управления;
- наземное испытательное электрооборудование системы измерений;
- испытательное оборудование двигательных установок;
- оборудование системы контроля заправки блоков А÷Д РН;
- оборудование системы контроля заправки верхнего блока РН;
- пульт визуального контроля температуры в магистрали горючего верхнего блока РН;
- оборудование системы контроля температур и сигнализации о критическом состоянии температурного режима в заданных точках РН;
- пульт управления наддувом при сливе компонентов топлива из баков верхнего блока РН;
- оборудование системы предстартовых измерений параметров агрегатов и систем технологического оборудования СК;
- пневмоцисты стартовые (ПЩС) дистанционного управления заполнением воздушных баллонов РН, предварительным наддувом баков и продувкой магистралей горючего блоков А ÷ Д РН;
- приставка к ПЩС блока А дистанционного управления подачей сжатых воздуха, азота и гелия к РН и наддува баков горючего блоков А÷Д РН азотом;
- пневмоцисток мачтовый дистанционного управления подачей сжатых газов для наддува азотом бака горючего и гелием бака окислителя верхнего блока РН;
- испытательно-проверочное электрооборудование системы опорожнения баков и синхронизации уровней компонентов блоков А÷Д РН;
- испытательно-проверочное электрооборудование системы опорожнения баков верхнего блока РН;
- оборудование системы дистанционного контроля давлений газовой среды в баках, баллонах и за редукторами точной настройки двигательных установок РН;
- оборудование системы прицеливания.

Контрольно-проверочное оборудование РН размещается в помещениях стартового сооружения и командного пункта ракеты-носителя, а также на агрегатах стартового оборудования (стартовая система, кабель-заправочная мачта, агрегат обслуживания). Оборудование системы прицеливания размещается на «нулевой» отметке стартового сооружения.

#### 3.4.9.2. Контрольно-проверочное оборудование КА

Контрольно-проверочное оборудование КА предназначено для управления бортовыми системами КА, контроля за состоянием его бортовых систем и обеспечения энергоснабжения при подготовке к пуску.

В состав КПО КА входят:

- пульт управления стартовый (ПУС);
- щит распределительный (РЩ);
- пульт контроля температур (ПКТ).

Пульт управления стартовый предназначен для управления и контроля за состоянием бортовых систем КА при его подготовке к пуску.

При управлении бортовой аппаратурой КА ПУС обеспечивает:

- выдачу команд управления по уплотненной линии связи;
- выдачу команд на включение штатного или технологического питания и контроль величины напряжения;
- проверку пироэлементов КА обтеканием малым током и контроль тока обтекания;
- выдачу команды на сброс и трансляцию сигнала отстыковки отрывного электроразъема КА в наземную аппаратуру системы управления РН;
- формирование сигнала "Готовность КА к пуску" и трансляцию его в наземную аппаратуру системы управления РН.

При контроле за состоянием бортовой аппаратуры КА ПУС обеспечивает:

- выдачу команд измерения по уплотненной линии связи;
- измерение стрелочным или цифровым измерительным прибором постоянного тока через измерительную матрицу изделия;
- отображение информации о состоянии параметров изделия;
- ручной и автоматический контроль сопротивления изоляции шин питания относительно корпуса;
- контроль работоспособности наземных источников электропитания и РЩ;
- контроль стыковки НКС;
- сигнализацию о готовности систем КА к пуску.

В состав ПУС входят корпус пульта, блок управления БУ-1, блок

управления БУ-2, блок индикации (БИ), стойка управления (СУ), стойка индикации (СИ), блок автономной проверки комплекса (БАПК), комплект сменных частей технологический (КСЧ), наземная кабельная сеть (НКС).

Питание пульта осуществляется от сети постоянного тока напряжением  $(28\pm 3)$  В и от сети переменного тока напряжением  $(220\pm 22)$  В, частотой  $(50\pm 1)$  Гц.

Блоки управления БУ-1 и БУ-2 размещены в корпусе пульта, блок индикации БИ установлен на корпусе пульта. Справа и слева от корпуса пульта расположены стойка управления и стойка индикации. На лицевых панелях пульта размещены органы управления. На лицевой панели блока индикации размещены элементы индикации, электроизмерительные приборы, механические часы.

С целью уплотнения линий связи с КА в составе ПУС применена командная матрица, позволяющая по 44 проводам подавать на КА до 480 команд управления. Для нормирования длительности подаваемых на КА команд управления применяется временная ячейка.

Для измерения нескольких десятков уровней напряжения постоянного тока в составе ПУС предусмотрен цифровой вольтметр. Выбор контролируемых точек на КА осуществляется схемой управления измерительной матрицей. Подача команд управления на наиболее важные системы КА осуществляется по неуплотненным линиям связи.

Для проверки ПУС и его НКС перед работой с КА предназначен БАПК, конструктивно представляющий собой корпус, а панели которого установлены соединители, с помощью которых блок через кабельную сеть подключается к ПУС и РЩ.

Для обеспечения работы с различными КА в составе ПУС предусмотрен комплект сменных частей технологический.

ПУС размещается в помещении командного пункта космических аппаратов.

Щит распределительный предназначен для коммутации и распределения питания систем КА от наземных источников питания.

Электрическая схема РЩ представляет собой многоступенчатую систему релейных усилителей, образующих несколько параллельных каналов выдачи в КА питающего напряжения от трех гальванически развязанных наземных источников питания из состава СНЭСТ. Первая ступень схемы является входом и предназначена для приема команд подачи напряжения, выдаваемых с ПУС.

Распределительный щит размещается в "четырёхграннике" стартового

сооружения в непосредственной близости от наземных источников питания СНЭСТ. Связь РЩ с ПУС, источниками питания и КА осуществляется через кабели НКС из состава ПУС.

Пульт контроля температур предназначен для контроля температур в различных точках КА при его подготовке на СК.

Питание пульта осуществляется от сети переменного тока частотой  $(50\pm 1)$  Гц, напряжением  $(220\pm 20)$  В или внутреннего источника питания.

В состав ПКТ входят пульт, комплект кабелей НКС, имитатор датчиков.

Пульт состоит из металлического корпуса, на передней панели которого собраны все элементы схемы. Рабочее положение пульта вертикальное. Защита от попадания пыли и влаги обеспечена путем введения резиновых уплотнителей в местах выхода штепсельных соединителей из кожуха, крепления лицевой панели и щитовых микроамперметров. Связь пульта с испытуемым изделием и источником питания осуществляется посредством комплекта кабелей НКС.

Электрическая схема пульта выполнена из пяти отдельных мостовых схем измерения величины сопротивления пяти типов выносных термометров сопротивления, располагаемых в контролируемых точках изделий. Питание термометров сопротивления осуществляется по трехпроводной схеме с целью частичной компенсации погрешности, вносимой сопротивлением линии.

Имитатор датчиков, входящий в комплект пульта, предназначен для проведения регламентных работ и проверки ПКТ и его НКС перед работой с изделием.

Предусмотрено два места для размещения ПКТ: в пультовой КА (помещение командного пункта космических аппаратов и систем телеизмерений) и в аппаратной сооружения ЖСОТР.

#### *3.4.9.3. Система наземного электроснабжения спецтоками*

Система наземного электроснабжения спецтоками (СНЭСТ) предназначена для преобразования переменного тока напряжением  $(380\pm 19)$  В, частотой  $(50\pm 1)$  Гц в постоянный ток и распределения его потребителям для запитки РН, КА и систем контрольно-проверочного оборудования РН и КА и включает в себя:

– комплект оборудования для обеспечения электропитания систем РН и систем контрольно-проверочного оборудования РН;

– комплект оборудования для обеспечения электропитания систем КА и контрольно-проверочного оборудования КА.

СНЭСТ представляет собой совокупность функциональных групп, состоящих из комплектов электрооборудования, отдельных преобразователей, распределительных и управляющих устройств (пультов дистанционного управления), соединенных между собой кабельной сетью.

Каждое изделие системы конструктивно представляет собой металлический корпус, внутри которого размещается аппаратура.

На лицевых панелях корпусов расположены органы управления, контроля и индикации.

Оборудование СНЭСТ размещается в «четырёхграннике» стартового сооружения и в аппаратных СНЭСТ командного пункта ракеты-носителя и командного пункта космических аппаратов и систем телеизмерений.

### **3.5. Работы, проводимые на стартовом комплексе**

На стартовом комплексе проводятся следующие работы:

- регламентные работы с наземным оборудованием для поддержания стартового комплекса в постоянной готовности;
- подготовка стартового комплекса к приему РКН;
- установка РКН в стартовую систему;
- подвод агрегата обслуживания и кабель-заправочной мачты;
- разворот стартовой системы в азимут пуска и наведение РКН;
- подъем площадок кабины обслуживания в рабочее положение;
- подключение коммуникаций технологического оборудования СК к РКН;
- автономные и комплексные испытания с расшифровкой и анализом их результатов;
- термостатирование элементов РКН и компонентов топлива;
- заправка РКН компонентами топлива и сжатыми газами;
- посадка космонавтов (при подготовке пилотируемых космических кораблей);
- предстартовые проверки аппаратуры и систем РКН;
- отвод заправочных агрегатов и агрегата и кабины обслуживания;
- пуск РКН;
- послепусковые работы.

При несостоявшемся пуске производятся слив из баков РН компонентов топлива и снятие РКН со стартовой системы.

В период между пусками или при длительном хранении проводятся регламентные работы с агрегатами и системами, обеспечивающие постоянную готовность стартового комплекса к работе с РКН.

### *3.5.1. Подготовка стартового комплекса к приему РКН*

Подготовка стартового комплекса к приему РКН – это приведение агрегатов и систем в рабочее состояние из положения хранения. В процессе подготовки заполняют заправочные агрегаты горючим и емкости хранилищ окислителем и жидким азотом, а ресиверную – сжатыми газами, термостатируют компоненты топлива в заправочных агрегатах, проводят автономные проверки технологических агрегатов и систем без РКН, а затем с имитаторами бортовых систем РКН.

Подготовленная к установке РКН стартовая система и другие агрегаты стартового оборудования находятся в следующем положении:

- поворотный круг (ПК) стартовой системы повернут в «нулевое» положение и поддомкращен, домкраты ПК зафиксированы механически;
- рельсы стартового сооружения и ПК состыкованы при помощи переходных рельсов;
- колонны агрегата обслуживания разведены;
- кабель-заправочная мачта отведена в исходное положение;
- кабина обслуживания выдвинута из ниши стартового сооружения и установлена в рабочее положение, площадки кабины находятся в исходном положении;
- электродомкраты несущих стрел стартовой системы опущены до срабатывания конечных выключателей;
- оголовки несущих стрел стартовой системы подтянуты механизмами растяжки к секторам силового пояса и зафиксированы механизмами направления в среднем положении;
- опорные фермы стартовой системы разведены;
- направляющие устройства и нижние кабельные мачты опущены на площадки кабины обслуживания;
- захваты нижних направляющих устройств стартовой системы зафиксированы в среднем положении;
- верхняя кабельная мачта стартовой системы отведена в исходное положение.

### *3.5.2. Установка РКН в стартовую систему*

С помощью тепловоза транспортно-установочный агрегат (ТУА) с ракетой космического назначения транспортируют с технического комплекса РКН на стартовый комплекс. В 10 – 12 м от стартовой системы транспортный поезд останавливают, отцепляют и отводят в сторону тепловоз с агрегатом прикрытия, после чего подключают кабель ТУА к электроколонке СК и с

помощью самоходных тележек ТУА на малой скорости подводят ТУА с РКН к стартовой системе. Закрепленные на «крыльях» рамы ТУА гидроопоры переводят из транспортного положения в рабочее и опускают их на опорные «тарели» стартового сооружения. С помощью механизмов доводки производят закрепление ТУА к закладным элементам стартового сооружения, после чего «вывешивают» переднюю часть ТУА на гидроопорах и горизонтируют (опуская или поднимая гидроопоры).

Стрелу ТУА с РКН поднимают в вертикальное положение и «вывешивают» РКН над пусковой системой; регулируя винтовые стяжки механизмов доводки (подавая установщик вперед или назад), совмещают ось РКН с осью пусковой системы.

После установки транспортно-установочным агрегатом изделия в вертикальное положение в центре поворотной части стартовой системы к РКН подводятся опорные фермы с несущими стрелами, подвод которых осуществляется восемью гидродомкратами (по два в каждом основании стартовой системы).

Секторы опорных ферм стартовой системы при подводе к ракете замыкаются между собой, образуя вокруг РКН верхний силовой пояс (ВСП), воспринимающий сжимающие усилия от несущих стрел, предохраняя ракету от сжатия. При смыкании силового пояса оголовки несущих стрел не должны упираться в силовые конусы боковых блоков ракеты. При появлении такой опасности смыкание силового пояса прекращается и проверяется правильность установки ракеты в центре агрегата. В случае необходимости производится перемещение ТУА в продольном направлении при помощи винтовых стяжек механизмов доводки, в поперечном направлении – с помощью гидроопор агрегата.

Обслуживающий расчет поднимается на верхний силовой пояс, ставит страховочные стяжки, переходные мостки и поручни ограждения между секторами ВСП. По контрольным «маркам» на корпусе центрального блока РН проверяется взаимное положение РКН и секторов силового пояса с помощью входящего в состав стартовой системы комплекта средств контроля положения изделия.

При необходимости положение ракеты корректируется механизмами ТУА. Оголовок каждой несущей стрелы устанавливается по оси кармана бокового блока ракеты. С помощью механизмов растяжки и электродомкратов несущих стрел оголовки ставятся так, чтобы передний торец опорного сухаря оголовка находился на образующей силового конуса бокового блока ракеты, а его верхняя плоскость была на  $5 \pm 2$  мм ниже

опорной плоскости «кармана» бокового блока.

Каждая из несущих стрел при помощи механизма растяжки выдвигается к центру стартовой системы до тех пор, пока глубина вхождения оголовка стрелы в «карман» силового конуса бокового блока ракеты достигнет определенной величины ( $76 \pm 3$  мм), что контролируется по соответствующим рискам на опорном сухаре.

После заведения оголовков несущие стрелы с помощью электродомкратов поднимаются вверх до получения показания каждого силоизмерительного прибора  $2000 \pm 500$  кг, после чего подъем несущих стрел прекращается. Контролируется глубина вхождения оголовка каждой стрелы в «карман» силового конуса бокового блока ракеты. Приоткрывается верхний захват установщика и с помощью электродомкратов производится дальнейший подъем несущих стрел до показания на силоизмерительных приборах усилия на каждой стреле  $4000 \pm 500$  кг.

Дальнейшая передача веса ракеты на стартовую систему производится опусканием ТУА на гидроопорах до освобождения штанг механизма подвески.

В процессе опускания ракеты установщиком наблюдают за показаниями силоизмерительных приборов несущих стрел – допустимая разность показаний приборов – не более 2000 кг. При перегрузке какой-либо из несущих стрел производят ее опускание с помощью электродомкрата.

После передачи массы ракеты на стартовую систему вытаскиваются пальцы, связывающие серьги механизма подвески установщика с ракетой. Штанги механизма подвески закрепляются на стреле установщика в походном положении. Полностью раскрываются рычаги верхнего захвата и открываются замки консоли стрелы ТУА. Стрела ТУА опускается до походного положения, после чего ТУА опускается на гидроопорах и производится его отвод от стартовой системы.

После отвода ТУА сводятся ограждения стартовой системы, смыкаются ручки верхнего силового пояса. Устройства направляющие стартовой системы поднимаются в рабочее положение, после чего захваты направляющих головок вводятся в зацепление с кронштейнами боковых блоков ракеты. В случае несовпадения захватов УН и кронштейнов боковых блоков ракеты более 50 мм производится корректировка положения ракеты с помощью перемещения несущих стрел.

Устанавливаются в рабочее положение верхняя кабельная мачта, нижние кабельные мачты, которые подводятся с помощью гидродомкратов-тормозов и соединяются с направляющими устройствами. Таким образом,

ракета в стартовой системе находится в подвешенном состоянии на четырех несущих стрелах с фиксацией хвостовой части направляющими устройствами.

Производится подъем в рабочее положение кабель-заправочной мачты и колонн агрегата обслуживания, после чего поворотный круг стартовой системы разворачивается в требуемый азимут и начинаются операции прицеливания РКН. Разворачивается в требуемый азимут поворотная платформа кабины обслуживания, после чего ее площадки поднимаются в рабочее положение.

