

НОВОЕ
В ЖИЗНИ, НАУКЕ,
ТЕХНИКЕ

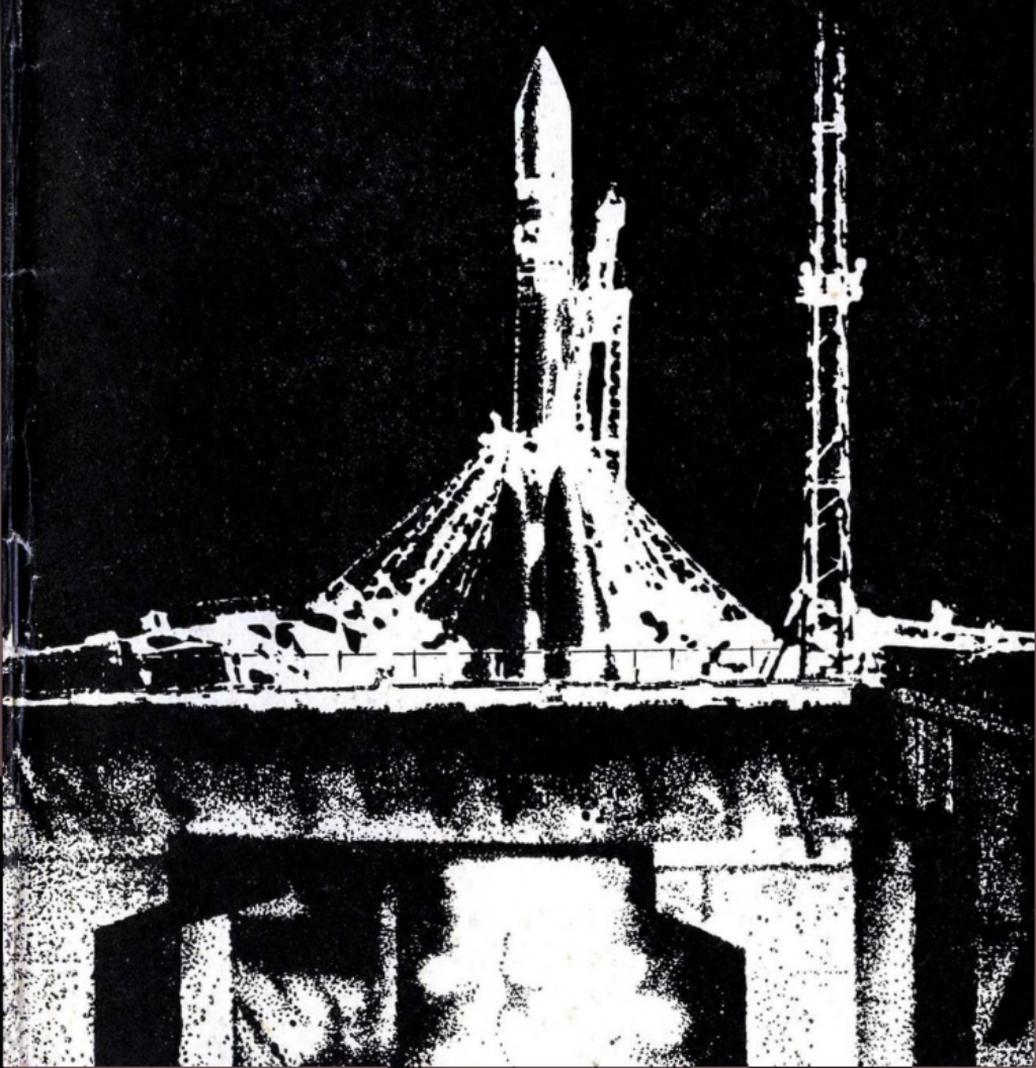
ЗНАНИЕ

5/1973

СЕРИЯ
КОСМОНАВТИКА, АСТРОНОМИЯ

В.Н.Твелев

КОСМОДРОМ



В. Н. Твелев,
инженер

КОСМОДРОМ

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЗНАНИЕ»
Москва 1973



6Т6

Твелев Владимир Николаевич

Т26 Космодром. М., «Знание», 1973.

(Новое в жизни, науке, технике. Серия «Космонавтика, астрономия», 5.)

Брошюра посвящена одному из сложнейших современных инженерных комплексов — космодрому. Автор раскрывает его структуру и рассказывает о составных частях комплекса.

В брошюре дается представление о современном техническом уровне космодрома как одной из важных частей ракетно-космической техники, а также тенденциях и перспективах его развития.

2—6—5

6Т6

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
СТРУКТУРА КОСМОДРОМА	5
ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОЗИЦИЯ	13
СТАРТОВАЯ ПОЗИЦИЯ	23
ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ СЛУЖБЫ	40
С КОСМОДРОМА — В КОСМОС	45
НАСТОЯЩЕЕ И БУДУЩЕЕ КОСМОДРОМОВ	52

Введение

Запуск в Советском Союзе первого искусственного спутника Земли 4 октября 1957 г. открыл новую эру в истории человечества, а первый космонавт Ю. А. Гагарин вошел в историю Гражданином Вселенной. Вслед за ним на космические трассы вышли другие советские и американские космонавты. Были осуществлены сначала одиночные полеты, затем групповые, а за ними полеты на многоместных кораблях. Параллельно решались задачи выхода человека в открытый космос, стыковки двух кораблей на орбите и перехода космонавтов из одного корабля в другой.

Человек совершает высадку на Луну, на околоземной орбите работает первая экспериментальная обитаемая орбитальная станция «Салют», закладывается фундамент орбитальных станций многоцелевого назначения. Космонавтика внесла огромный вклад в развитие различных наук, обогатила наши знания о Вселенной. Неустоимые труженики космоса — спутники серии «Космос» выполняют огромную программу по исследованию физики околоземного космического пространства. На них ведется также отработка новых систем, агрегатов и элементов конструкций пилотируемых космических кораблей, проверяются отдельные принципы управления полетом.

Автоматические аппараты обладают широким полем деятельности: они исследуют околоземное и окололунное космическое пространство, доставляют научную

аппаратуру на поверхность Луны и образцы ее пород на Землю, ведут длительные исследования на Луне, передвигаясь по ее поверхности. Они изучают Венеру и Марс с пролетных траекторий и околопланетных орбит. Неисчерпаемы возможности у космических «роботов».

Космонавтика все щедрее и щедрее отдает людям плоды своей деятельности. Многообразны «профессии» спутников, велики возможности их практического применения в народном хозяйстве. Спутники «Молния-1» и наземные станции космической связи системы «Орбита» связали Крайний Север, Дальний Восток, Сибирь и Казахстан телевизионным и телеграфным мостом с Москвой. Метеорологические спутники «Метеор» помогают составлять необходимый и важный для народного хозяйства прогноз погоды, предупреждают о надвигающихся бурях и ураганах. Геодезические спутники вносят большой вклад в дело точного картографирования Земли, спутники-навигаторы служат отличными маяками для самолетов и судов на Земле. Телескопы, вынесенные за пределы атмосферы на обитаемых станциях или автоматических аппаратах, открывают новые возможности для астрономии. С орбитальной станции можно изучать Мировой океан, миграцию рыб, сообщать о лесных пожарах, оценивать запасы воды, снега и льда в различных районах. На орбитальной станции возможно проведение целого ряда технологических процессов, практически неосуществимых в земных условиях. Это сулит определенные экономические выгоды, помогает дальнейшему прогрессу техники.

На космические орбиты было выведено более 1,5 тыс. космических аппаратов разных стран. И все старты осуществлены с космодромов. Космодром — это космические ворота Земли. Можно сказать, что космодром — это земная гавань Вселенной, откуда отправляются в путь посланцы человечества.

Так что же такое космодром? Каково его место в системе космических средств? Какие функции он выполняет? Какова его структура и оборудование, как оно работает? И, наконец, каковы перспективы в развитии современного космодрома?

В предлагаемой читателю брошюре мы попытаемся кратко ответить на эти вопросы.

Структура космодрома

Для нас стали привычными из газетных строк и радиорепортажей слова «старт», «космодром». Что же скрывается за этими словами, какой объем знаний и пытливой инженерной мысли в них вложен? Сухие строчки из справочника гласят: «Космодром—комплекс сооружений, оборудования и земельных участков; на космодроме производится сборка, подготовка и пуск космических летательных аппаратов, траекторные измерения их полета, подача команд, прием и обработка поступающей телеметрической информации». Всего несколько строк, но они оказались очень емкими — как много человеческого труда, волнений и побед, неудач и достижений в них заключено...

Каждый искусственный спутник Земли, посылающий сегодня нам сигналы из просторов Вселенной, каждая ракета-носитель, которая выводила их на орбиту, побывали здесь, на космодроме. После путешествия от завода, где они были изготовлены, здесь они проходили окончательную сборку и тщательную проверку. Здесь же впервые космический аппарат и ракета-носитель встретились вместе перед запуском. Состыкованные в единую систему, они затем вместе продолжают свой далекий путь до самого момента разделения. Но прежде чем выйти на траекторию полета, ракета-носитель с пристыкованным к ней космическим аппаратом после сборки и проверок доставляется к месту старта и вся система проходит подготовку к запуску на стартовом столе. Здесь осуществляется заправка ракеты-носителя компо-

нентами топлива, здесь же занимают свои места космонавты при пилотируемых полетах...

Окончены последние приготовления, все в ожидании старта. Космический аппарат уже работает в автономном режиме, включены бортовые источники питания. Ракета-носитель готова доставить его к «месту работы» в космическом пространстве. Идет отсчет последних секунд и вот команда «пуск». Космодром провожает очередного посланца зоркими глазами станций слежения, а он в ответ сообщает о своем «самочувствии». Так начинаются дороги во Вселенную всех космических летательных аппаратов; они начинаются здесь — на космодроме.

Известно, что для выполнения своих задач спутник должен находиться на соответствующей орбите, а для того чтобы выйти на нее, большую роль играют время и место запуска космического аппарата.

Выбор места для космодрома является одним из первых этапов его создания и сопряжен с рядом определенных трудностей и ограничений. Во-первых, космодром должен быть расположен достаточно удобно для транспортировки ракет-носителей, космических аппаратов и компонентов топлива. Транспортировка может осуществляться железнодорожным транспортом, водным и авиационным. Следовательно, здесь должны быть железнодорожный узел с необходимыми подъездными путями и средствами обслуживания или порт для стоянки, разгрузки и необходимых маневров барж, аэродром со всеми свойственными ему службами. Во-вторых, космодром должен быть обеспечен необходимыми энергокоммуникациями, куда входят теплоэлектроцентрали, трансформаторные подстанции, линии электропередачи. В-третьих, для космодрома важным является вопрос обеспеченности его водой. И, в-четвертых, трасса полета запускаемых с космодрома ракет должна проходить над малонаселенными районами страны, а зоны падения отработавших ступеней ракет должны представлять собой довольно значительные отчужденные участки земли. Поэтому космодромы в основном располагаются в пустынных районах материков или на океанских побережьях.

Решив перечисленные вопросы, создатели космодрома должны теперь определить наиболее правильную

планировку этого сложного комплекса. Оборудование космодрома, а следовательно, и все его сооружения делятся на две большие группы. К первой принадлежит оборудование, необходимое при работах по сборке, проверке и подготовке ракет-носителей и космических аппаратов, к другой — оборудование, обеспечивающее работу агрегатов и систем первой группы; это электросиловые подстанции, системы освещения, вентиляции, отопительное и противопожарное оборудование, канализация и системы связи, водоснабжения, автоматического и дистанционного управления.

Оборудование первой группы называется специальным технологическим оборудованием, а второй группы — общетехническим.

Естественно, что общая планировка космодрома определяется технологической схемой взаимодействия оборудования первой группы. Это оборудование, в свою очередь, в зависимости от характера выполняемых работ распределяется в двух зонах космодрома. Оборудование, обеспечивающее прием ракет-носителей и космических аппаратов после транспортировки от завода, разгрузку, хранение, сборку, испытания, стыковку ракеты-носителя и космического аппарата, заправку космического аппарата сжатыми газами и компонентами топлива, сосредоточено на технической позиции космодрома. Оборудование, необходимое для установки ракеты-носителя с пристыкованным космическим аппаратом на пусковую систему, проверки, заправки ракеты-носителя компонентами топлива и подготовительных операций перед пуском, расположено на стартовой позиции космодрома. На некоторых космодромах операции сборки ракет-носителей и пристыковки к ним космических аппаратов осуществляются непосредственно на пусковой системе стартовой позиции.

Таким образом, общая планировка космодрома должна соответствовать принципам деления технологического оборудования. Схема взаимодействия технологического оборудования представлена на рис. 1, а общая схема космодрома — на рис. 2.

Оборудование второй группы, обеспечивающее подготовку ракет-носителей и космических аппаратов к запуску, может располагаться как на технической, так и на стартовой позициях.

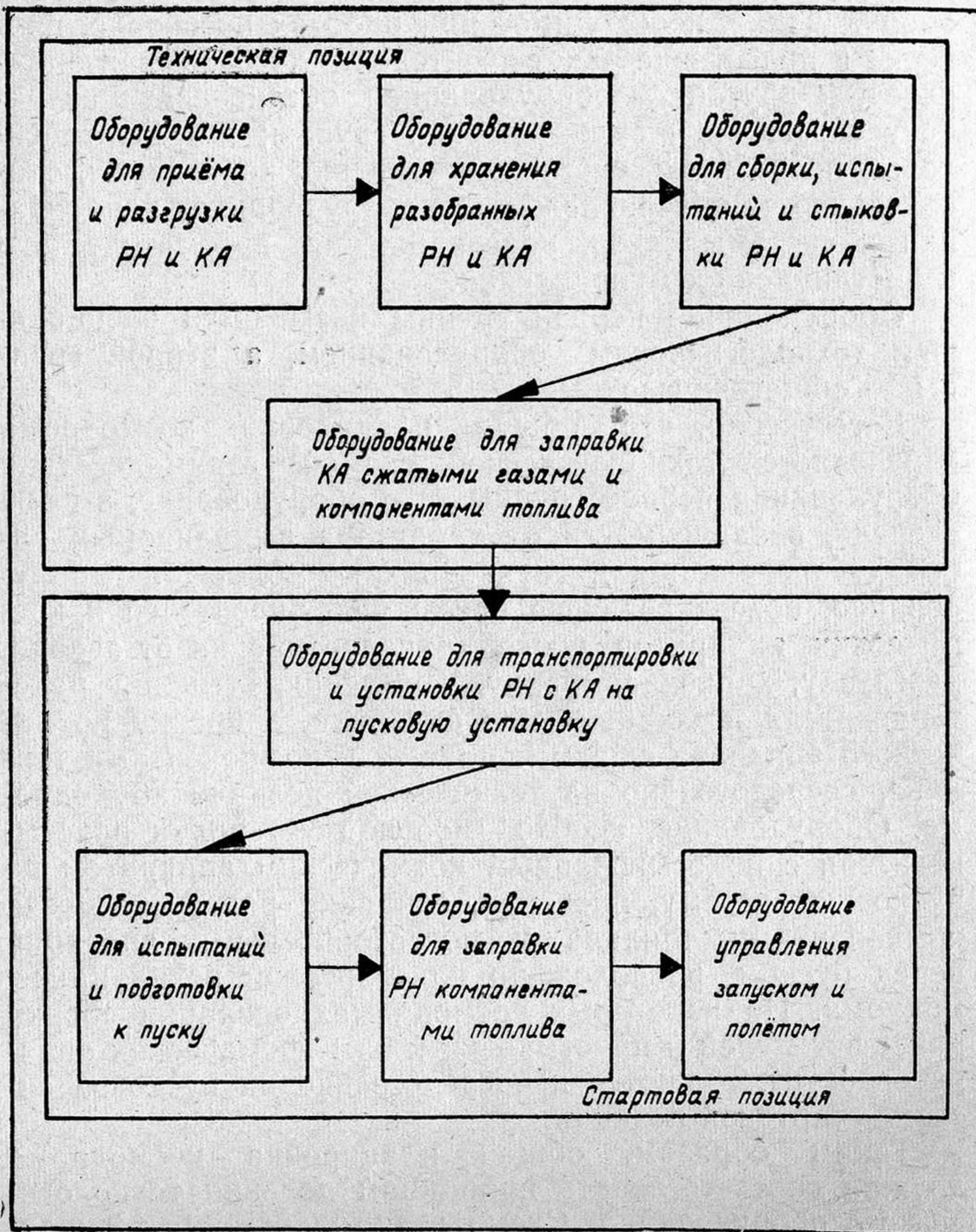


Рис. 1. Схема взаимодействия технологического оборудования.