### *3.5.3. Прицеливание ракеты космического назначения*

Для обеспечения требуемой точности выведения космического аппарата на заданную орбиту, а также обеспечения падения отделяемых частей РКН в заданные районы по трассе полета (районы отчуждения) на СК производится операция прицеливания РКН.

Прицеливание РКН заключается:

- в ориентировании плоскости I – III РКН в направлении плоскости стрельбы;
- в установке нижнего (на блоке А) и верхнего (на блоке И) гировертикантов системы управления РН в положение, при котором их контрольные планки будут перпендикулярны к направлению плоскости стрельбы.

Прицеливание выполняется на незаправленной РКН в первый стартовый день. Контроль наведения гировертикантов после заправки не производится.

Прицеливание ракеты космического назначения типа "Союз" обеспечивается с помощью приборов прицеливания:

- в любое время суток;
- при температуре окружающей среды от +50 до –40°C;
- при скорости ветра до 25 м/с;
- при любых метеоусловиях и относительной влажности воздуха до 98% при температуре +20°C.

Расположение приборов прицеливания на стартовой позиции и РКН приведены на рис. 3.16, 3.17.

Для обеспечения прицеливания РКН по азимуту на стартовой позиции «провешиваются» и фиксируются с помощью коллиматоров и вех четыре геодезических направления.

За геодезическое направление принимается направление от вехи на

коллиматор. В зависимости от заданного азимута стрельбы выбираются два геодезических направления.

Направление, к которому производится «привязка» теодолита непосредственным визированием на сетку коллиматора, принимается за основное, через пентапризму – за контрольное.

Ориентирование в заданном направлении плоскости I – III РКН производится разворотом поворотного круга стартовой системы, а контрольных планок гировертикантов – разворотом по азимуту самих гировертикантов.

Вертикальность продольной оси РКН в стартовой системе обеспечивается механизмами стартовой системы (перемещением НС и УН, наклоном поворотного круга с помощью гидросистемы вертикализации и компенсации утечек).

Контроль вертикальности продольной оси РКН производится по контрольным фонарям РН с помощью двух теодолитов, установленных на нулевой отметке во взаимно перпендикулярных направлениях.

#### *3.5.3.1. Состав и назначение приборов прицеливания*

1. Коллиматор (совместно с вехой) предназначен для фиксирования «провешенного» геодезического направления.

2. Кронштейн нижний на блоке А предназначен для установки на его столике угломерного прибора (угломера).

3. Кронштейн верхний на третьей ступени РН предназначен для установки на его столике угломерного прибора (угломера).

4. Веха представляет собой светящийся ориентир, предназначенный для контроля положения визирной оси коллиматора.

5. Труба брезентовая служит для исключения влияния тумана и атмосферных осадков при работе с оптическими приборами по наведению изделия в плоскость стрельбы и состоит из 8 секций и 5 штативов.

6. Палатка служит для создания нормальных условий работы с приборами в полевых условиях (защита от осадков, пыли, солнца и ветра).

7. Теодолит предназначен для измерения угловых величин при прицеливании РКН.

8. Угломерный прибор блока А предназначен для контроля положения контрольной планки гировертиканта блока А методом автоколлимации.

9. Угломерный прибор третьей ступени РН предназначен для контроля положения контрольной планки гировертиканта блока третьей ступени

методом автоколлимации.

10. Накладный уровень служит для горизонтирования гировертикантов.

11. Призма предназначена для автоколлимационной привязки угломерных приборов к контрольным планкам гировертикантов.

12. Пентапризма предназначена для изменения направления луча на угол, равный  $90^\circ$ .

13. Длиннофокусная зрительная труба с марками предназначена для установки угломерного прибора под заданным углом к направлению стрельбы.

14. Светопровод СВУ предназначен для привязки приборов прицеливания между собой в условиях тумана, снега, дождя. Светопровод смонтирован стационарно на колонне агрегата обслуживания.

При проведении работ по прицеливанию РКН приняты следующие обозначения:

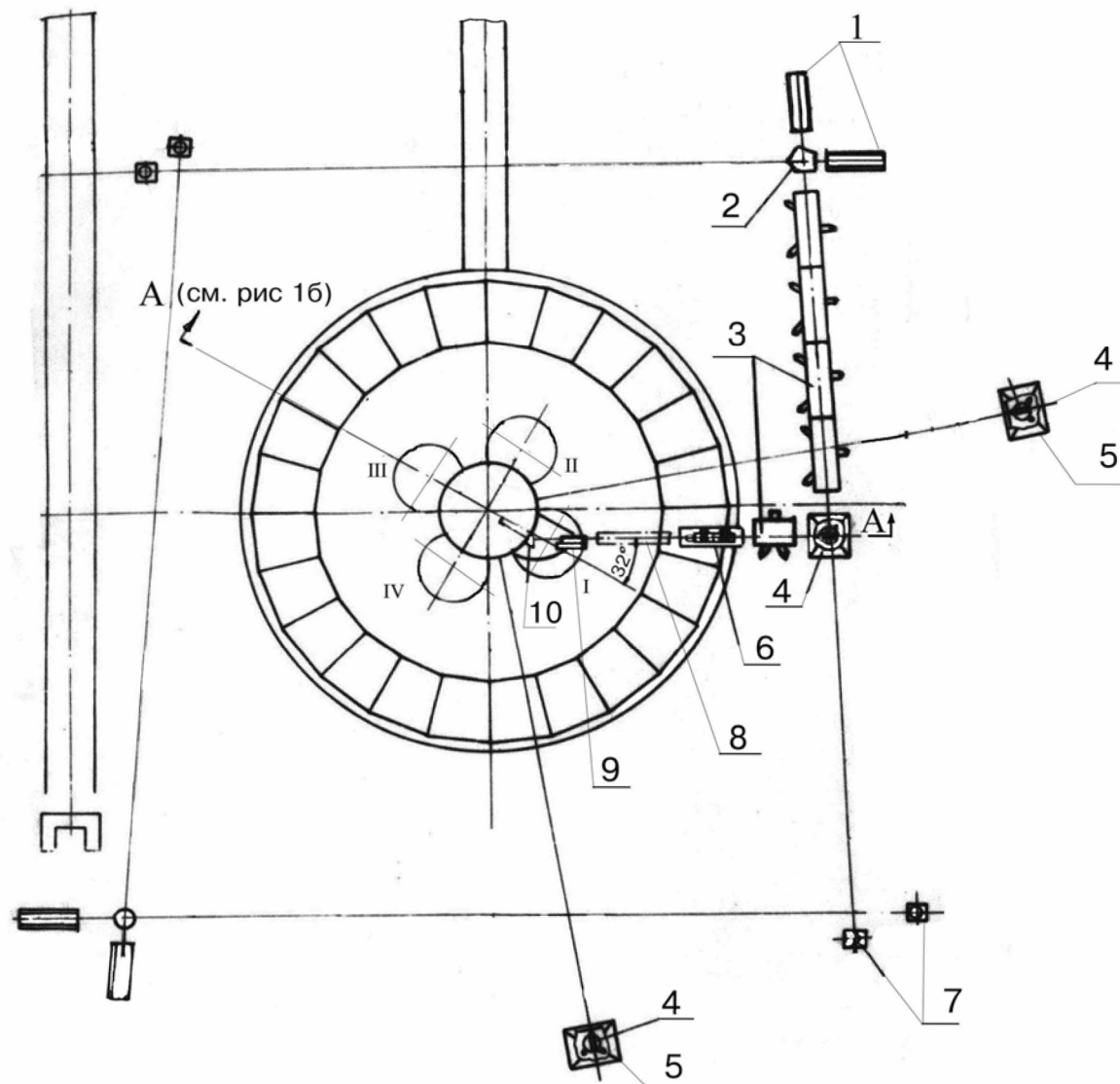
$a_1$  – азимут основного геодезического направления;

$a_2$  – азимут контрольного геодезического направления.

Значения  $a_1$ ,  $a_2$  определяются топогеодезической службой эксплуатирующей организации.

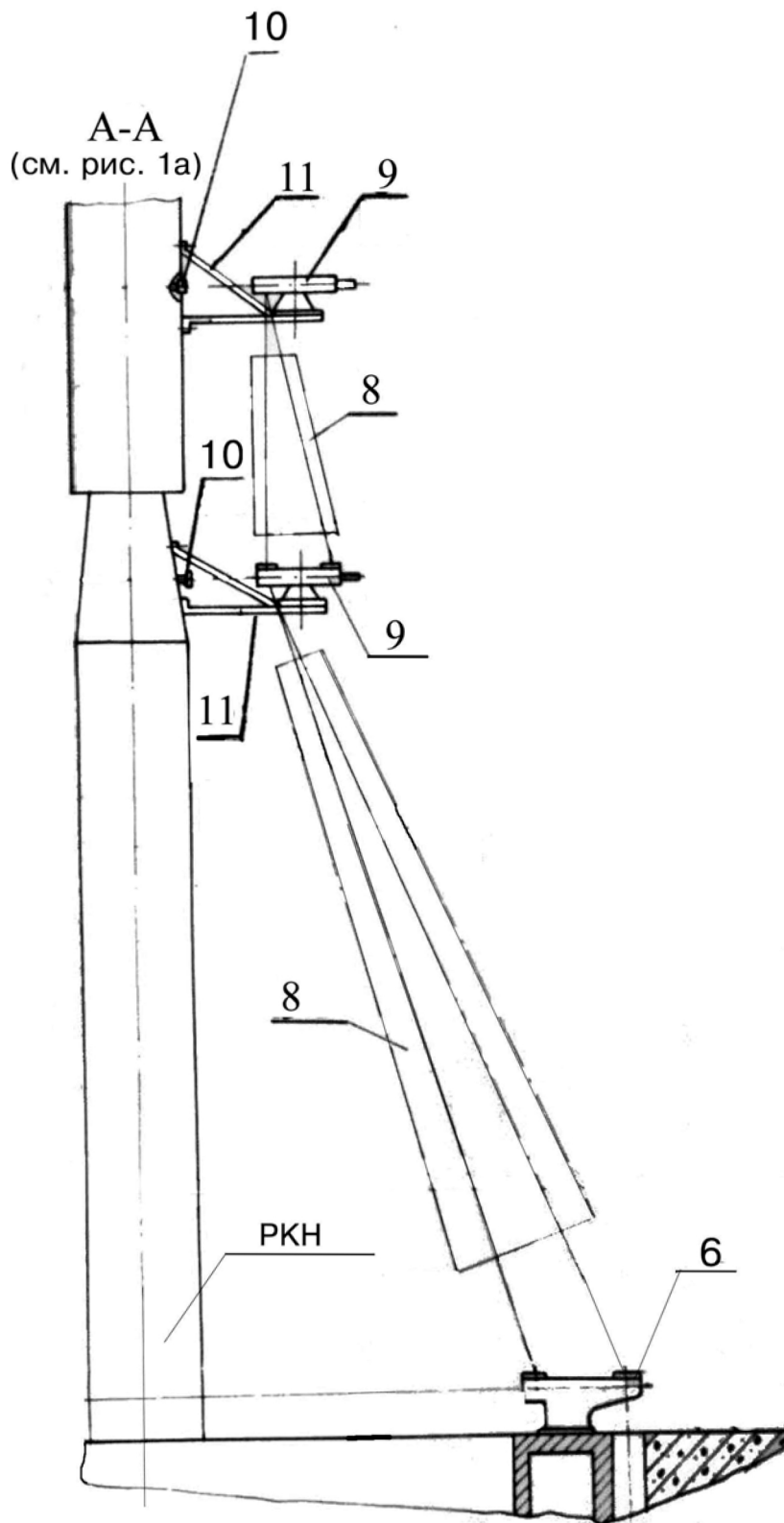
$A$  – заданный азимут направления стрельбы (значение берется из полетного задания).

Основное геодезическое направление (ОГН) – направление, «привязка» приборов прицеливания к которому производится непосредственным визированием на сетку коллиматора.



1-коллиматоры; 2-пентапризма; 3-труба брезентовая; 4-теодолит  
 5-палатка; 6-длиннофокусная зрительная труба; 7-электровехи;  
 8-светопровод; 9-угломерные приборы; 10-призма

Рис. 3.16 - Расположение приборов прицеливания



6-длиннофокусная труба; 8-светопровод; 9-угломерный прибор;  
10-призма; 11-кронштейн

Рис. 3.17 - Расположение приборов прицеливания

Контрольное геодезическое направление (КГН) – направление, «привязка» приборов прицеливания к которому производится через пентапризму;

$N$  – величина отклонения планки НГВ по нониусной шкале (значение « $N$ » берется из формуляра на РН).

### 3.5.3.2. Разворот РКН в стартовой системе в плоскость стрельбы и вертикализация продольной оси РКН

В зависимости от заданного азимута направления стрельбы «А» определяется пара рабочих коллиматоров, фиксирующих основное (ОГН) и контрольное (КГН) геодезические направления на стартовой системе.

Азимут направления стрельбы «А» берется из полетного задания.

Направление, «привязка» приборов прицеливания к которому производится непосредственным визированием на сетку коллиматора, принимается за основное, второе, «привязка» к которому производится через пентапризму, – за контрольное.

Операция разворота РКН производится по следующей технологии.

Открываются кожухи коллиматоров геодезических направлений и в лагеры устанавливаются зрительные трубы коллиматоров.

На объективы зрительных труб коллиматоров устанавливаются насадные линзы, открываются заслонки вех и подключается электропитание.

Вращая боковые наводящие винты горизонтальной наводки, совмещают сетки зрительных труб с изображением соответствующих вех (вертикальный штрих сетки зрительной трубы должен проходить через изображение вершины треугольника вехи).

При этом поле зрения должно иметь следующий вид:



Допускается смещение изображения треугольника вехи по высоте в пределах бисектора коллиматора.

После совмещения штриха сетки с вершиной треугольника вехи подвижные лагеры коллиматоров закрепляются стопорными винтами. Со зрительной трубы снимаются насадные линзы, кожуха коллиматоров закрываются.

Открывается крышка кожуха специального основания, установленного на поворотном круге стартовой системы, и в лагеры основания укладывается длиннофокусная зрительная труба с марками, к которой подключается электропитание. Закрывается крышка кожуха коллиматора.

Производится предварительный разворот стартовой системы с РКН в плоскость стрельбы (на угол  $\alpha=A$ ) по индикатору поворотного круга стартовой системы (рис.3.18).

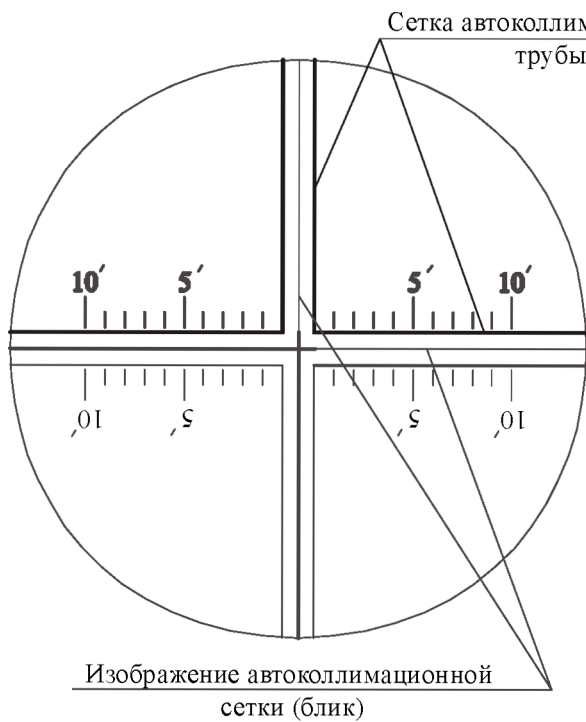
На блоках А и И вскрываются люки для доступа к нижнему и верхнему гировертикантам, расположенные по I плоскости стабилизации (в случае выпадения осадков в виде дождя и снега на площадках ферм обслуживания стартовой системы устанавливаются защитные палатки и защиты гировертикантов).

У люков блока А и блока третьей ступени (блок И) закрепляются кронштейны, предназначенные для установки на них столиков нижнего и верхнего угломерных приборов. На столиках кронштейнов устанавливаются угломерные приборы.