Помимо технической и стартовой позиций, на космодроме находятся также вспомогательные зоны: зона хранения компонентов топлива, жилая зона, учебный центр и центр управления со службами управления, зоны энергоснабжения, водоснабжения и других вспомогательных служб. Все эти зоны и службы подчиняются единому управлению и связаны между собой средствами связи и транспортными коммуникациями.

Основная задача космодрома — подготовить ракету-носитель и космический аппарат к старту и осуществить их запуск.

Кроме этого, у него имеется и вторая, вспомогательная, правда, не менее важная задача, обеспечивающая в конечном итоге первую. Сюда относится научно-исследовательское и испытательское значение космодрома. Современный космодром, по существу, является научно-исследовательским центром по отработке ракетно-космической техники, ее испытанию и доводке. Здесь ведутся комплексные испытания как самих ракет-носителей, так и стартового оборудования. Совместно с конструкторскими бюро и научными институтами-разработчиками космической техники службы космодрома во время испытаний техники вносят в нее свои коррективы и изменения. Во время испытаний применяется большой объем контрольно-измерительной и регистрирующей аппаратуры самых различных типов и назначений. Радиотелеметрическая аппаратура следит за поведением агрегатов и систем ракеты-носителя и космического аппарата после их старта, а на Земле ведется обработка и изучение этой информации. Здесь собирается и обрабатывается большой статистический материал по работе как отдельных видов оборудования, так и целых комплексов.

И итогом всей этой сложной работы является запуск одной из самых сложных машин, когда-либо сделанных человеком, — ракеты-носителя с космическим аппаратом на борту.

Для создания космодрома в первую очередь назначается головная организация-разработчик, выполняющая все комплексные проектные проработки, контролирующая ход выполнения строительных работ и изготовления технологического оборудования. На эту организацию возлагаются обязанности по координации выполня-

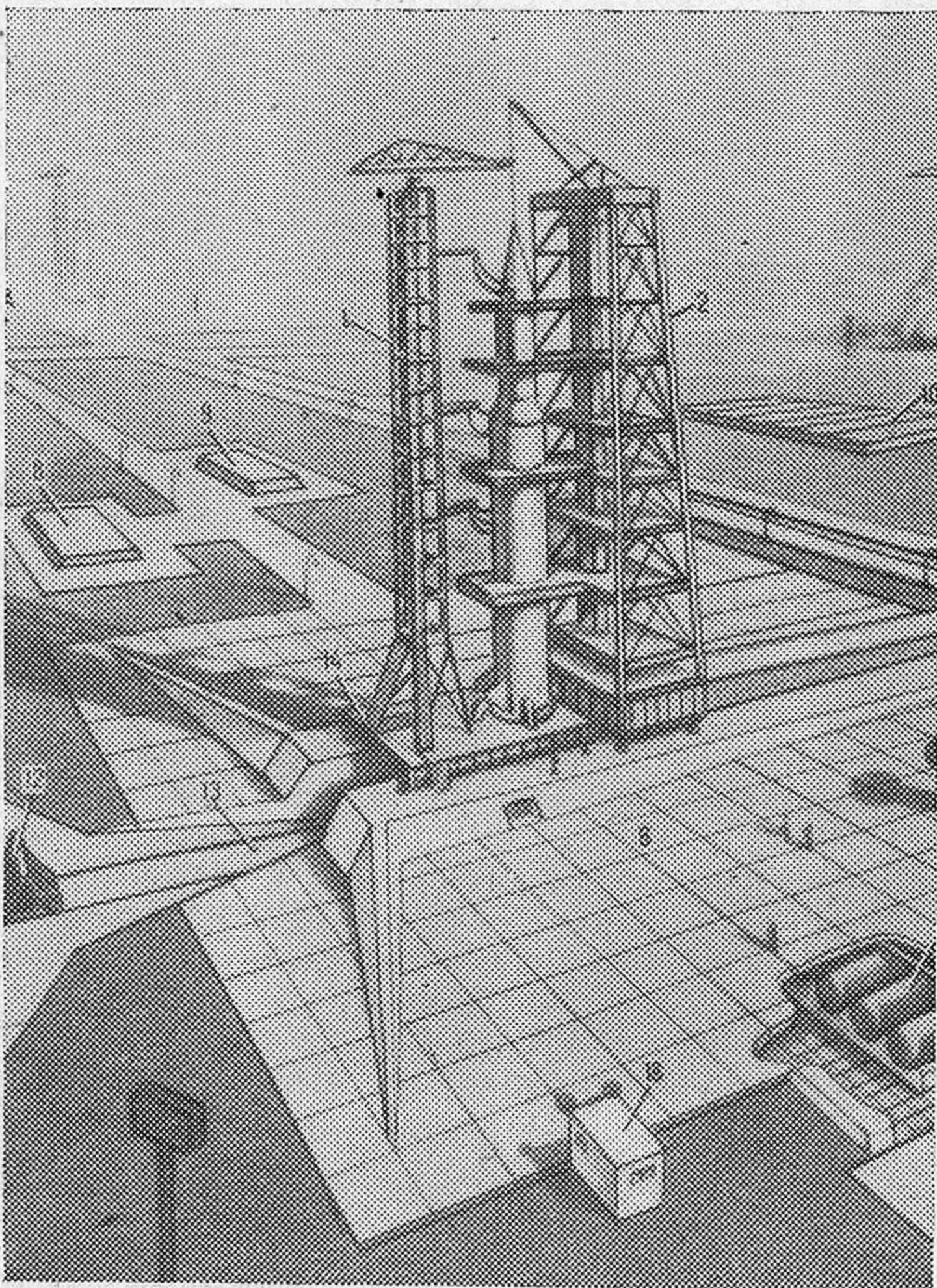
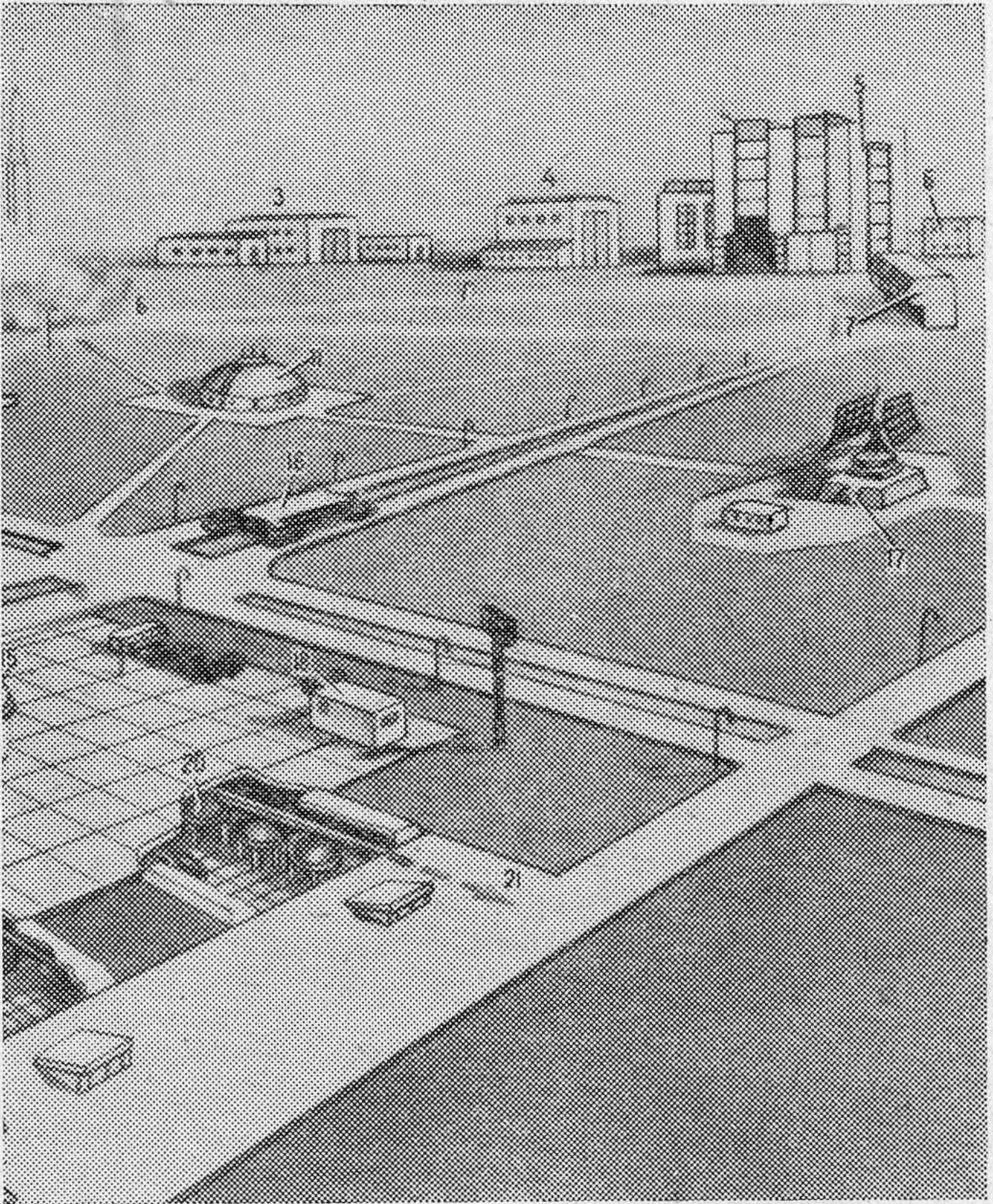