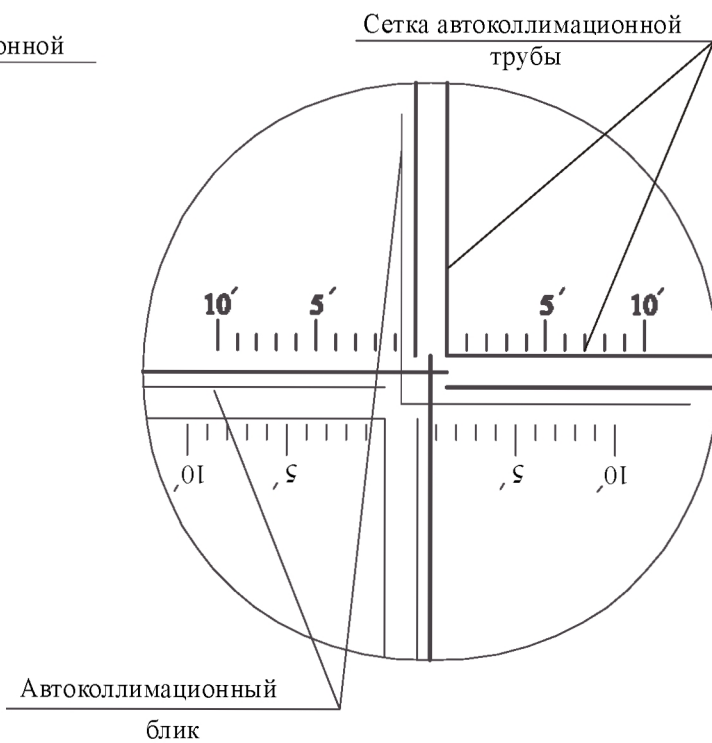
Нижний гировертикант горизонтируется в плоскостях стабилизации II-IV и I-III с помощью специальных накладных пятиминутных уровней.

Производится автоколлимационная «привязка» нижнего угломерного прибора, расположенного на кронштейне блока А, к призме, закрепленной на нижнем гировертиканте блока А, путем перемещения угломерного прибора на столике кронштейна и разворачивания его вокруг вертикальной оси до положения, при котором автоколлимационное изображение совпадет с сеткой автоколлимационной трубы угломерного прибора.

При этом поле зрения должно иметь следующий вид:



Правильно



Неправильно

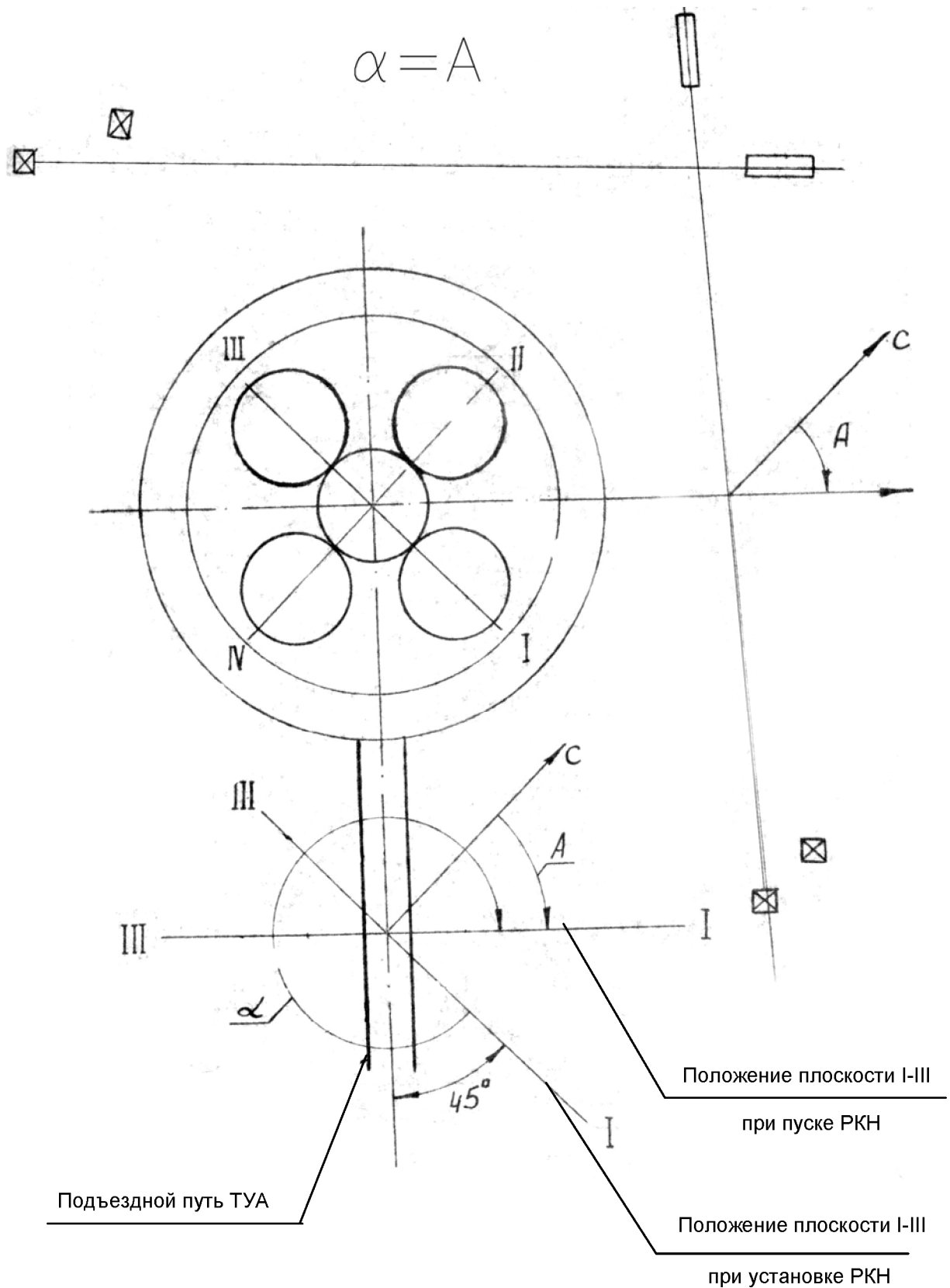
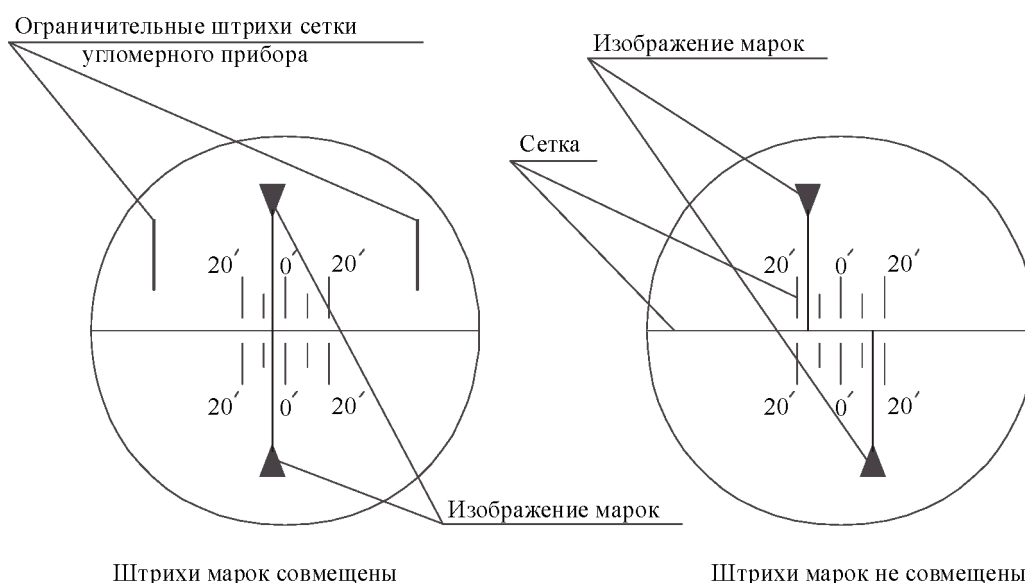


Рис. 3.18 - Предварительный разворот РКН в азимут стрельбы

После "привязки" нижнего угломерного прибора к призме угломерный прибор закрепляется на столике кронштейна. На лагера специального основания, расположенного на поворотном круге стартовой системы, укладывается длиннофокусная зрительная труба с марками.

Производится «привязка» этой длиннофокусной зрительной трубы к угломерной трубе нижнего угломерного прибора, для чего совмещается изображение марок длиннофокусной зрительной трубы в поле зрения угломерной трубы угломерного прибора путем вращения зрительной трубы с марками в горизонтальной плоскости боковыми наводящими винтами.

Поле зрения при этом имеет следующий вид:



На нулевой отметке стартового комплекса устанавливается теодолит так, чтобы в его зрительную трубу были видны перекрестия трубы коллиматора, основного геодезического направления и длиннофокусной зрительной трубы с марками (рис. 3.19).

Над теодолитом устанавливается палатка. Между палаткой и длиннофокусной зрительной трубой с марками, в случае необходимости, устанавливаются на штативах брезентовые трубы.

Производится расчет угла разворота теодолита по азимуту по формуле  $\delta = 180^\circ + A - a_1$ , где

$A$  – азимут направления стрельбы;

$a_1$  – азимут основного геодезического направления;

$\delta$  – угол разворота теодолита по азимуту.

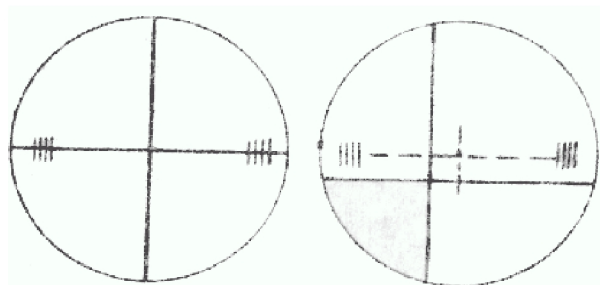
Если рассчитанное значение угла " $\delta$ " будет больше  $360^\circ$ , то из него надо вычесть  $360^\circ$ .

Если рассчитанное значение угла " $\delta$ " будет отрицательным, то его абсолютную величину надо вычесть из  $360^\circ$ .

Труба теодолита наводится на объектив трубы коллиматора до совмещения штрихов изображения сетки трубы коллиматора с сеткой теодолита. Совмещение штрихов сеток производится микрометрическим винтом теодолита.

При этом поле зрения имеет следующий вид:

Теодолит 2Т2А



Правильно

Неправильно

После точного совмещения штрихов сеток снимается отсчет «0» по горизонтальному лимбу теодолита.

Далее трубу теодолита разворачивают по часовой стрелке до точного совмещения вертикальных штрихов сеток теодолита и длиннофокусной зрительной трубы с марками и снимают отсчет «0<sub>1</sub>» по горизонтальному лимбу теодолита.

Имея значения «0», «0<sub>1</sub>», «δ», определяют неточность разворота РКН в стартовой системе в плоскость стрельбы по формуле

$$T = 0_1 - 0 - \delta, \text{ где}$$

T – ошибка разворота РКН в стартовой системе;

δ – угол разворота теодолита по азимуту.

Если измеренная ошибка «Т» разворота РКН в стартовой системе в плоскость стрельбы больше  $\pm 10'$ , то необходимо довернуть РКН плоскостью I – III в направлении плоскости стрельбы путем разворота поворотного круга стартовой системы, при этом необходимо повторить отсчеты «0», «0<sub>1</sub>», наводя теодолит соответственно на трубу коллиматора и длиннофокусную зрительную трубу, и подсчитать ошибку разворота РКН в стартовой системе.

Ошибка «Т» разворота РКН в плоскость стрельбы плоскостью I – III записывается со своим знаком.

Получение знака «минус» указывает на то, что плоскость I – III РКН развернута левее цели, в случае получения знака «плюс» – правее цели.

Работы по развороту считаются законченными, если ошибка «Т» будет меньше  $\pm 10'$ .

После завершения работ по развороту РКН в плоскость стрельбы

проводятся работы по вертикализации продольной оси РКН в стартовой системе по контрольным фонарям, устанавливаемым на блоке А РН на ТК РН согласно маркировке на фонарях и блоке А.

На нулевой отметке стартовой системы в секторах III - IV, I - IV или I - II, I - IV плоскостей стабилизации РКН устанавливаются два теодолита на штативах (рис. 3.20), к теодолитам подключается электропитание (в случае необходимости устанавливаются защитные палатки). Теодолиты горизонтируются с точностью до половины деления шкалы ампулы уровня.

Производится наведение вертикального штриха сетки трубы теодолита на середину щели верхнего контрольного фонаря.

Затем трубу теодолита разворачивают вокруг горизонтальной оси до появления в поле зрения изображения щели нижнего контрольного фонаря.

Величина несовпадения изображения середины щели нижнего контрольного фонаря с вертикальным штрихом сетки теодолита определяет угол наклона продольной оси РКН от вертикали.

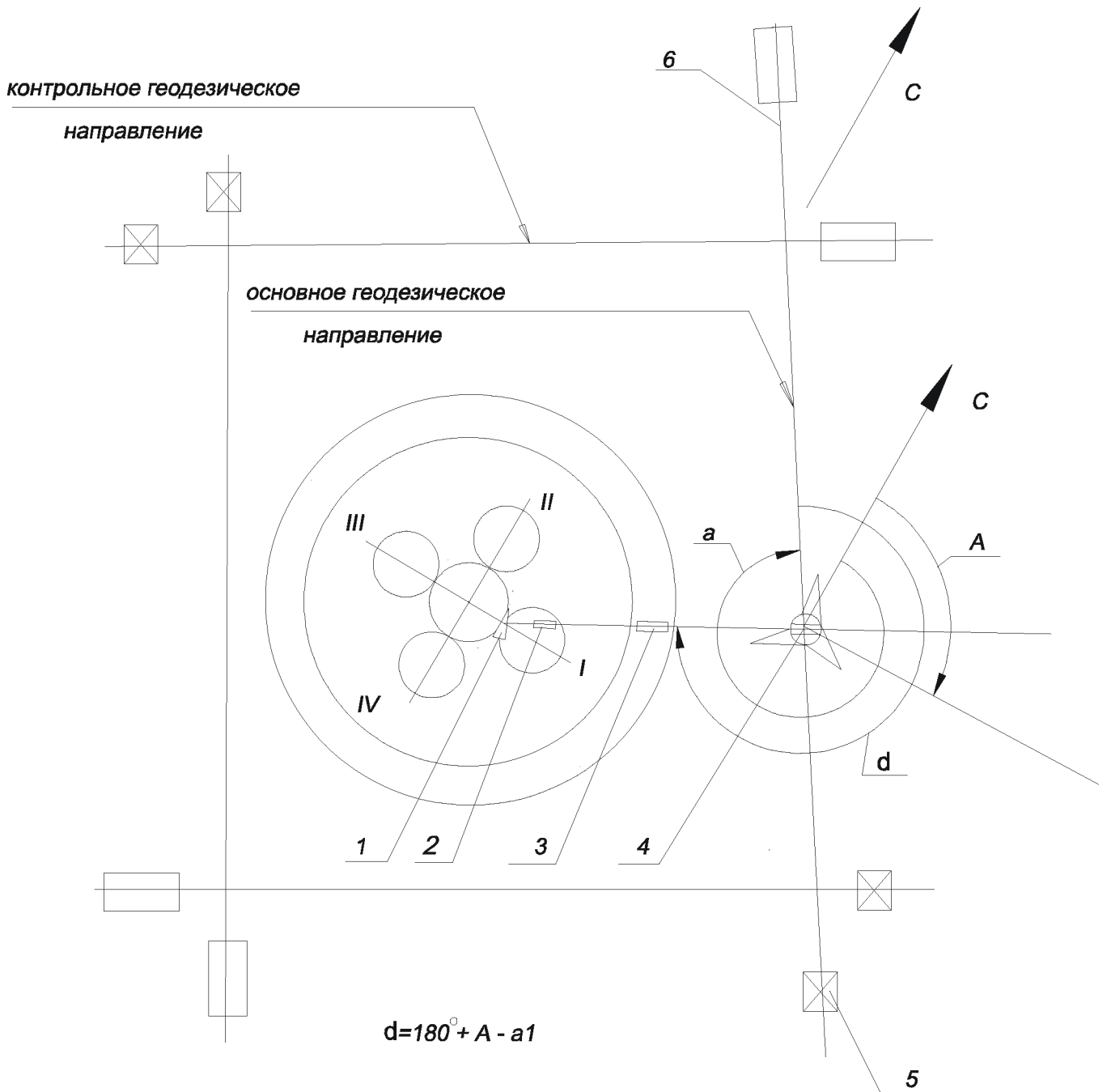
Смещение щели изображения нижнего фонаря влево от вертикального штриха сетки теодолита соответствует наклону РКН влево и записывается со знаком «минус», вправо – со знаком «плюс».