Рис. 2. Схема космодрома:

А, Б, В — стартовые позиции; Г — техническая позиция; 1 — станция заправки топливом космических объектов; 4 — монтажные вертикальные сборки; 6 — компрессорная станция; 7 — станция окислителя; 9 — ресиверная; 10 — бассейн с водой отражатель; 13 — газоотводный канал; 14 — пусковая система; 16 — гусеничный транспортер; 17 — радиолокационная станция; 20 — хранилище и заправочная станция



кабель-заправочная башня; 2 — башня обслуживания; 3 — тажно-испытательный корпус космических объектов; 5 — зда-
выносной командный пункт; 8 — хранилище и заправочная
системы пожаротушения; 11 — командный пункт; 12 — газо-
ма; 15 — башня для приборов наведения ракеты по азимуту;
ция; 18 — укрытие для расчета; 19 — хранилище и заправоч-
водорода; 21 — пути к испарительным площадкам.

емых работ. Газетные репортажи представляют нам работу конструкторского бюро чаще всего как напряженный труд людей у кульманов и чертежных досок, но эта работа является только частью процесса конструирования. При проектировании космодромов конструкторы каждый раз идут непроторенными путями, и, прежде чем на чертеже появляются первые линии, конструктор на некоторое время должен стать фантастом, когда, зная определенные требования к космодрому, он должен мысленно представить всю его работу, связь отдельных элементов и взаимодействие агрегатов.

Эта картина функционирования космодрома должна быть для конструктора настолько ясной, чтобы в процессе последующих расчетов можно было уже рассматривать различные конструктивные решения отдельных агрегатов без нарушения схемы их общего взаимодействия. И только после выполнения необходимых расчетных работ по обеспечению взаимодействия элементов космодрома появляются на чертежах первые линии будущих агрегатов и сооружений. Эти первые линии еще будут изменяться, пересчитываться, из нескольких вариантов будет найден самый оптимальный, результаты расчетов будут проверяться на стендах и экспериментальных установках, свое слово еще скажут металлурги, химики, строители, электронщики и многие другие специалисты, принимающие участие в разработке. Но космодром уже живет, уже работает в мыслях конструктора и каждый дальнейший день работы делает его более совершенным и реальным.

Техническая позиция

Теперь вернемся несколько назад и посмотрим, как готовится полет ракеты и космического аппарата и какое оборудование при этом используется.

Космические аппараты, ракеты-носители и комплектующие их элементы создаются на разных заводах, а затем доставляются к месту своей окончательной сборки — на космодром. Наиболее распространенными способами доставки является транспортировка по железным дорогам и по шоссейным дорогам с твердым покрытием. Для доставки ракет-носителей и космических аппаратов на космодром по железной дороге созданы специальные вагоны. В этих вагонах для выгрузки ракет-носителей и космических аппаратов предусматриваются съемные крышки и тогда разгрузка производится с помощью подъемных кранов и траверс. Есть железнодорожные вагоны с открывающейся торцевой стенкой, тогда ракета-носитель или космический аппарат, находящиеся на специальной передвижной раме в вагоне, выкатываются из него. Иногда транспортировка ракет-носителей осуществляется на специальных открытых платформах со съемным укрытием. Во всех этих случаях предусматривается защита ракет-носителей и космических аппаратов от попадания пыли и влаги. Ракеты-носители и космические аппараты укладываются в вагоны на специальные ложементы и опоры для их крепления и смягчения ударов на стыках рельсов, для чего предусмотрены амортизационные устройства.

Количество опор определяется конструкцией ракеты-носителя или космического аппарата, расположением силовых поясов, величиной максимальных нагрузок. Обычно применяются две опоры — передняя и задняя. Передняя опора воспринимает при транспортировке радиальные нагрузки от ракеты-носителя, а задняя — как радиальные, так и осевые. Иногда для транспортировки ступеней ракет-носителей на торцах крепят транспортные фермы, облегчающие перегрузки и позволяющие осуществлять крепление.

Транспортировка по шоссейным дорогам осуществляется на специальных грунтовых тележках, состоящих из рам, ложементов, опор и захватов для крепления ракет-носителей или их ступеней. Для защиты от пыли и влаги имеется съемное укрытие. Длина грунтовой тележки может достигать 30—60 м. Примером такой грунтовой тележки служит грунтовой транспортер, применяемый для перевозки ступени ракеты-носителя «Сатурн-V», показанный на рис. 3.

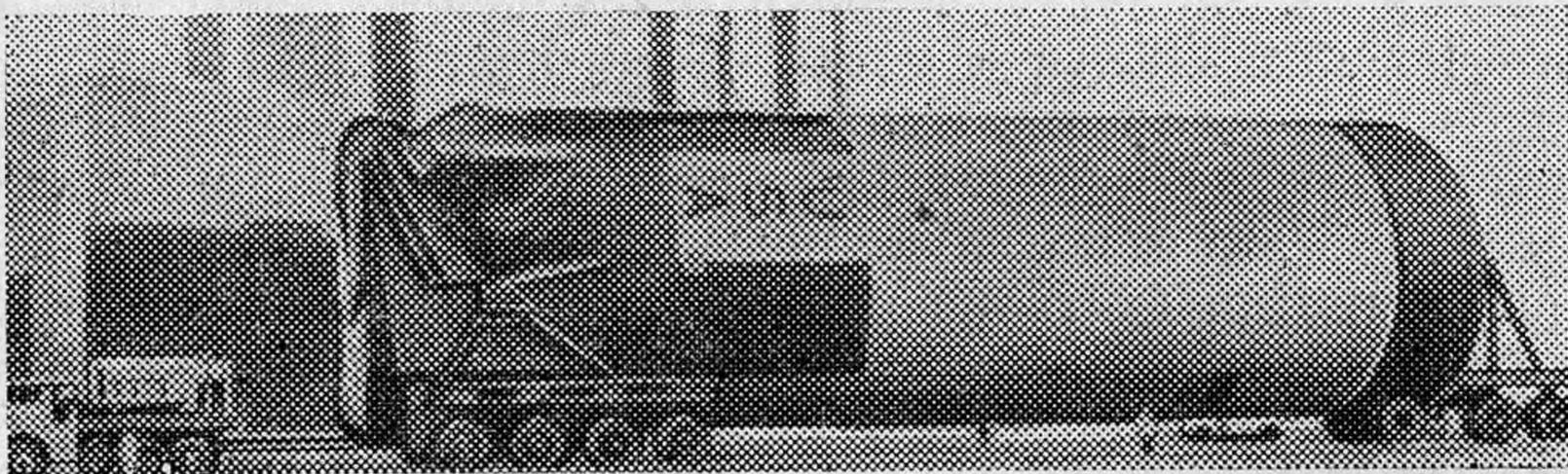


Рис. 3. Транспортировка ступени ракеты на грунтовом транспортере.

С увеличением размеров ракет-носителей внимание конструкторов все больше стал привлекать водный способ, позволяющий избежать ряд трудностей, связанных с перевозкой крупногабаритных грузов по железным и шоссейным дорогам. Такой способ представлен на рис. 4. Транспортировка особо крупных ракет-носителей осуществляется по частям, а окончательная сборка их и завершающие монтажные операции происходят на космодроме.

Можно перевозить ракеты-носители и космические аппараты и авиационным транспортом. Для доставки от аэродрома до технической позиции ракет-носителей

и космических аппаратов используются грунтовые тележки. Для авиационного транспорта габариты ракет-носителей, конечно, играют особую важную роль.

После доставки на космодром ракеты-носители и космические аппараты могут некоторое время храниться в специальных хранилищах, а могут поступать сразу на

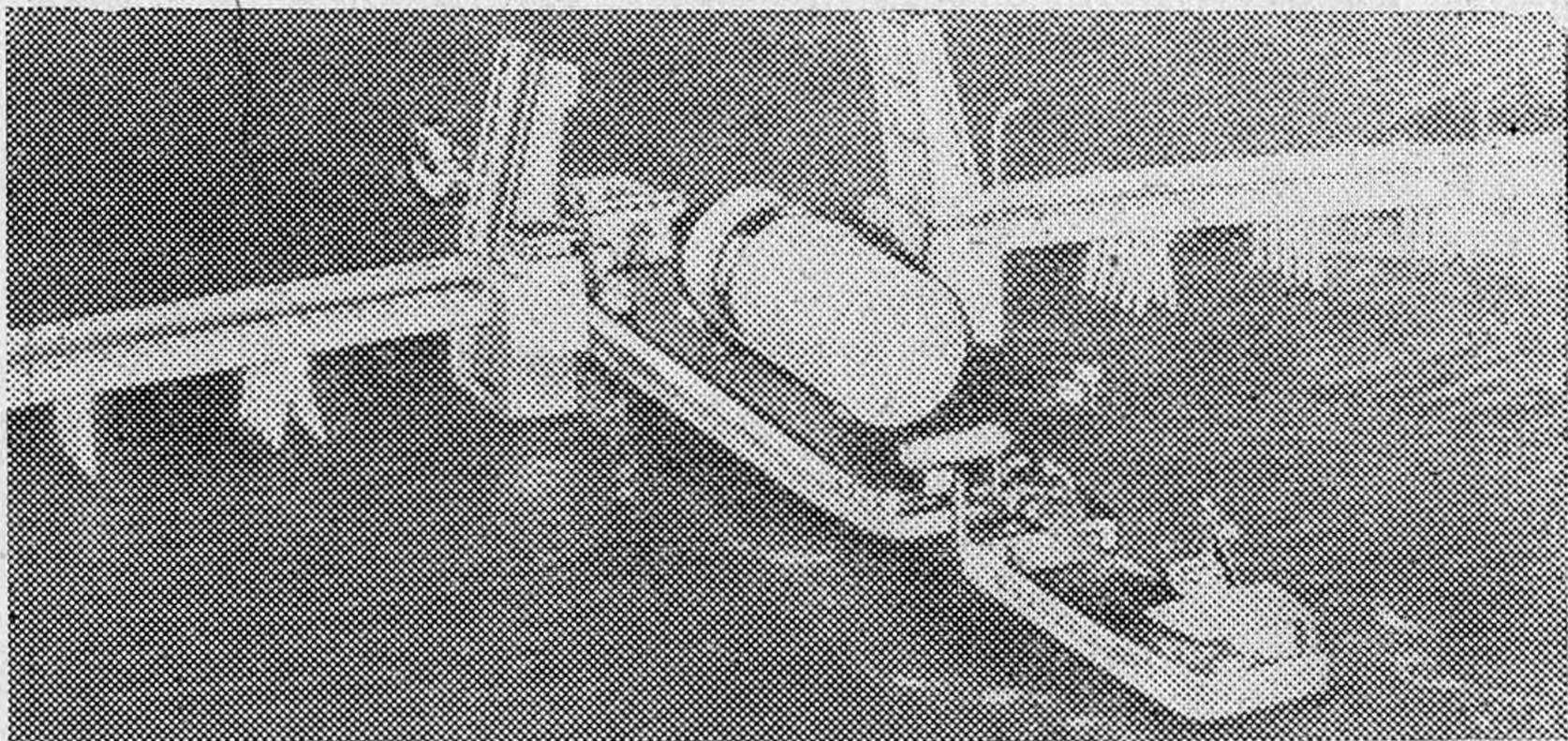


Рис. 4. Транспортировка ступени ракеты на барже по каналу.

сборку в монтажно-испытательный корпус. В большинстве случаев ракеты-носители и космические аппараты собираются и стыкуются в монтажно-испытательном корпусе на технической позиции. Здесь можно выделить несколько способов:

— сборка отдельных ступеней ракет-носителей и сборка в целом ракет-носителей, а также пристыковка к ним космических аппаратов в горизонтальном положении. Этот способ сборки широко распространен, но требует решения сложных технических задач по установке ракеты-носителя в вертикальное положение на пусковую установку после доставки ее с технической позиции на стартовую. При этом способе сборки не требуется строить высокий монтажно-испытательный корпус, что само по себе представляет определенные трудности. Горизонтальный способ сборки применялся для хорошо всем известной ракеты-носителя космического корабля «Союз»;

— в монтажно-испытательном корпусе сборка отдельных ступеней ракет-носителей происходит в гори-

зонтальном положении, а затем ступени доставляются на стартовую позицию, где на пусковом столе окончательно полностью собирается ракета-носитель и к ней пристыковывается космический аппарат.

Этот способ сборки удобен при расположении космодрома в зоне мягкого климата, когда ряд работ можно вести на стартовой позиции. Монтажно-испытательный корпус при этом значительно сокращается в размерах, уменьшается его стоимость и не требуется строительства дорогостоящих путей для транспортировки полностью собранной ракеты-носителя из монтажно-испытательного корпуса на стартовую позицию;

— в монтажно-испытательном корпусе осуществляется сборка отдельных ступеней и целиком ракет-носителей в вертикальном положении на верхней части пусковой системы, которая затем транспортируется на стартовую позицию. Такая схема сборки и транспортировки принята в США для ракеты-носителя «Сатурн-V».

Монтажно-испытательный корпус, в котором происходит сборка ракет-носителей и пристыковка к ним космических аппаратов, является сооружением с комплексом сборочного и испытательного оборудования. В нем ракета-носитель с космическим аппаратом проходит полную подготовку до момента вывоза ее на стартовую позицию. Иногда для подготовки космического аппарата строится отдельный корпус — монтажно-испытательный корпус космического объекта.

Размеры монтажно-испытательного корпуса зависят от размеров собираемых ракет-носителей и способа сборки. Так, при вертикальной сборке крупных ракет-носителей высота монтажно-испытательного корпуса достигает 160 м. Каркас такого здания изготовлен из стали, а стены и крыша — из алюминиевых сплавов. Внешний вид монтажно-испытательного корпуса для вертикальной сборки ракеты-носителя «Сатурн-V» и космического корабля «Аполлон» приведен на рис. 5.