Если измеренное значение невертикальности составляет больше 1', производится вертикализация РКН механизмами стартовой системы и повторяются операции по определению невертикальности продольной оси РКН.

Операции по вертикализации РКН выполняются до тех пор, пока значения невертикальности РКН не будет меньше 1'.

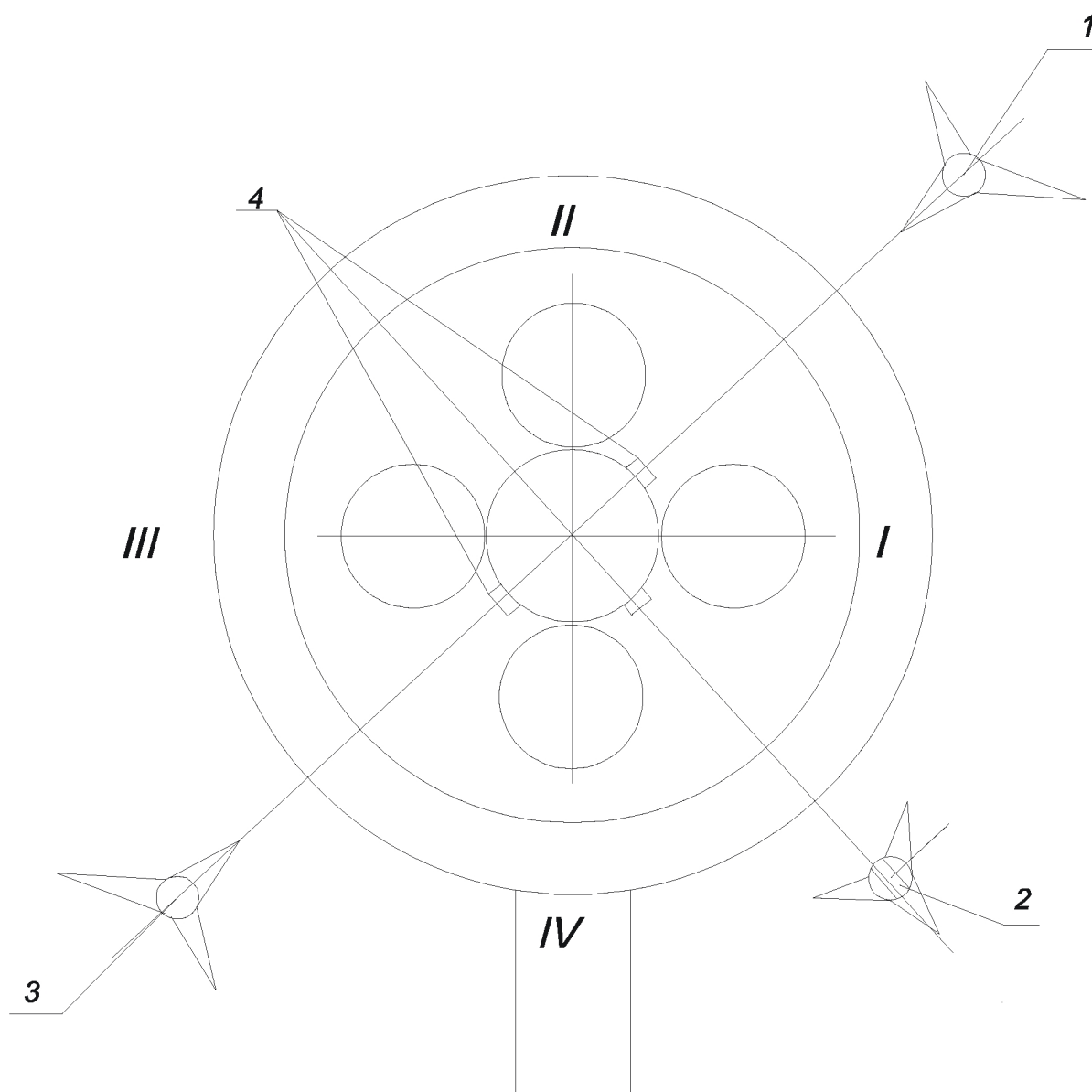
После завершения вертикализации производится поддомкрачивание поворотного круга стартовой системы и выравниваются нагрузки от веса РКН на несущие стрелы, после чего замеряется невертикальность продольной оси РКН (значения невертикальности не должны превышать 1').

Окончательные значения точности разворота РКН в плоскость стрельбы и невертикальности продольной оси РКН (со своими знаками) записываются в карточку контроля.



- 1-призма; 2-угломерный прибор;  
 3-длиннофокусная зрительная труба с марками;

Рис. 3.19 – Наведение изделия и ГВ в плоскость стрельбы по основному геодезическому направлению



1, 2, 3 - спецтеодолит

4-контрольные фонари

Рис. 3.20 – Вертикализация продольной оси РКН

### 3.5.3.3. Наведение нижнего и верхнего гировертикантов (контрольных планок гировертикантов) в плоскость стрельбы

После разворота РКН в плоскость стрельбы производится наведение нижнего и верхнего гировертикантов в плоскость стрельбы.

Вначале в плоскость стрельбы наводится нижний гировертикант (на блоке А).

Производится горизонтирование гировертиканта по накладным пятиминутным уровням с точностью половины шкал уровней.

Зрительная труба теодолита наводится на трубу коллиматора основного геодезического направления до совмещения вертикальных штрихов сеток с помощью микрометричного винта теодолита. После совмещения сеток теодолита и трубы коллиматора снимается отсчет «0» по горизонтальному лимбу теодолита.

Затем зрительная труба теодолита разворачивается по часовой стрелке на расчетный угол « $\delta$ ». На лимбе теодолита должен быть отсчет, равный « $\delta_{уст}$ », который определяется по формуле:

$$\delta_{уст} = 0 + \delta.$$

Длиннофокусная зрительная трубка с марками расфиксируется и разворачивается до точного совмещения в поле зрения теодолита сеток длиннофокусной зрительной трубы с маркерами и теодолита. После разворота длиннофокусная зрительная труба с марками в лагерах основания фиксируется становым винтом.

Далее раскрепляется поворотная часть нижнего угломерного прибора, и наблюдая в угломерную трубу, прибор разворачивают вокруг вертикальной оси до точного совмещения в поле зрения угломерной трубы угломерного прибора изображений штрихов марок длиннофокусной зрительной трубы с марками. Поворотная часть угломерного прибора закрепляется.

Затем выполняется наведение контрольной планки нижнего гировертиканта в плоскость стрельбы, для чего:

– поворотная часть нижнего гировертиканта расконтривается специальным ключом;

– путем вращения винтов гировертиканта специальными ключами НГВ разворачивается до точного совмещения в поле зрения отраженного от призмы изображения сетки с действительным изображением сетки автоколлимационной трубы угломерного прибора;

– производится закрепление поворотной части НГВ специальным ключом.

Далее производится наведение в плоскость стрельбы верхнего

гировертиканта (на блоке И).

Верхний гировертикант наводится в плоскость стрельбы по штрихам марок нижнего угломерного прибора, закрепленного на кронштейне блока А.

Горизонтируются призма ВГВ, установленная на контрольной планке ВГВ, и верхний угломерный прибор.

Поворотную часть верхнего угломерного прибора раскрепляют и, наблюдая в угломерную трубу, разворачивают ее вокруг вертикальной оси до точного совмещения в поле зрения изображений штрихов марок нижнего угломерного прибора. После совмещения штрихов марок поворотная часть верхнего угломерного прибора закрепляется.

Затем наводится контрольная планка ВГВ в плоскость стрельбы, для чего:

- поворотная часть ВГВ расконтривается;
- путем вращения винтов гировертиканта специальным ключом ВГВ разворачивается до точного совмещения в поле зрения отраженного от призмы изображения сетки с действительным изображением сетки автоколлимационной трубы верхнего угломерного прибора;
- производится закрепление поворотной части ВГВ специальным ключом.

#### *3.5.4. Работы, проводимые до заправки РН*

После установки и наведения РКН производятся следующие операции по подготовке РН к проведению генеральных испытаний и к заправке:

- подключают к стационарному воздуховоду на агрегате обслуживания и к люкам на КГЧ коммуникации ВСОТР и начинают термостатирование КГЧ;
- выводят на «нулевую» отметку стартового сооружения и устанавливают возле соответствующих заправочных колонок передвижные заправочные агрегаты горючего и пероксида водорода.
- пневматические коммуникации наземного технологического оборудования продувают и подключают к отстыковываемым частям пневмоколодок, установленных на ракете;
- заправочные коммуникации наземного технологического оборудования подключают к заправочным горловинам и наполнительным соединениям РН и к горловинам заправочных коллекторов;
- электрические коммуникации наземного технологического оборудования подключают к бортовым штепсельным разъемам.
- проводят автономные испытания агрегатов и систем РКН и СК;
- проводят генеральные испытания с регистрацией параметров РКН и оборудования стартового комплекса системами измерений СК и

измерительного комплекса космодрома.

По результатам расшифровки и анализа результатов генеральных испытаний дается заключение о допуске РКН и СК к дальнейшим работам.

Расположение агрегатов технологического оборудования на «нулевой» отметке стартового сооружения показано на рис. 3.21.

### 3.5.5. Заправка РН

Перед заправкой ракеты снимаются транспортировочные крышки с ДПК баков, подается управляющее давление на борт ракеты для открытия ДПК баков. В камеры сгорания ДУ I-II ступеней устанавливаются пирозажигательные устройства (ПЗУ).

*Типовой график заправки РН «Союз»*

Наименование операции	Начало	Окончание
Заправка блока III ступени (бл. И) продуктом Т-1	Т – 3 ч 40мин	Т – 2 ч 55мин
Заправка блоков I-II ступеней (бл. А-Д) продуктом Т-1	Т – 3 ч 35мин	Т – 3 ч 30мин
Охлаждение насосов системы заправки окислителем	Т – 3 ч 35мин	Т – 3 ч 15мин
Охлаждение коммуникаций и баков изделия	Т – 3 ч 15мин	Т – 3 ч 00мин
Заправка блока III ступени жидким кислородом	Т – 3 ч 00мин	Т – 2 ч 10мин
Заправка блоков I-II ступеней жидким кислородом	Т – 3 ч 00мин	Т – 2 ч 25мин
Охлаждение и заправка блоков I-II ступеней жидким азотом	Т – 2 ч 50мин	Т – 2 ч 20мин
Заправка блоков I-II ступеней пероксидом водорода	Т – 2 ч 15мин	Т – 1 ч 55мин
Т– время подачи команды «Ключ на старт»		

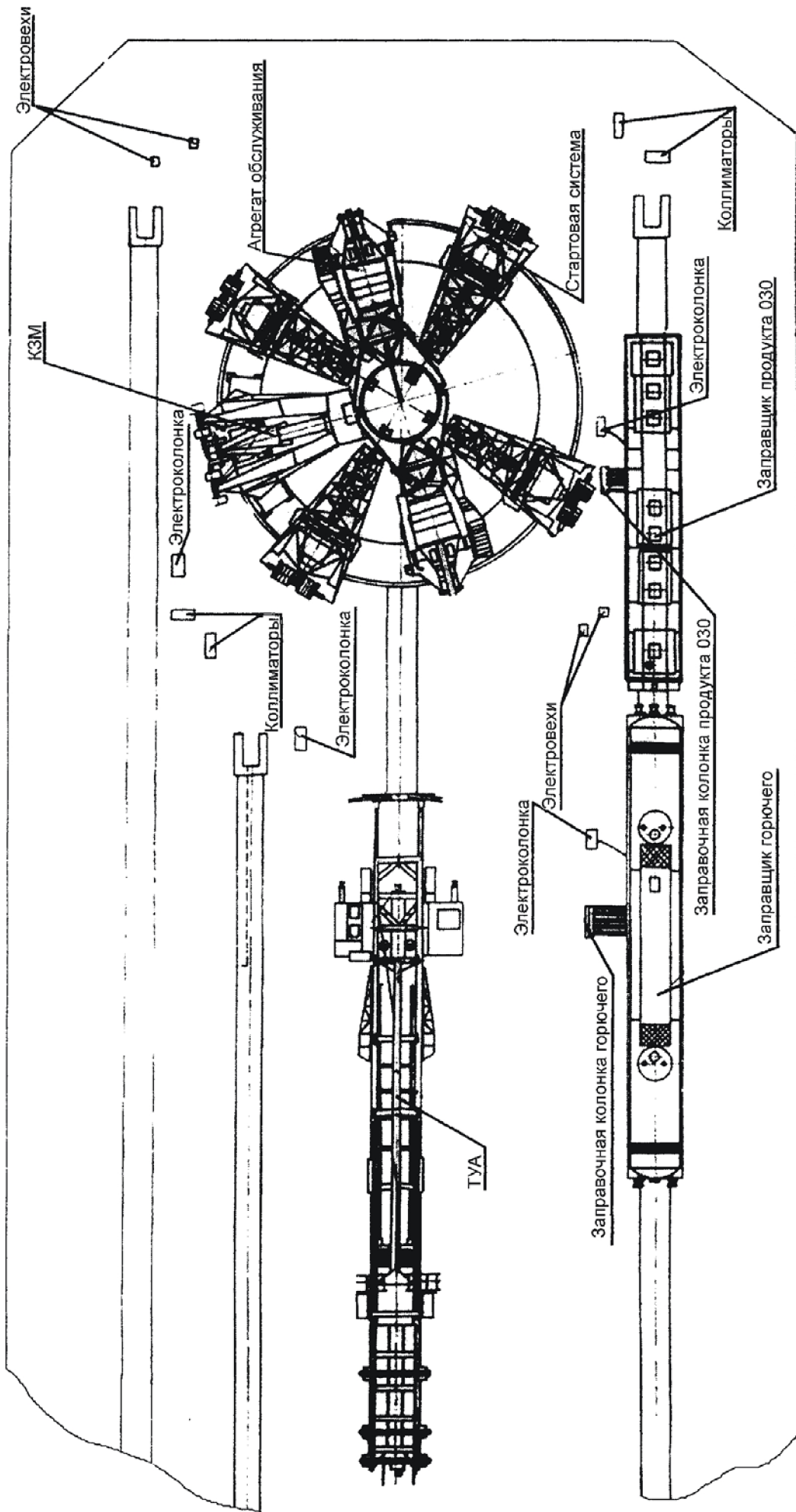


Рис. 3.21 - Размещение агрегатов на «нулевой» отметке стартового сооружения

Во время охлаждения наземных заправочных магистралей, коммуникаций и баков ракеты и во время заправки РН криогенными компонентами производится вращение валов турбонасосных агрегатов ДУ I-II ступеней вручную во избежание примерзания валов ТНА.

При заправке ракеты компонентами топлива производится обогрев автоматики ДУ горячим воздухом, контролируется срабатывание ДПК окислителя.

### *3.5.6. Заключительные операции перед пуском*

Перед пуском ракеты космического назначения выполняются заключительные операции по подготовке ее к пуску:

- отстыковываются и отводятся заправочные коммуникации окислителя, горючего и пероксида водорода от блоков А-Д;

- отводятся заправочные агрегаты горючего и пероксида водорода на безопасное расстояние;

- опускаются в горизонтальное положение колонны агрегата обслуживания;

- опускаются в исходное положение площадки кабины обслуживания, кабина обслуживания отводится в нишу стартового сооружения и фиксируется в ней стопорным устройством;

- эвакуируется в безопасную зону или в сооружения командных пунктов СК обслуживающий персонал;

- приводятся в полную готовность противопожарные средства.