При горизонтальной сборке в монтажно-испытательном корпусе важным моментом является установка полностью собранных ракет-носителей на транспортное устройство для доставки их на стартовую позицию. Для этого используется несколько мостовых кранов грузоподъемностью до 300 т. В монтажно-испытательном корпусе расположено различное контрольно-испытательное

оборудование для проверки ракет-носителей, после того как они будут доставлены с завода-изготовителя, а также во время сборки и пристыковки космического аппарата. Здесь же находится лабораторное оборудование для проверки приборов системы управления.

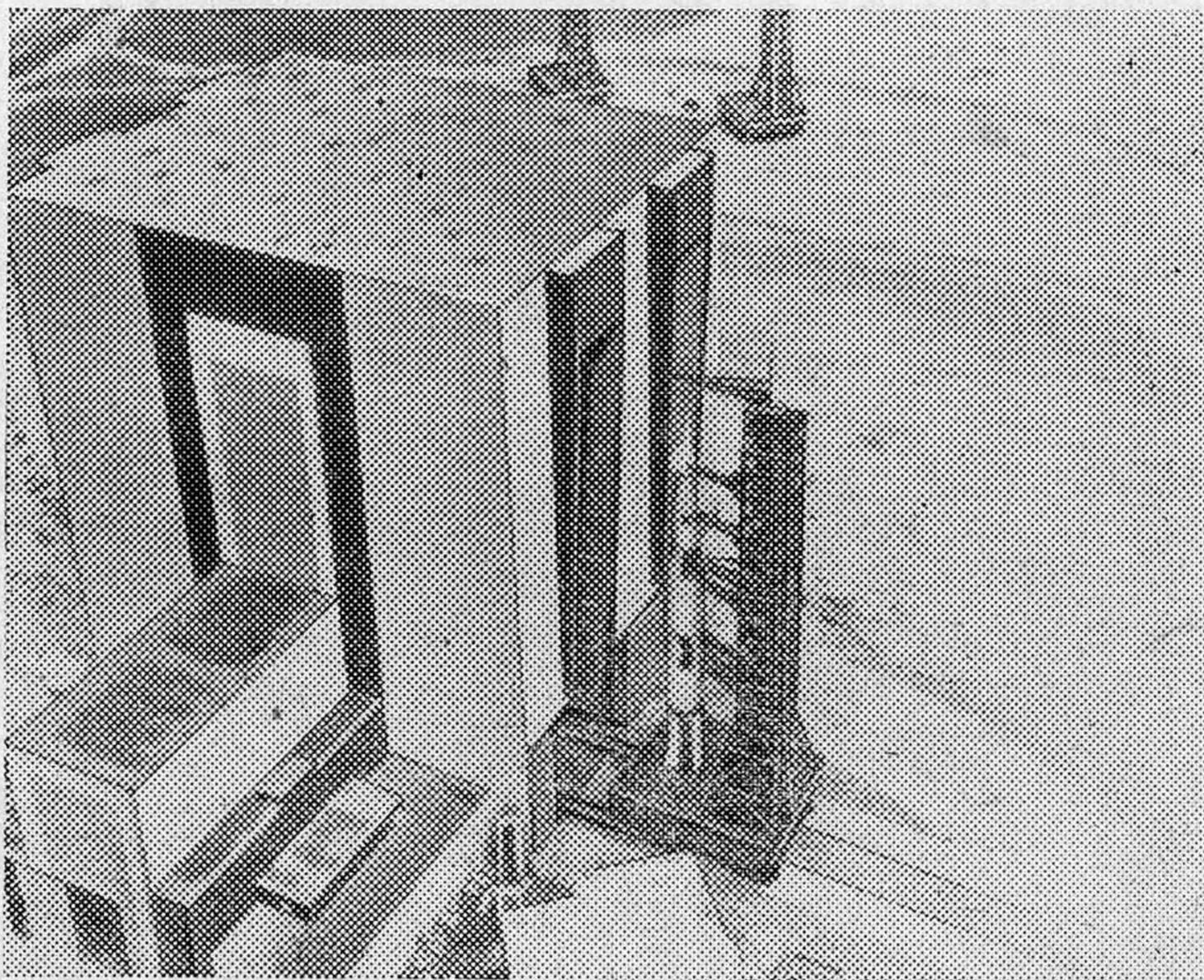


Рис. 5. Монтажно-испытательный корпус для вертикальной сборки ракеты-носителя «Сатурн-V».

При сборке и подготовке ракета-носитель располагается на сборочных стапелях, а отдельные ее ступени могут передвигаться в монтажно-испытательном корпусе на стыковочно-монтажных тележках. На рис. 6 показана ракета-носитель и космический корабль «Союз» в монтажно-испытательном корпусе.

При вертикальной сборке ракет-носителей монтажно-испытательный корпус делится на две части: верхнюю и нижнюю. В верхней части монтажно-испытательного корпуса производится вертикальная сборка ракеты-носителя непосредственно на верхней части пусковой системы. В таком положении ракета-носитель транспортируется затем на стартовую площадку. Отдельные ступени ракеты-носителя собирают в нижней части мон-

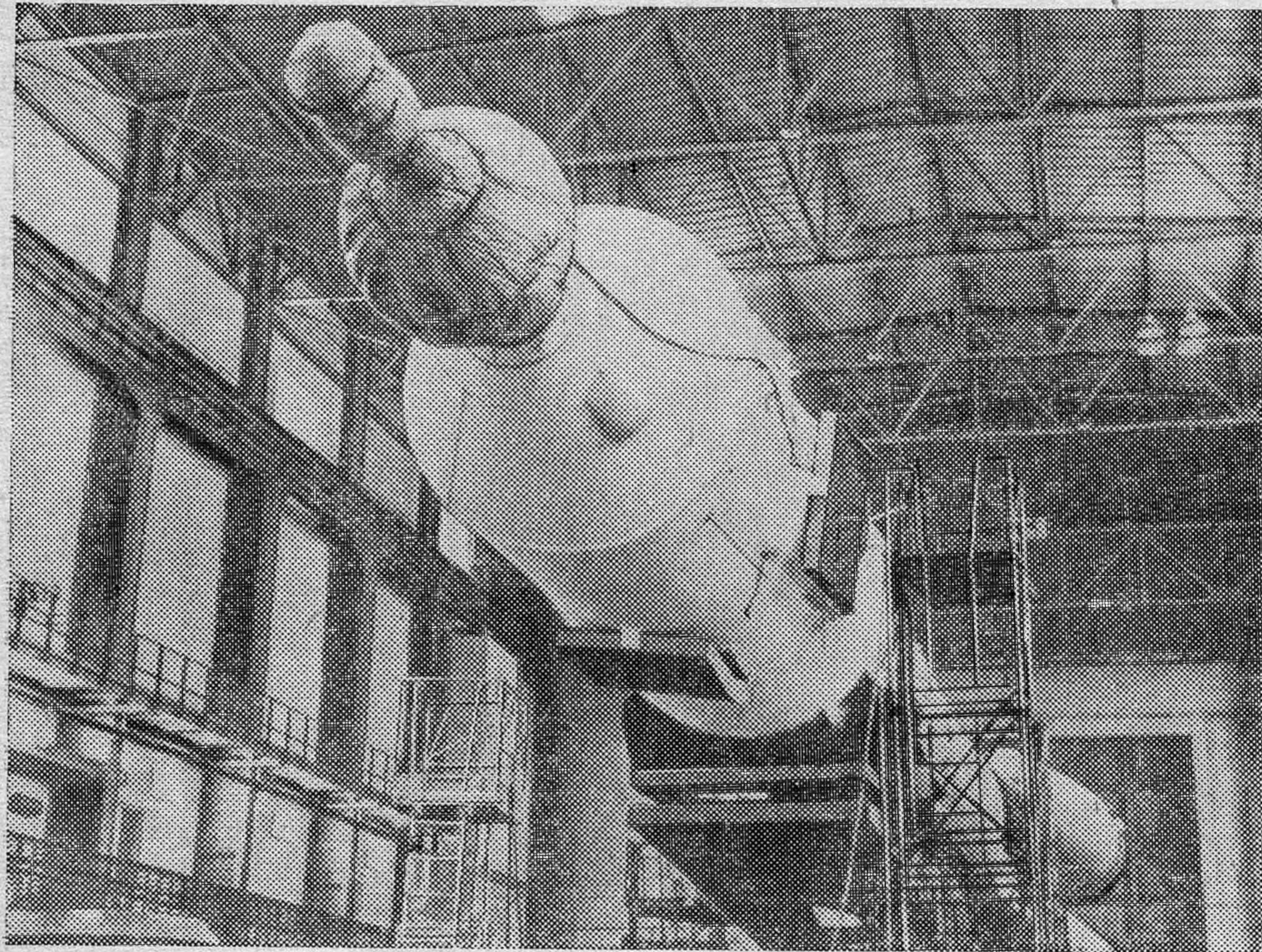


Рис. 6. Ракета-носитель с космическим кораблем «Союз» в монтажно-испытательном корпусе для горизонтальной сборки.

тажно-испытательного корпуса, а затем с помощью мостовых кранов переносят в верхнюю часть. Здесь расположены выдвижные площадки, создающие ряд ярусов, позволяющих производить круговое обслуживание собираемой ракеты-носителя. Некоторые из этих площадок могут передвигаться в вертикальном направлении.

Для ракет-носителей, имеющих жидкостные ракетные двигатели и твердотопливные ускорители, требуется создание двух монтажно-испытательных корпусов. В первом из них происходит сборка и испытания жидкостной ракеты, а во втором — сборка твердотопливных ускорителей и пристыковка их к жидкостной ракете. Мостовые краны, используемые для сборки ракет-носителей, имеют в два раза больше двигателей по сравнению с обычными кранами. При подъеме грузов работают сразу два двигателя, дублирующие друг друга: в случае отказа одного из них второй может обеспечить выполнение операции до конца, а в случае выхода из строя части подъемного устройства вторая половина блоков и тросов в состоянии выдержать полную нагрузку.

В том случае когда окончательная сборка ракеты-носителя и пристыковка к ней космического аппарата осуществляются непосредственно на пусковом столе, на стартовой позиции должны быть соответствующим образом оборудованы агрегаты и системы, принимающие участие в сборке, т. е. необходимо иметь грузоподъемное оборудование, площадки на башне обслуживания для выполнения сборочных работ, контрольно-проверочную аппаратуру.

Каждый из перечисленных способов сборки имеет свои особенности и свои трудности.

При горизонтальном способе сборки операции стыковки ступеней, проверок и испытаний ракет-носителей в монтажно-испытательном корпусе осуществляются в нерабочем (горизонтальном) положении, поэтому после транспортировки ракеты-носителя с пристыкованным космическим аппаратом с технической позиции на стартовую и установки ее в вертикальное положение на пусковую систему необходимо провести повторные комплексные испытания систем. Да и сама операция подъема ракеты-носителя из горизонтального положения в

вертикальное является достаточно сложной в техническом отношении задачей.

В качестве примера горизонтальной транспортировки можно привести транспортировку ракеты-носителя и космического корабля «Союз». Собранные и состыкованные друг с другом в монтажно-испытательном корпусе, космический корабль и ракета-носитель перегружаются на железнодорожный транспортер. Он представляет собой железнодорожную платформу с поворотной стрелой и гидросистему с гидродомкратами, переводящими эту стрелу из горизонтального положения в вертикальное, и наоборот. На стрелу, опущенную в горизонтальное положение, укладывается и крепится ракета с кораблем. На рис. 7 показана транспортировка по железнодорожным путям космического корабля и ракеты-носителя железнодорожным транспортером.

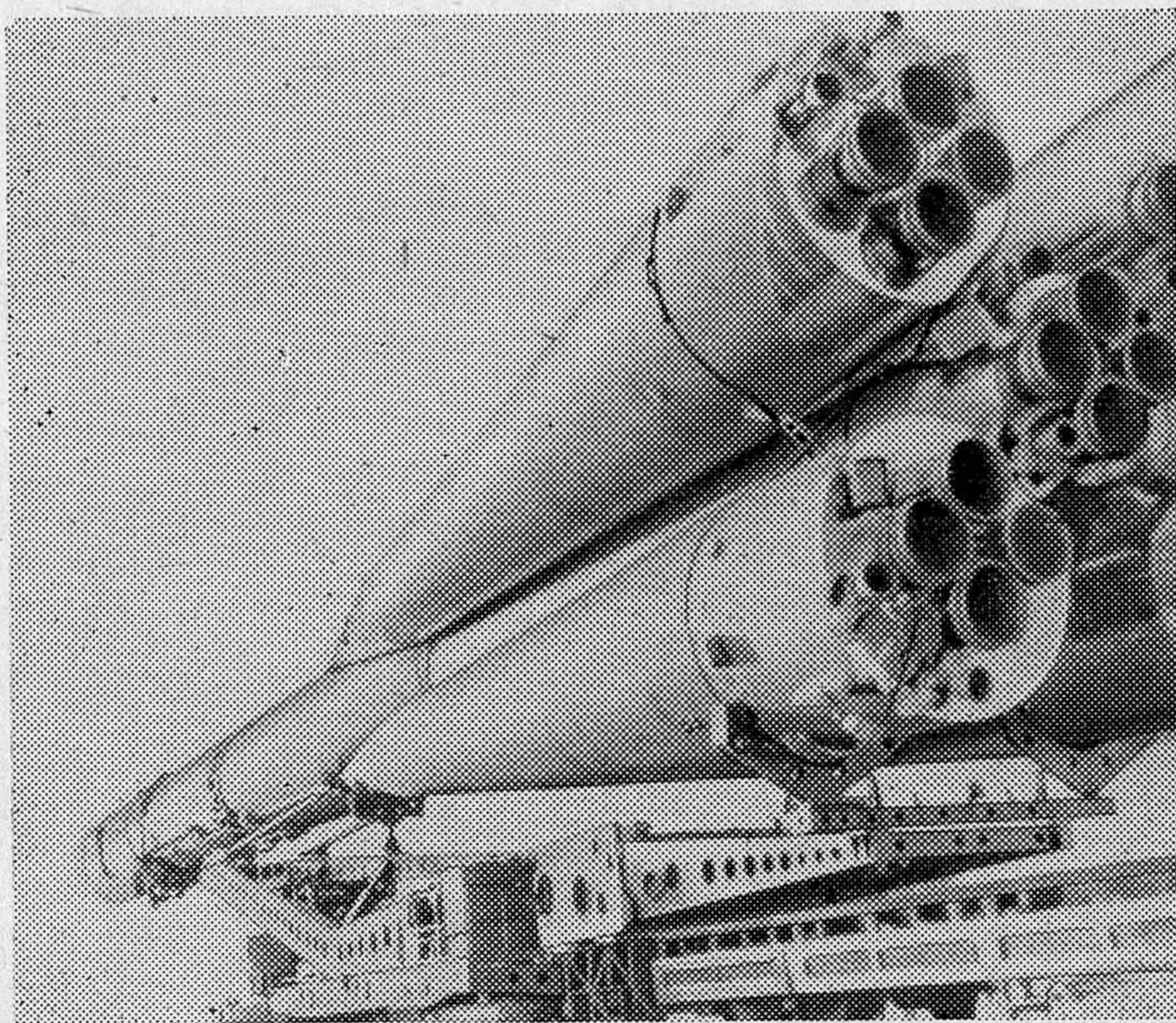


Рис. 7. Транспортировка ракеты-носителя с кораблем «Союз» на стартовое устройство.

При работах по подготовке ракеты-носителя вторым способом (когда сборка отдельных ступеней осуществляется в монтажно-испытательном корпусе на технической позиции, а окончательная сборка ракеты-носителя и пристыковка космического аппарата — на стартовой непосредственно на пусковом столе) на длительное время бывает занята пусковая система. Выполнение операций сборки ракеты-носителя на пусковой системе сокращает, следовательно, число возможных пусков с одной стартовой площадки, и для выполнения более интенсивной программы пусков требуется строительство дополнительных стартовых площадок.