### *3.5.7. Проведение пуска РКН*

Пуск РКН «Союз» осуществляется в следующей последовательности:

- после объявления минутной готовности к пуску (за ~10 мин до команды «Пуск») по команде «Сброс ШО объекта» оператор пульта управления стартового (ПУС) нажимает кнопку «Сброс ШО», после чего электроразъем КА отстыковывается и пружиной отводится в корзину ловителя, расположенного на кабель-заправочной мачте;

Примечание: время подачи команды «Сброс ШО объекта» может варьироваться в пределах от 10 до ~2,5 мин. до команды «Пуск» и определяется особенностями конкретного КА.

- по команде «Ключ на старт», подаваемой за 7–10 мин. до команды «Пуск», оператор центрального пульта наземного проверочно-пускового электрооборудования системы управления (НППЭО СУ) вставляет ключ

«Управление пуском» в гнездо пульта, завершая тем самым операции подготовки НППЭО СУ к пуску;

– по команде «Протяжка 1» включаются регистраторы системы предстартовых измерений параметров агрегатов и систем технологического оборудования СК;

– по команде «Продувка», подаваемой за ~6 мин до команды «Пуск», оператор центрального пульта НППЭО СУ нажимает кнопку «Продувка», после чего начинается продувка камер сгорания двигательных установок и хвостовых отсеков блоков А-Д РН азотом;

– по команде «Протяжка 2» регистраторы измерительного пункта космодрома начинают регистрировать параметры, транслируемые бортовой системой измерений РКН;

– по команде «Ключ на дренаж», подаваемой за ~3 мин 50 сек. до команды «Пуск», оператор центрального пульта НППЭО СУ поворачивает по часовой стрелке ключ «Управление пуском», после чего закрываются дренажные и дренажно-предохранительные клапаны баков РН и прекращается подпитка баков РН жидкими кислородом и азотом;

– по команде «Наддув», подаваемой не более чем за 3 мин. до команды «Пуск», оператор центрального пульта НППЭО СУ нажимает кнопку «Наддув», после чего включаются электропневмоклапаны пневмоцитов стартовых и пневмоцитка мачтового и производится наддув баков РН, одновременно отстыковывается электроразъем системы измерений на приборном отсеке блока А;

– по команде «Земля-борт», подаваемой за 15 – 30 сек. до команды «Пуск», оператор пульта верхнего блока НППЭО СУ нажимает кнопку «Земля-борт», после чего отстыковывается и отводится механизмом отвода гидроколодка ЖСОТР от КА, отстыковываются и пружинами отводятся в корзину ловителя электроразъемы верхней ступени РН, отстыковываются и пружинами отводятся наполнительные соединения окислителя, горючего и пневмоколодка III ступени РН. Система управления III ступени переходит на бортовое питание. По сумме сигналов об отстыковке всех связей «Земля-борт» от III ступени РН и от КА открывается электромеханический замок кабель-заправочной мачты и КЗМ под действием противовесов отводится от РКН;

– по команде «Пуск», подаваемой за ~20 сек. до расчетного времени старта, оператор центрального пульта НППЭО СУ нажимает кнопку «Пуск», после чего происходит отстыковка электроразъемов системы управления на приборном отсеке блока А и верхняя кабель-мачта под действием

противовесов отводится от РКН. Система управления I-II ступеней РН переходит на бортовое питание, включается система эжекции стартового сооружения, запускается временной механизм двигательных установок НППЭО СУ и начинается процесс запуска двигателей блоков А-Д. После того, как тяга двигателей превысит вес РКН, начинается ее подъем.

На начальном участке движения РКН (~50 – 60 мм) ее движение направляется оголовками несущих стрел и захватами УН стартовой системы. После потери контакта с РН опорные фермы с несущими стрелами отходят от РКН под действием противовесов, а УН и НКМ – под собственным весом. Сигнал «Контакт подъема» (КП) формируется при отрыве электроразъемов системы управления на хвостовом отсеке центрального блока РН, по команде «КП» система управления РН формирует команду на отстыковку (сброс) пневматических и «холодных» колодок блоков А-Д.

### *3.5.8. Работы, проводимые после пуска РКН*

Послепусковые работы включают внешний осмотр всего оборудования стартового комплекса, проверку на функционирование систем и агрегатов, замену узлов разового действия, дренажирование наземных коммуникаций и т. д. После проведения послепусковых работ стартовый комплекс ставится на хранение.

### *3.5.9. Работы, проводимые в случае несостоявшегося пуска*

При отмене пуска по каким-либо причинам производят слив компонентов топлива и снятие РКН со стартовой системы. Эти работы включают:

- подведение средств обслуживания к РКН;
- эвакуацию космонавтов (при запуске пилотируемого КА);
- пристыковку коммуникаций систем горючего и окислителя;
- возобновление термостатирования РКН;
- проверку систем связи, телевизионное наблюдение;
- включение систем вентиляции и газового анализа и др.

После выполнения указанных работ приступают к сливу компонентов топлива из баков РН, а затем (после сборки необходимых коммуникаций) к сливу остатков горючего из трубопроводов и камер сгорания двигательных установок РН. Остатки криогенных компонентов выпаривают, а сжатые газы из бортовых баллонов отводят в ресиверную.

После слива компонентов топлива и отвода сжатых газов отстыковывают от РКН все коммуникации, подводят к стартовой системе транспортно-установочный агрегат, переводят его в рабочее положение и снимают РКН со стартовой системы, после чего транспортируют ТУА с РКН на технический комплекс РКН.

#### **4. ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ПОДГОТОВКИ И ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПУСКА РАКЕТ-НОСИТЕЛЕЙ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ НА КОСМОДРОМЕ КУРУ**

Технология подготовки ракеты космического назначения (РКН) к пуску в Гвианском космическом центре (ГКЦ) имеет ряд принципиальных отличий от технологии подготовки, принятой для космодромов Байконур и Плесецк. Вызвано это в первую очередь тем, что большинство иностранных аппаратов требуют, чтобы продольная ось КА в процессе наземной подготовки сохраняла вертикальное положение. Поэтому технология подготовки КА и КГЧ применительно к ГКЦ разработана таким образом, что при всех операциях (сборке КГЧ, ее транспортировке, установке на РН) ось КА оставалась вертикальной. На российских космодромах КГЧ транспортируются между площадками космодрома, пристыковываются к РН, транспортируются в составе РКН на СК в горизонтальном положении, и лишь на СК РКН с помощью транспортно-установочного агрегата переводится в вертикальное положение.

Согласно разработанной для ГКЦ технологии только ракета-носитель (3 ступени) доставляется на ТУА в горизонтальном положении на СК и переводится в вертикальное положение.

Таким образом, технология подготовки РКН в ГКЦ выглядит следующим образом:

- сборка трех ступеней РН производится в МИКе в горизонтальном положении, при этом пристыковка III ступени РН к «пакету» (связке из блоков I и II ступеней) производится до перекладки его на транспортно-установочный агрегат (ТУА) (на российских космодромах III ступень стыкуется к «пакету», лежащему на ТУА, в процессе пристыковки к «пакету» системы «КГЧ+III ступень»);

- вывоз собранной РН в составе III ступеней на стартовый комплекс (СК) производится на ТУА в горизонтальном положении с последующей установкой РН в вертикальное положение в стартовую систему;

- сборка космической головной части (КГЧ) в составе космического аппарата (КА), разгонного блока (РБ) и головного обтекателя (ГО) производится на техническом комплексе (ТК) КГЧ в вертикальном положении в специальном стенде, в таком же положении КГЧ перегружается на специальный транспортный агрегат и доставляется на СК;

- стыковка КГЧ с РН (сборка РКН), установленной в стартовую систему, производится также в вертикальном положении. При этом круговое обслуживание РН и КГЧ при сборке РКН на СК производится с мобильной башни обслуживания (МБО), оснащенной краном соответствующей грузоподъемности для установки КГЧ на РН.

#### **4.1. Механосборочные работы, проводимые с РН на ТК РН**

Механосборочные работы, проводимые с РН выполняются в следующей последовательности:

- поочередная выгрузка отсеков «2А», «1А», блоков «Д» («Б», «Г», «В») и блока III ступени РН из контейнеров в примыкающем к МИКу помещении (так называемом ангаре выгрузки) и поочередная доставка отсеков и блоков на тележках из ангара выгрузки в зал испытаний РН;
- стыковка на монтажно-стыковочных тележках отсеков «1А» и «2А» центрального блока. После механической стыковки отсеков производится стыковка электрических разъемов, трубопроводов;
- проведение пневматических и электрических испытаний;
- перекладка испытанного центрального блока «А» двумя кранами с монтажно-стыковочных тележек на стапель сборки «пакета»;
- поочередная подготовка боковых блоков «Д» («Б», «Г», «В») и поочередная пристыковка боковых блоков к центральному блоку «А» (сборка «пакета»);
- стыковка электрических связей между центральным блоком «А» и боковыми блоками;
- подготовка блока III ступени РН к стыковке с фермой блока «А» (рис. 4.1);
- подготовка фермы блока «А» к стыковке с блоком III ступени РН (рис. 4.1);
- пристыковка блока III ступени РН двумя кранами с применением поперечных и продольных траверс к ферме блока «А», находящегося в составе «пакета», уложенного на стапеле сборки (рис. 4.2);
- проведение на собранной РН автономных и комплексных испытаний с имитацией полета РН и контролем работы бортовых систем в соответствии с программой полета и записью на телеметрию;
- проведение на испытанной РН заключительных операций. В

заключительные операции входят работы по установке на РН приборов, контрольных фонарей на блок «А» для контроля вертикальности продольной оси РН на СК, отключение наземной кабельной сети от РН, закрытие люков, обеспечение влагозащиты РН;

- перекладка собранной РН со стапеля сборки «пакета» на транспортно-установочный агрегат (ТУА) (рис. 4.3);
- транспортировка собранной РН из МИКа РН на СК (рис. 4.4);
- установка собранной РН в стартовую систему (рис. 4.5);
- вертикализация РН.

## **4.2. Механосборочные работы, проводимые с КГЧ на ТК КГЧ**

Работы по сборке КГЧ проводятся в следующей последовательности:

- поочередная выгрузка и доставка створок ГО из контейнеров в ангар выгрузки ТК РН (рис 4.6, 4.7);
- транспортировка створок ГО поочередно на подставке-кантователе автомобильным транспортом из ангара выгрузки ТК РН в шлюзовую «камеру» сооружения S3B (это сооружение входит в состав комплекса «Ариан», находится на расстоянии от МИКа РН «Союз» ~ 10 км и предоставляется временно только для работ, описанных в этом разделе);
- выгрузка одной створки совместно с подставкой-кантователем на пол шлюзовой «камеры» (рис. 4.8), затем так же другой;
- расчехление и очистка створок ГО от пыли в шлюзовой «камере»;
- установка проставок на створки ГО;
- кантование створок ГО на подставке-кантователе в вертикальное положение и перенос створок на подставку в зал сборки КГЧ (рис 4.8, 4.9);
- доставка системы «РБ+ПхО» в зал сборки КГЧ, установка ее в стенд на переходное кольцо стенда и закрепление (рис. 4.9);
- доставка КА в зал сборки КГЧ, установка его на РБ (рис. 4.9);
- подготовка створок ГО на подставке к сборке КГЧ (рис. 4.9);
- установка створок с проставками на ПхО системы «ПхО+РБ+КА» (рис. 4.9);
- сборка КГЧ: стыковка створок ГО между собой, подъем ГО, снятие проставок с ПхО, опускание ГО на стыковочный шпангоут ПхО и стыковка ГО с ПхО (рис. 4.10) (необходимость проставок обусловлена наличием на торцевом шпангоуте створок ГО направляющих штырей, которые не позволяют стыковать створки сразу к шпангоуту ПхО);
- установка такелажного приспособления краном на КГЧ для снятия КГЧ со стенда (рис. 4.10);

- снятие КГЧ совместно с переходным кольцом краном со стенда и установка КГЧ в вертикальном положении на транспортный агрегат, установленный в шлюзовой камере, для транспортирования ее с ТК КГЧ на СК (рис. 4.10);
- транспортировка КГЧ на СК с обеспечением наддува внутренней полости ГО от автономной системы транспортного агрегата (рис. 4.10) (наддув должен обеспечить постоянное избыточное давление под ГО для исключения попадания под него пыли и влаги).

#### **4.3. Механосборочные работы, проводимые с РКН на стартовом комплексе**

Сборка РКН на СК производится в следующей последовательности:

- переключение системы наддува КГЧ от автономной системы транспортного агрегата к системе наддува СК;
- закрепление канатов траверсы за такелажное приспособление на КГЧ для ее подъема с транспортного агрегата;
- подъем КГЧ краном МБО с транспортного агрегата и установка на подставку на площадке с отметкой +27 м МБО, подключение ВСОТР к КГЧ (рис. 4.11);
- снятие вручную защитного чехла со стыковочного шпангоута блока III ступени РН;
- подготовка стыковочного шпангоута блока III ступени РН, электрических связей и пневматических соединений блока III ступени РН для стыковки с КГЧ;
- отстыковка КГЧ от кольца переходного. Подъем КГЧ краном МБО с подставки и установка КГЧ на стыковочный шпангоут блока III ступени РН (рис. 4.12);
- проведение механической стыковки КГЧ с блоком III ступени РН (сборка РКН), стыковка пневмо- и электросоединителей;
- снятие такелажного приспособления с КГЧ и эвакуация его на нулевую отметку с помощью крана МБО;
- снятие верхнего бандажа с ГО (полубандажей) подвеской и эвакуация его на нулевую отметку с помощью крана МБО;
- снятие принадлежностей с РКН.

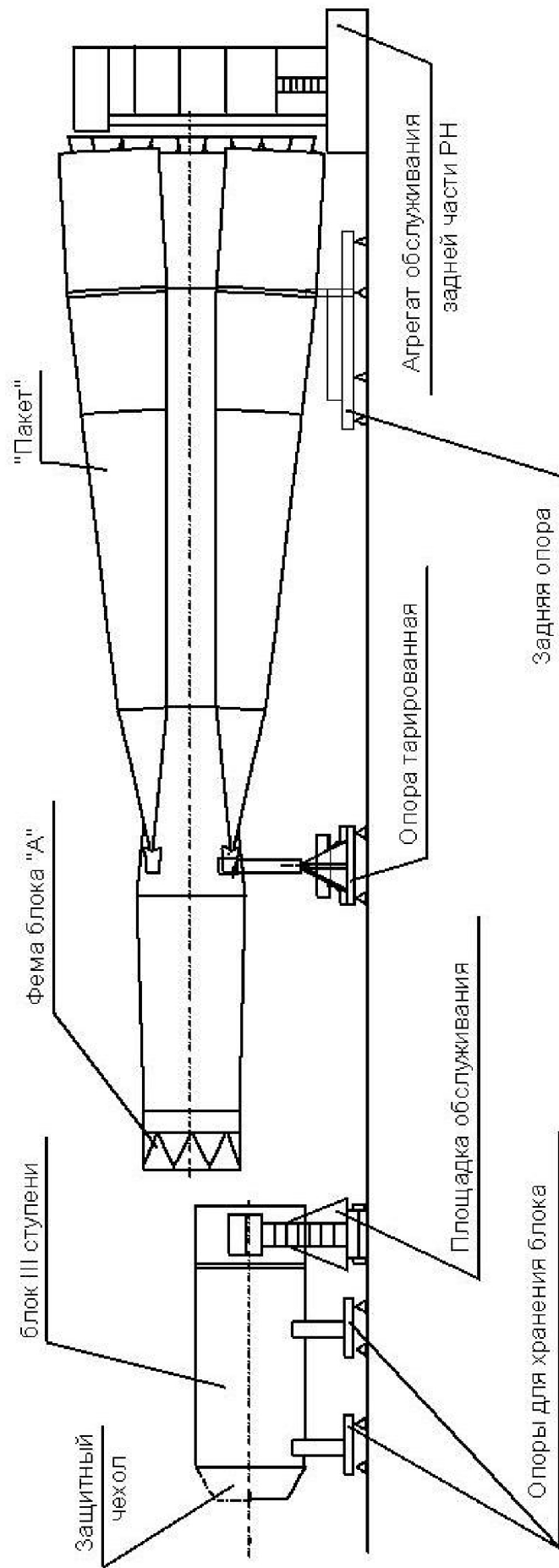


Рис. 4.1 – Подготовка блока III ступени и «пакета» к стыковке

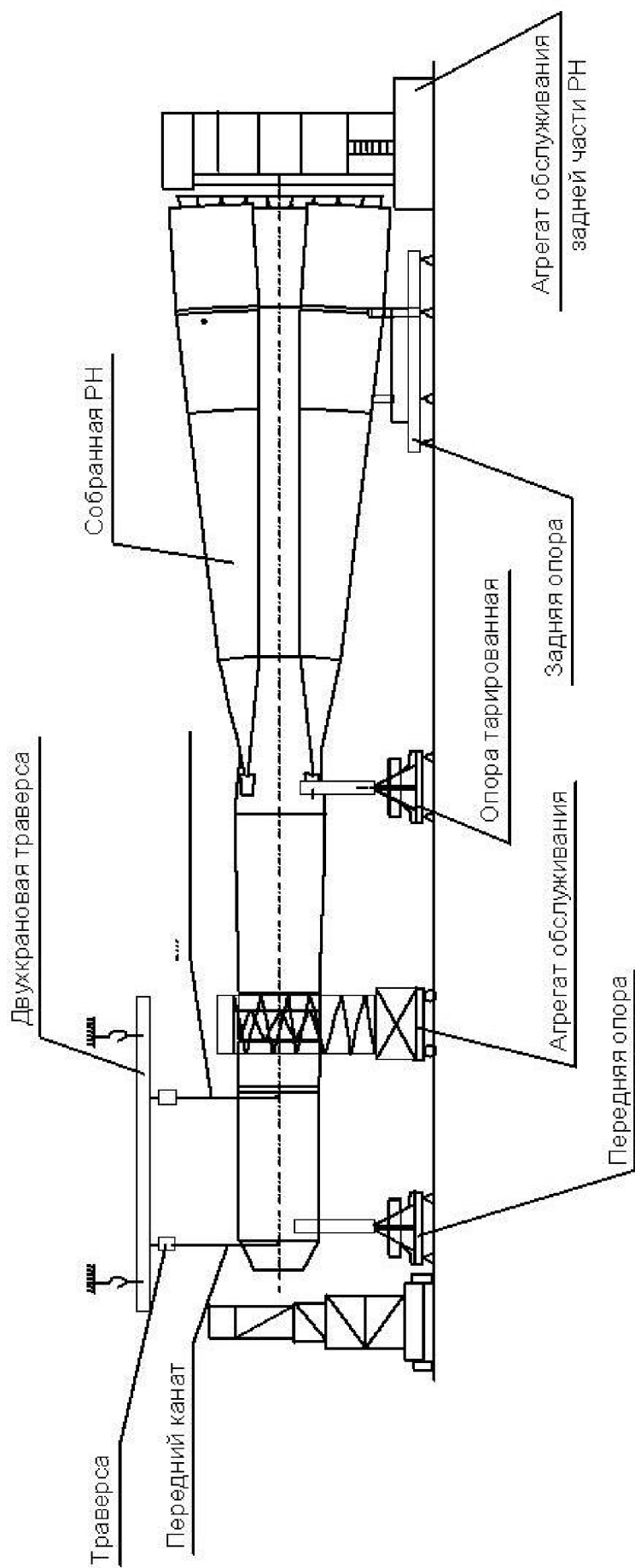


Рис. 4.2 – Стыковка блока III ступени РН с «пакетом»

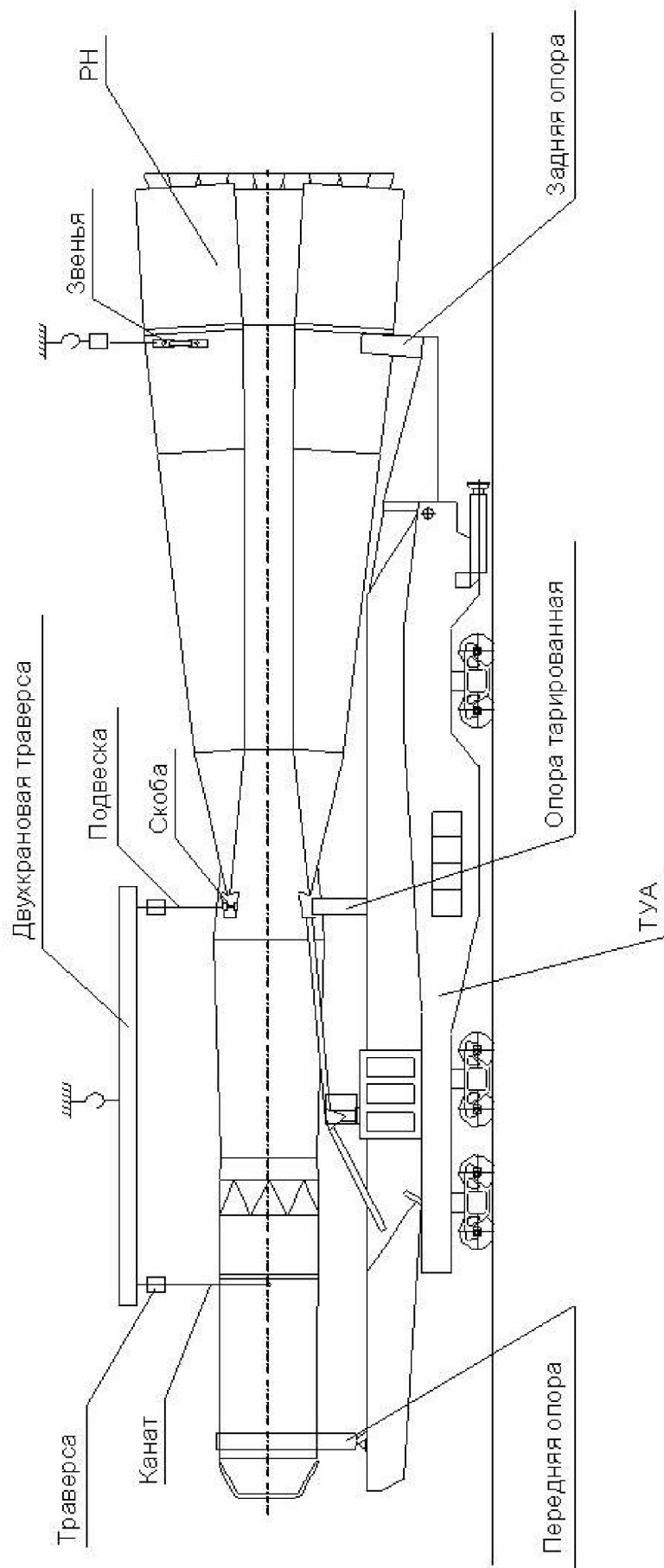


Рис. 4.3 – Перекладка РН со стапеля сборки «пакета» на ТУА

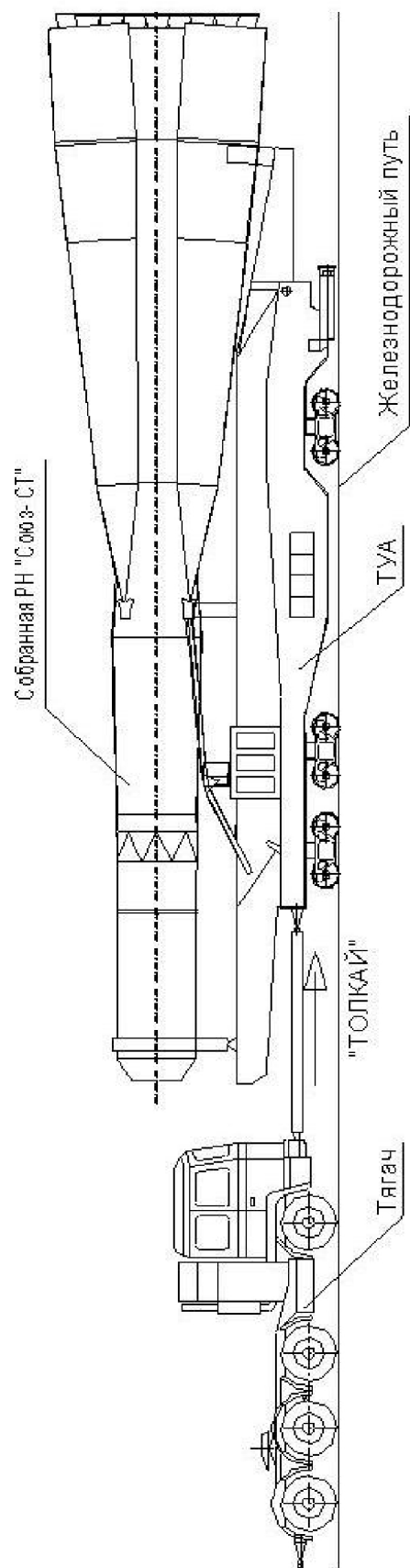


Рис. 4.4 – Транспортировка собранной РН из МИКа РН на СК

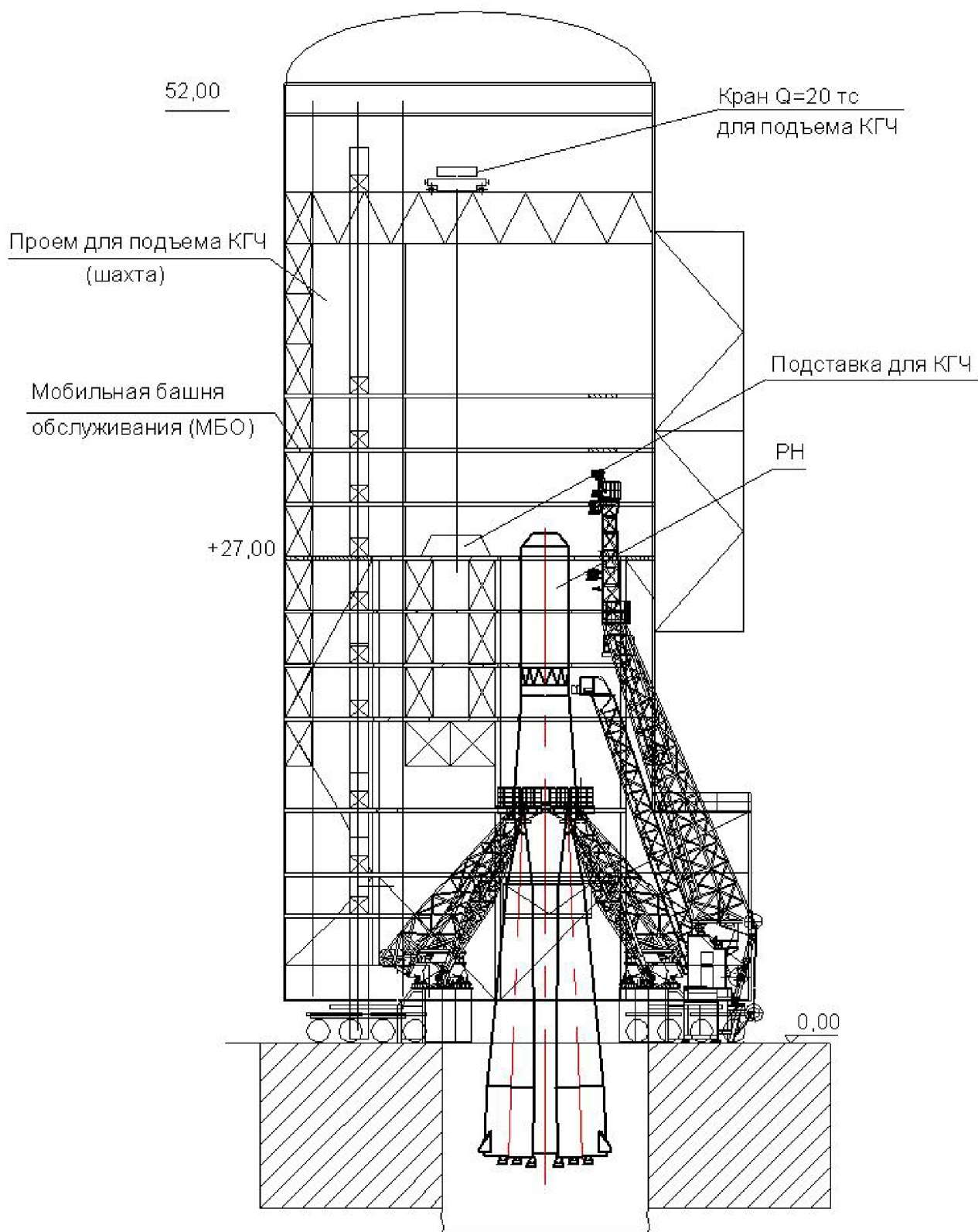


Рис. 4.5 – Установка РН в стартовую систему

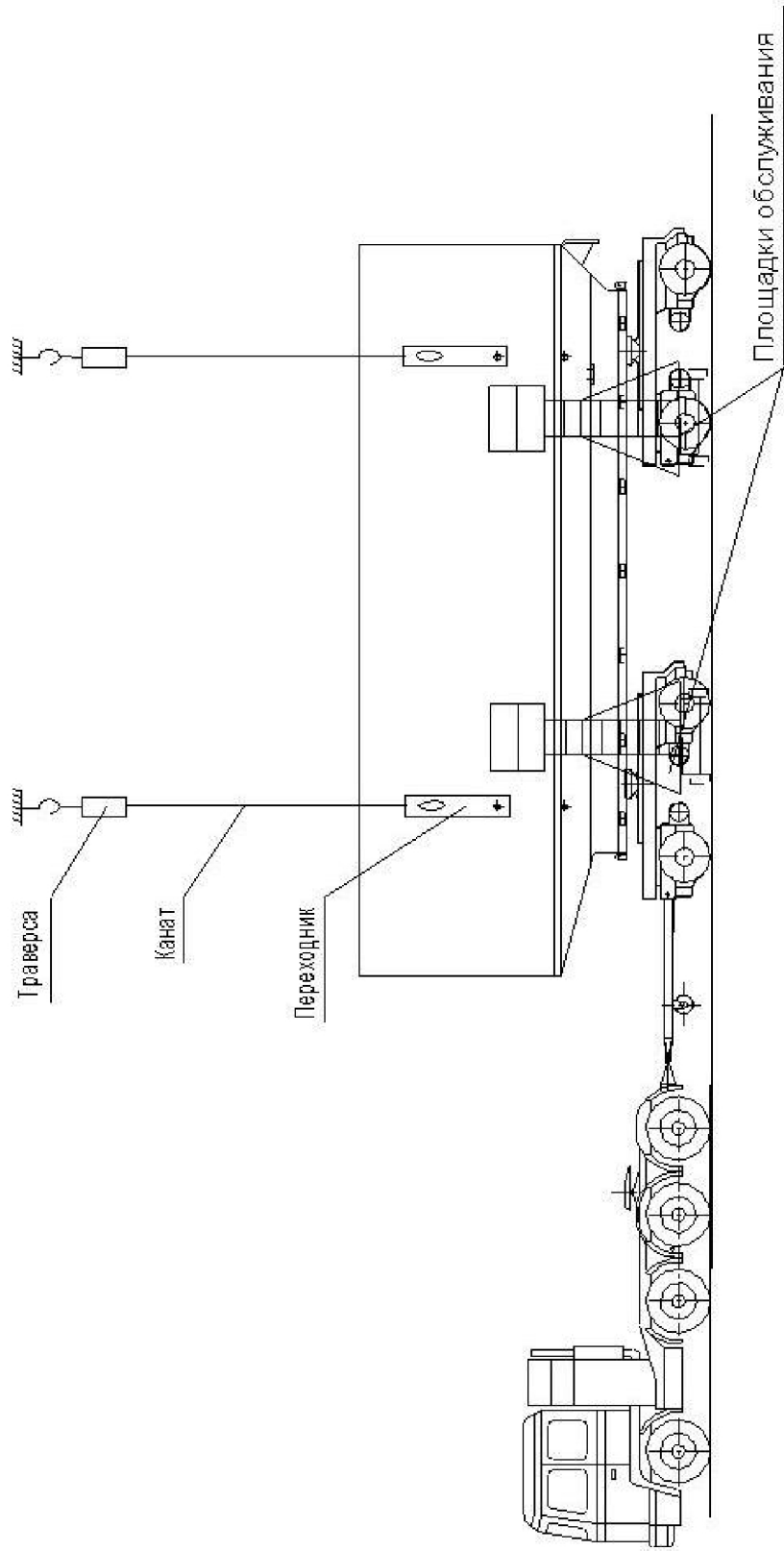


Рис. 4.6 – Доставка контейнера со створкой ГО в ангар выгрузки.  
Снятие крышки контейнера

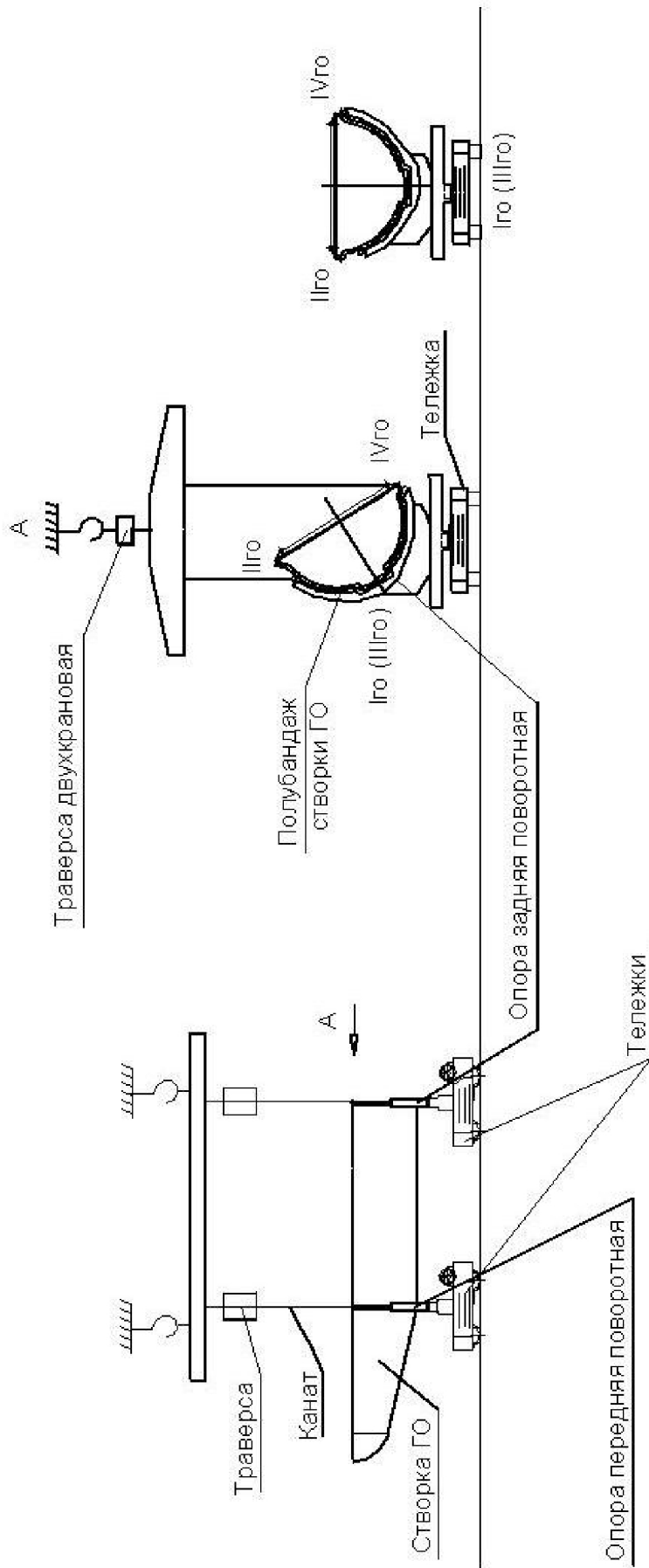


Рис. 4.7 – Выгрузка и разворот створки ГО

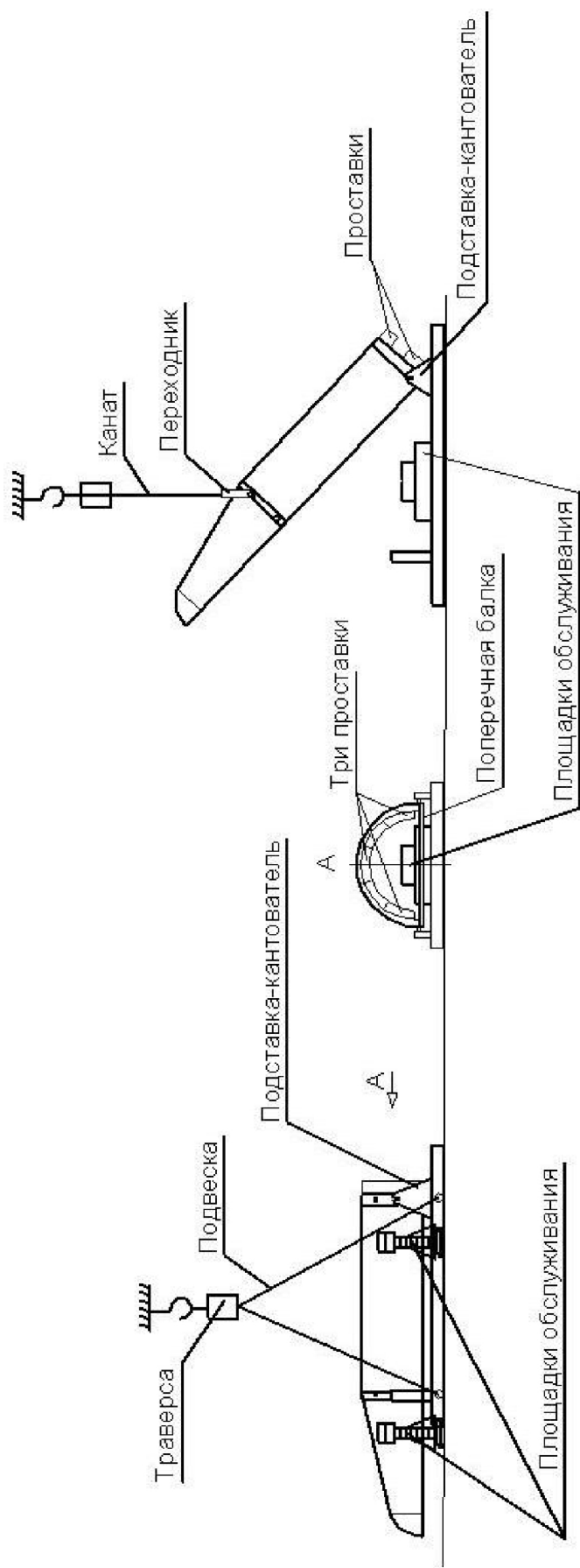
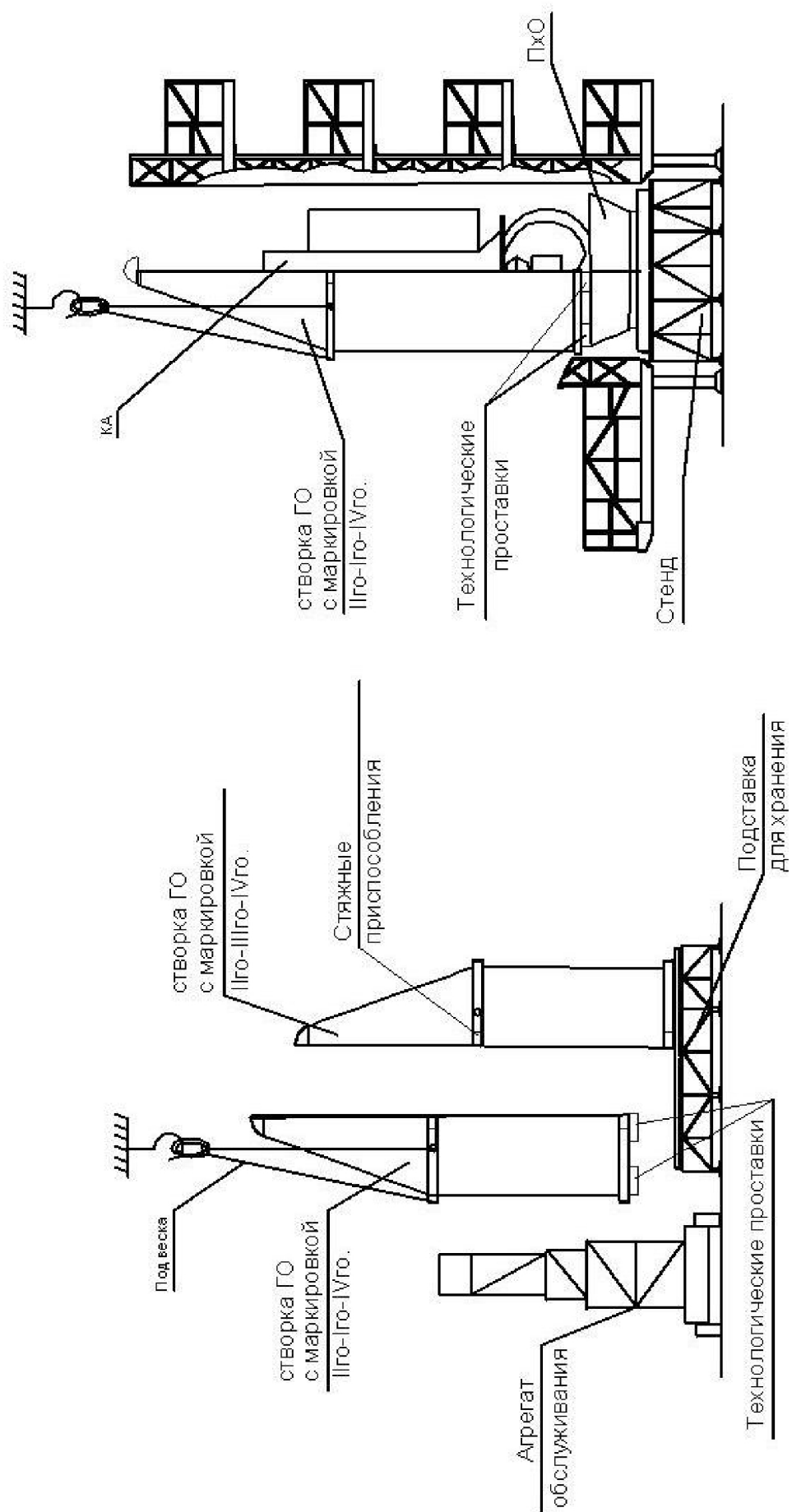


Рис. 4.8 – Кантование створки ГО в вертикальное положение и установка на подставку хранения (см. рис. 4.9)



4.

Рис. 4.9 – Сборка КГЧ

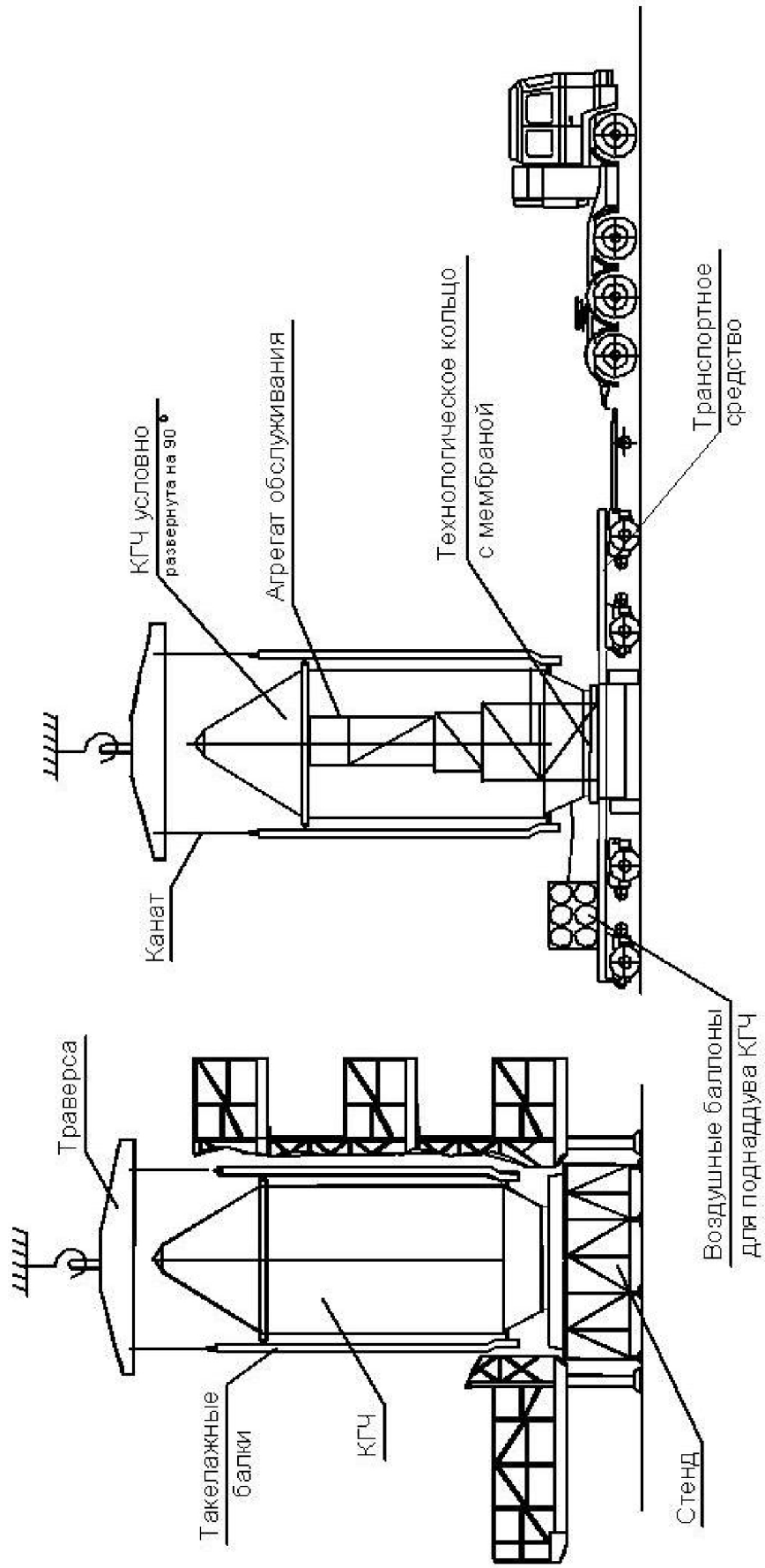


Рис. 4.10 – Установка КГЧ в вертикальном положении на ТУА.  
Транспортировка КГЧ на СК

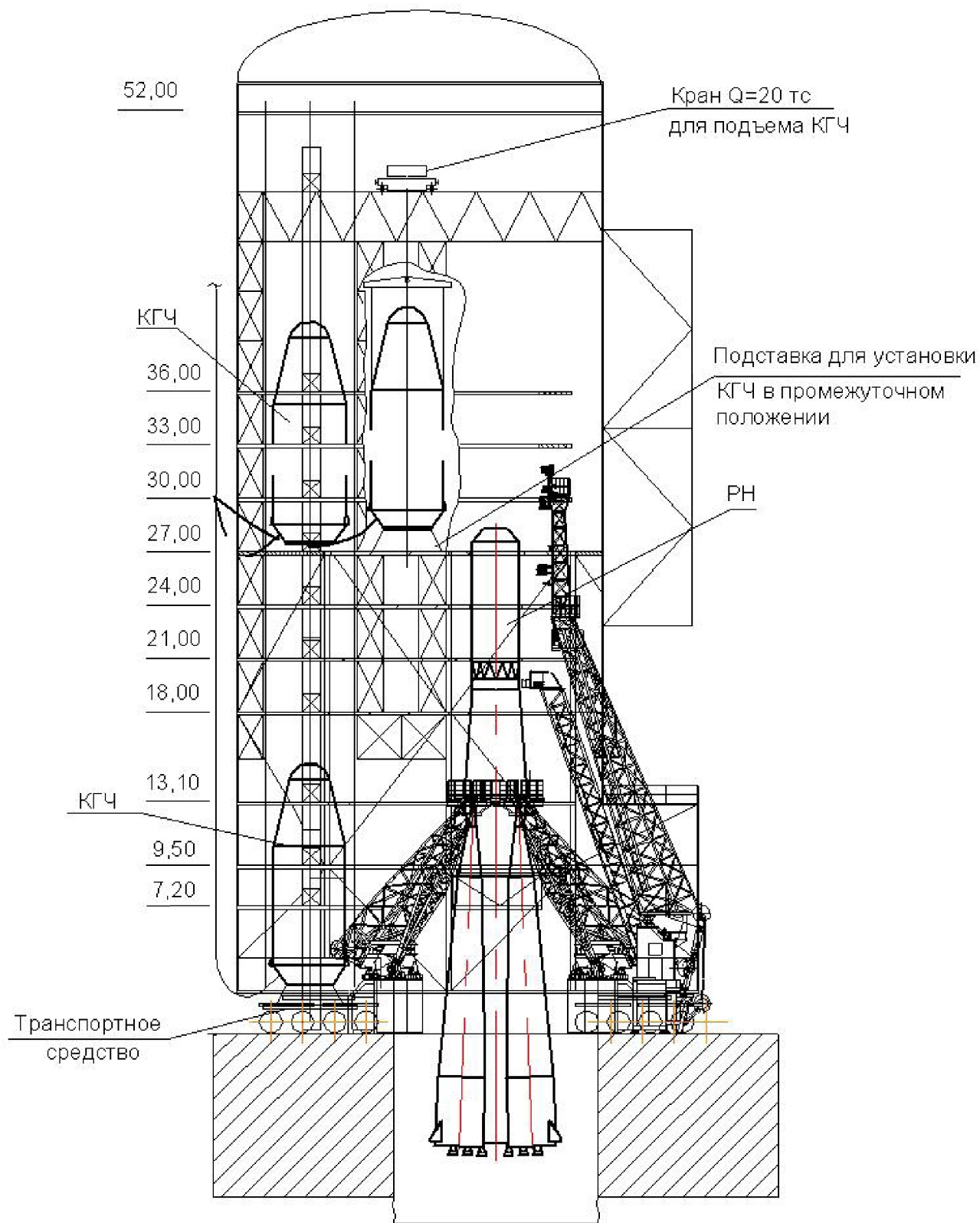


Рис. 4.11 – Доставка и подъем КГЧ на площадку МБО с отметкой 27 м

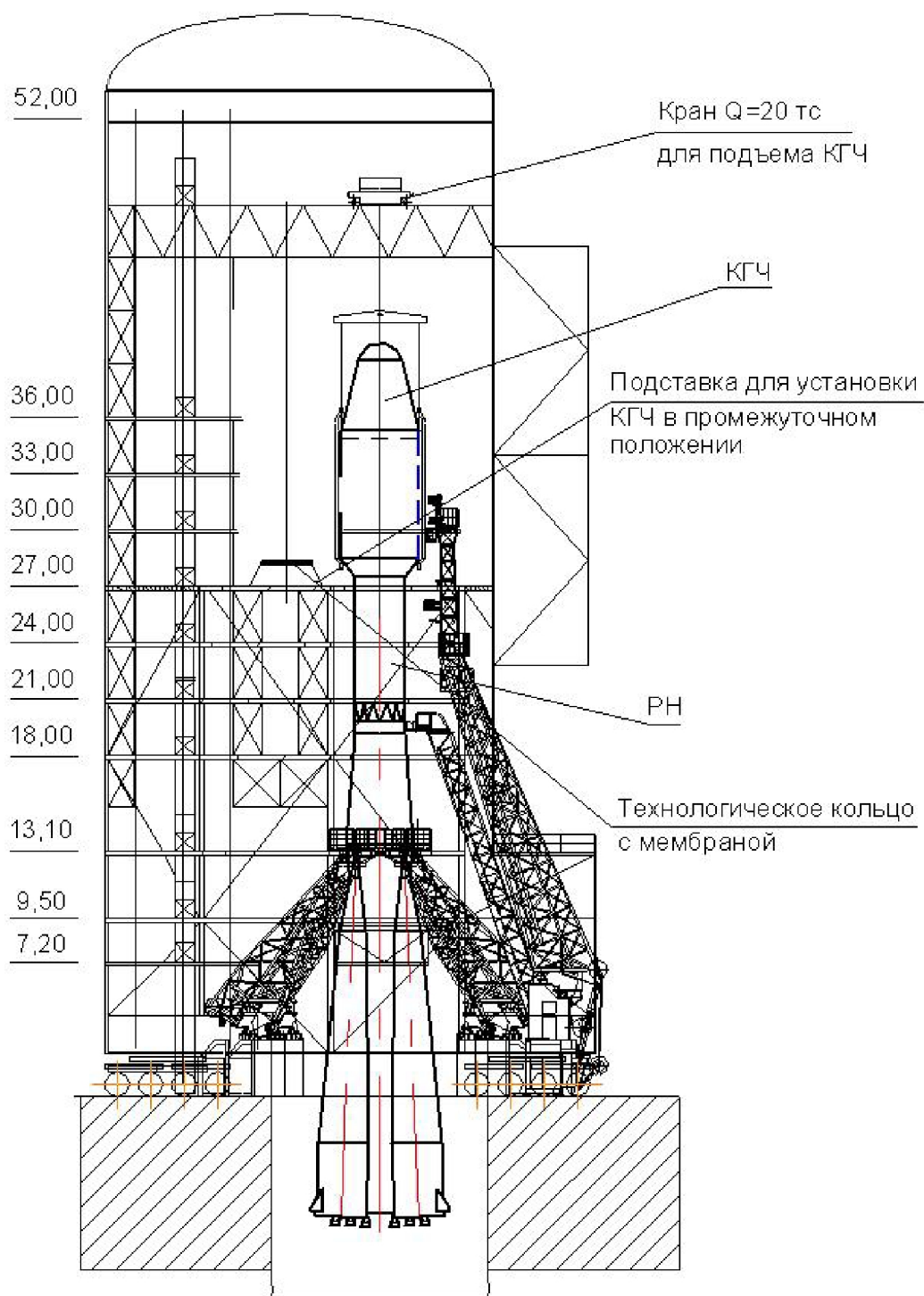


Рис. 4.12 – Сборка РКН (стыковка КГЧ с III ступенью РН)

## **5. КОМПЛЕКСНАЯ ЦЕЛЕВАЯ ПОДГОТОВКА СПЕЦИАЛИСТОВ АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ НА БАЗЕ ФИЛИАЛА КАФЕДРЫ И ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ НА КОСМОДРОМЕ БАЙКОНУР**

### **5.1. Организация подготовки специалистов на филиале кафедры**

Одной из прогрессивных форм подготовки и переподготовки инженеров в СГАУ явилось создание филиала кафедры "Летательные аппараты" на базе ГНПРКЦ "ЦСКБ–Прогресс". Основой создания филиала явились многолетние научно–технические связи выпускающей кафедры с предприятием по целевой подготовке и переподготовке специалистов. Сотрудничество проводилось по следующим направлениям: подготовка для предприятия инженерных кадров целевым назначением по согласованным планам заявок предприятия на молодых специалистов; проведение производственных и преддипломных практик на базе предприятия; привлечение ведущих специалистов предприятия к чтению курсов лекций, к руководству дипломным проектированием, к участию в работе ГЭК; подготовка научных кадров предприятия через аспирантуру и соискательство из числа специалистов предприятия.

Преподавательский состав филиала кафедры ЛА укомплектован главными специалистами предприятия и в разные годы включал от 11 до 5 совместителей, из которых один член–корреспондент АН СССР, остальные –доктора технических наук. Учебный процесс построен таким образом, чтобы максимально использовать возможности предприятия. В отделах предприятия проводятся производственная и преддипломная практики, выполняются дипломные и курсовые работы. Тематика курсовых и дипломных проектов тесно увязывается с решением производственных вопросов. Такая система обеспечивает активное участие в реальных разработках. Через филиал кафедры проводилась экспертная оценка подготовки молодых специалистов, закончивших высшие учебные заведения в различные годы.

Своеобразной формой связи кафедры с производством является работа ВУЗа по совершенствованию системы послевузовской подготовки специалистов. Кафедра постоянно поддерживает с ним творческие связи, привлекает к участию в совместных научных работах. Результатом такой творческой связи является защита кандидатских и докторских диссертаций сотрудниками предприятий. В целях поддержания тесных связей кафедры и

ее филиала с выпускниками, а также учета опыта их производственной деятельности в деле совершенствования учебного процесса каждый год проводится анкетирование молодых специалистов. В анкете предлагается, например, ответить на вопросы о роли филиала кафедры по скорейшей адаптации выпускников ВУЗа на предприятии, о соответствии выполняемой ими работы и специальности, полученной в вузе, замечания и пожелания о работе филиала кафедры и др. На основе опроса проводится корректировка рабочих программ курса, учитываются пожелания по введению новых дисциплин и проведению преддипломной практики. Молодыми специалистами было отмечено такое позитивное качество обучения, как более тесная связь с производством и, следовательно, лучшая практическая подготовка.

## **5.2. Совершенствование системы производственных и преддипломной практик как составной части подготовки специалистов в области ракетно-космической техники**

В улучшении качества подготовки специалистов особая роль отводится практикам. Практическая подготовка студентов является важным звеном в формировании профессиональных навыков. На выпускающей кафедре летательных аппаратов (ЛА) СГАУ сложилась система в приобретении этих навыков.

Начиная с четвертого курса, студенты специальности "Ракетостроение", "КА и разгонные блоки" и "Моделирование и исследование операций в ОТС" проходят вторую производственную практику в ГНПРКЦ "ЦСКБ–Прогресс". На этом предприятии более 20 лет функционирует филиал кафедры летательных аппаратов, преподавательский состав которого укомплектован главными специалистами предприятия. В период практики студенты распределяются в такие отделы, как проектные, конструкторские, экспериментальной отработки РКС, обработки и математического обеспечения, отдел по созданию и эксплуатации наземных комплексов. Тематика заданий увязывается с решением производственных вопросов. Студенты собирают необходимый материал для курсового, а в дальнейшем, и дипломного проекта.

С целью более углубленной подготовки студентов на факультете летательных аппаратов, начиная с 1988 года, в рамках второй производственной практики проводится двухнедельная практика на

космодроме Байконур. Подготовка к проведению практики на космодроме начинается за полгода. Это отбор студентов на полигон, утверждение плана прохождения практики предприятием и Федеральным космическим агентством, разработка проекта приказов по университету и "ЦСКБ–Прогресс", организационные и финансовые вопросы, связанные с отъездом, проживанием в гостинице и т.д. Наибольшую часть материальных расходов берет на себя предприятие.

На космодроме студенты знакомятся с техническими и стартовыми позициями, наземным оборудованием комплексов, испытаниями ракет–носителей и КА, с системами транспортировки, заправки, подготовки к пуску и пуском ракет. Так, в 2005г. студенты были свидетелями трех запусков ракет–носителей, в т.ч. двух "Союзов" и "Протона". Они собрали большой фото- и мультимедийный материал, который будет использован в процессе обучения и самостоятельной работы студентов. Кроме того, на основе этого материала создаются демонстрационные стенды и буклеты, служащие наглядным учебным пособием для младших курсов и абитуриентов.

Некоторые студенты, побывав на космодроме, изъявляют желание после окончания университета остаться работать в "ЦСКБ–Прогресс" или на Байконуре. Результаты практики докладываются на студенческих конференциях и анализируются на Совете факультета.

Заключительным этапом профессиональной подготовки специалистов является преддипломная практика. Ежегодно через кафедру ЛА и её филиал проходят примерно 30 дипломников. Подавляющее большинство их распределено в "ЦСКБ–Прогресс". Причем в основном в те отделы предприятия, в которых студенты проходили производственную практику. Тематика дипломных проектов, как правило, соответствует профилю отдела и способствует активному участию студентов в реальных разработках. Кроме того, практический материал, накопленный в период второй производственной практики, часто является составной частью дипломного проекта. Это конструкторские разработки отдельных узлов, программные материалы по автоматизированному проектированию, материалы по испытаниям и эксплуатации космических аппаратов и т.д. Все это способствует успешному выполнению дипломного проекта.

Организация учебного процесса является обоюдовыгодной для вуза и предприятия. Для предприятия положительный эффект заключается в следующем. Молодые специалисты, прошедшие обучение на филиале, в частности производственную практику на космодроме, быстрее адаптируются к производственной и общественной работе. В процессе

обучения студентов на филиале проявляются их профессиональные способности, которые учитываются при выборе места работы. В свою очередь для вуза существенно повышается эффективность учебного процесса и качество подготовки специалистов. Преподаватели кафедры, работающие в филиале, повышают свою квалификацию, устраняя разрыв между теорией и практикой.

В последние годы расширение экономической самостоятельности предприятий позволяет осуществлять подготовку студентов за счёт привлечения средств предприятий. Апробация данной формы подготовки специалистов была одобрена базовыми предприятиями ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс» и «Авиаагрегат». С 2005 года ими заключены договора с СГАУ на контрактную подготовку на платной основе одной группы студентов по специальностям аэрокосмического профиля. Предприятия обязуются оплачивать 50% затрат на подготовку студентов этой группы с условием их обязательной отработки на предприятии не менее трёх лет. В результате такой формы предприятие имеет возможность решать вопросы кадровой политики, вуз - привлекать внебюджетные средства на подготовку инженерных кадров, а выпускники – целенаправленно распределяться по окончании вуза со всеми льготами для трудоустройства.

Представленный опыт проведения практик через филиал кафедры свидетельствует о правильности выбранного пути, о повышении эффективности и качества подготовки специалистов.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стенд универсальный 11Т326. Техническое описание и инструкция по эксплуатации (11Т326ТО).
2. Агрегат 17Т17. Техническое описание и инструкция по эксплуатации (17Т17ТО).
3. Тележка базовая 11Т366. Техническое описание и инструкция по эксплуатации (11Т366ТО).
4. Агрегат 8У0215. Техническое описание и инструкция по эксплуатации и хранению. Часть I. Общие сведения об агрегате (8У0215.ТО Часть I).
5. Агрегат 8У0215. Техническое описание и инструкция по эксплуатации и хранению. Часть V. Инструкция по эксплуатации и хранению агрегата (8У0215 ТО Часть V).
6. Агрегат 11У219. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. Книга 1. Техническое описание агрегата (11У219 ТО и ИЭ-I).
7. Агрегат 11У219. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. Книга 3. Инструкция по эксплуатации агрегата (11У219 ТО и ИЭ, кн.3).
8. Агрегат обслуживания 11Т11. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. Книга 1. Техническое описание агрегата (11Т11 ТО и ИЭ кн. 1).
9. Мачта СМ 575. Техническое описание и инструкция по эксплуатации (СМ 575.ТО).
10. Кабина обслуживания 8У0216М. Техническое описание агрегата (8У0216М.ТО).
11. Космодром /Под общ. ред. А. П. Вольского - М.: Воениздат, 1977.
12. Космонавтика. Энциклопедия - М.: Советская энциклопедия, 1985.

Учебное издание

*Рохваргер Леонид Самойлович, Давыдов Евгений Иванович, Ромашкин Владимир Михайлович, Михайлов Юрий Евгеньевич, Пшеницин Станислав Григорьевич, Сократов Сергей Иванович, Белых Николай Иванович, Штыгайло Сергей Николаевич, Тюлевин Сергей Викторович*

**ОРГАНИЗАЦИОННО – ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ПОДГОТОВКИ И ОБЕСПЕЧЕНИЯ  
ПОЛЕТА РАКЕТ – НОСИТЕЛЕЙ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ**

*Под редакцией Кирилина Александра Николаевича*  
Учебное пособие

Научный редактор

Технический редактор

Редакторская обработка

Л.Я.Чегодаева

Компьютерная верстка

Е.И.Давыдов

Доверстка

Подписано в печать \_\_\_\_ . \_\_\_\_ .07 г. Формат . . . . .

Бумага офсетная. Печать офсетная.

Печ. л. 13.

Тираж .... экз. Заказ 2007

Самарский государственный  
аэрокосмический университет.  
443086 Самара, Московское шоссе, 34.

---

Изд-во Самарского государственного  
аэрокосмического университета.  
443086 Самара, Московское шоссе, 34.