При вертикальной сборке ракет-носителей в монтажно-испытательном корпусе и последующей их транспортировке на стартовую позицию определенные трудности в проектировании и строительстве вызывает необходимость сооружения верхней части монтажно-испытательного корпуса. Следует также иметь в виду, что при этом способе сборки и транспортировки ракета-носитель на транспортном агрегате вместе с кабель-заправочной башней подвержена значительным ветровым нагрузкам.

Транспортировка ракеты-носителя с пристыкованным космическим аппаратом с технической позиции на стартовую осуществляется по специальному тракту гусеничными тягачами. Тракт имеет две колеи.

Возможна транспортировка по специальному железнодорожному пути на транспортно-пусковой платформе. Существуют варианты вертикальной сборки ракеты-носителя в монтажно-испытательном корпусе на барже, когда перевозка на стартовую позицию осуществляется по каналу, а запуск ракеты-носителя происходит с той же баржи после откачки воды из пусковой части канала.

Сборка, испытание и подготовка космических аппаратов на технической позиции могут проводиться как в специальном монтажно-испытательном корпусе космического объекта, так и на специализированном участке монтажно-испытательного корпуса. Для работы с космическим аппаратом, как и в случае ракеты-носителя, используется сборочное, испытательное и контрольно-проверочное оборудование.

Сам монтажно-испытательный корпус космического

объекта напоминает большую лабораторию своей стерильной чистотой, белыми халатами, экранами осциллографов и пультами контрольной аппаратуры. А сборка космического аппарата иногда похожа на сложную хирургическую операцию или на работу группы часовых мастеров, выполняющих сборку точнейшего часового механизма. Здесь работают прибористы, электрики, двигателисты, химики и специалисты из многих других областей знаний.

После сборки и испытаний космический аппарат направляется на заправочную станцию, где получает необходимый запас топлива и сжатых газов. Проведение операций заправки космического аппарата топливом и сжатыми газами занимает одно из важных мест в процессе подготовки его к запуску. Большую роль при этом играют вопросы точного дозирования компонентов топлива и сохранения необходимого температурного режима.

Топливо для заправки из хранилищ подается или насосными установками, или методом вытеснения. Заправочные станции имеют противопожарную систему, приточно-вытяжную вентиляцию, различные электрические, заправочные, дренажные и другие коммуникации.

Контроль за работой заправочных коммуникаций осуществляется с пультов систем дистанционного и автоматического управления станции. После окончания заправки космического объекта он доставляется в монтажно-испытательный корпус, откуда уже вместе с ракетой-носителем на стартовую позицию. В том случае когда в процессе транспортировки возможно изменение температуры компонентов топлива, превышающее допустимые пределы, транспортные средства снабжаются системами термостатирования, обеспечивающими необходимый температурный режим.

Ракета-носитель с пристыкованным космическим аппаратом, пройдя все операции сборки и подготовки на технической позиции, доставляется на стартовую позицию, где начинается второй этап подготовки.

Стартовая позиция

Раскрыты ворота монтажно-испытательного корпуса... Дальше все напоминает знакомую картину, когда из ворот ангара в первый полет отправляется новый, только что созданный самолет. Может, это уже не первый запуск такой ракеты-носителя, может, это уже и не первый подобный космический аппарат, но, как и в первый раз, остаются те же волнения, те же заботы людей, вложивших огромный труд в подготовку этого пуска.

Работа на стартовой позиции отличается тем, что здесь уже чувствуется настроение будущего полета космического аппарата, хотя выполнение технических операций подчиняется общему плану подготовки, требующему той же точности и четкости, как и на предыдущих этапах подготовки.

Оборудование и сооружения стартовой позиции, используемые для подготовки ракеты к запуску, делятся также на две группы, как и оборудование технической позиции. Первая группа — оборудование, принимающее непосредственное участие в подготовке ракеты-носителя и космического аппарата к пуску; вторая группа — оборудование, обеспечивающее выполнение основного цикла работ и напоминающее аналогичное оборудование технической позиции.

Какое же оборудование используется на стартовой позиции при подготовке ракеты-носителя и космическо-

го аппарата к запуску? Это транспортно-установочные агрегаты и транспортно-установочные тележки (на некоторых космодромах используются транспортно-пусковые платформы), пусковые системы и пусковые сооружения, агрегаты обслуживания ракет-носителей и космических аппаратов на пусковой системе, специальные рельсовые пути для передвижения агрегатов обслуживания, хранилища компонентов топлива для ракеты-носителя и хранилища криогенных компонентов топлива для космического аппарата, системы заправки компонентов топлива, станция газоснабжения и системы заправки ракеты-носителя и космического аппарата сжатыми газами. Далее следует сказать о системах термостатирования, холодильных установках, помещениях для нейтрализации оборудования при использовании токсичных компонентов топлива, о комплексе автоматических и дистанционных систем управления, комплексе стартовой аппаратуры для ракеты-носителя и космического аппарата и о сооружениях командного пункта. Помимо перечисленных систем и сооружений, здесь находятся системы тушения пожаров, системы молниеотводов — диверторов, система подъездных путей и трансформаторная подстанция.

Мы перечислили наиболее крупные системы и сооружения, обеспечивающие выполнение основного цикла работ с ракетой-носителем и космическим аппаратом на стартовой позиции.

Транспортно-установочные агрегаты, установщики и транспортно-пусковые платформы могут быть нескольких типов. Их работа на стартовой позиции осуществляется следующим образом. Транспортно-установочный агрегат с помощью гидродомкратов поднимает ракету-носитель с космическим аппаратом, расположенную на стреле агрегата, в вертикальное положение. При этом ракета-носитель оказывается подвешенной над пусковой системой. Затем производится сближение до соприкосновения опор ракеты-носителя с опорными местами пусковой системы. Таким образом ракета-носитель с космическим аппаратом устанавливается на пусковую систему, а транспортно-установочный агрегат после закрепления ракеты-носителя ветровыми креплениями и освобождения стрелы может быть отведен от пускового сооружения. На рис. 8 дается представление о работе

транспортно-установочного агрегата во время подъема домкратами стрелы с ракетой и кораблем «Союз» над пусковой системой.

Для установки ракеты могут быть использованы передвижные установщики порталного типа. В этом случае ракета-носитель с космическим аппаратом, находящаяся на грунтовой транспортно-установочной тележке, поднимается вместе с ней в вертикальное положение с помощью тросовой системы. После установки ракеты-носителя в вертикальное положение на пусковой системе на откидные площадки, имеющиеся на установщике, поднимаются операторы для обслуживания космического аппарата в процессе предстартовой подготовки.

На некоторых стартовых комплексах используются стационарные установщики. Такие установщики монтируются около пусковой системы. Стрела стационарного установщика имеет вид платформы с рельсовыми путями и расположена на стартовой площадке так, что железнодорожная транспортно-установочная тележка может закатываться на платформу. После выполнения этих операций осуществляются автоматическое крепление транспортно-установочной тележки с ракетой-носителем и космическим аппаратом на стреле и подъем ракеты с помощью гидродомкратов в вертикальное положение.

Интересно рассмотреть работу транспортно-пусковой платформы, которая перевозит ракету-носитель с космическим аппаратом от технической позиции до стартовой в вертикальном положении. Ракета-носитель, установленная на такой платформе, доставляется на стартовую позицию с помощью гусеничного транспортера по специальным путям. После установки пусковой платформы и закрепления ее транспортер выходит из-под пусковой системы. Такая схема применена для ракеты-носителя «Сатурн-V» с пристыкованным к ней космическим кораблем «Аполлон».

На транспортно-пусковой платформе имеется кабель-заправочная башня, которая удерживает ракету на платформе и защищает ее от ветровых нагрузок. Гусеничный транспортер подъезжает под пусковую платформу, поднятую над землей при помощи гидродомкратов, и платформа опускается на транспортер. После

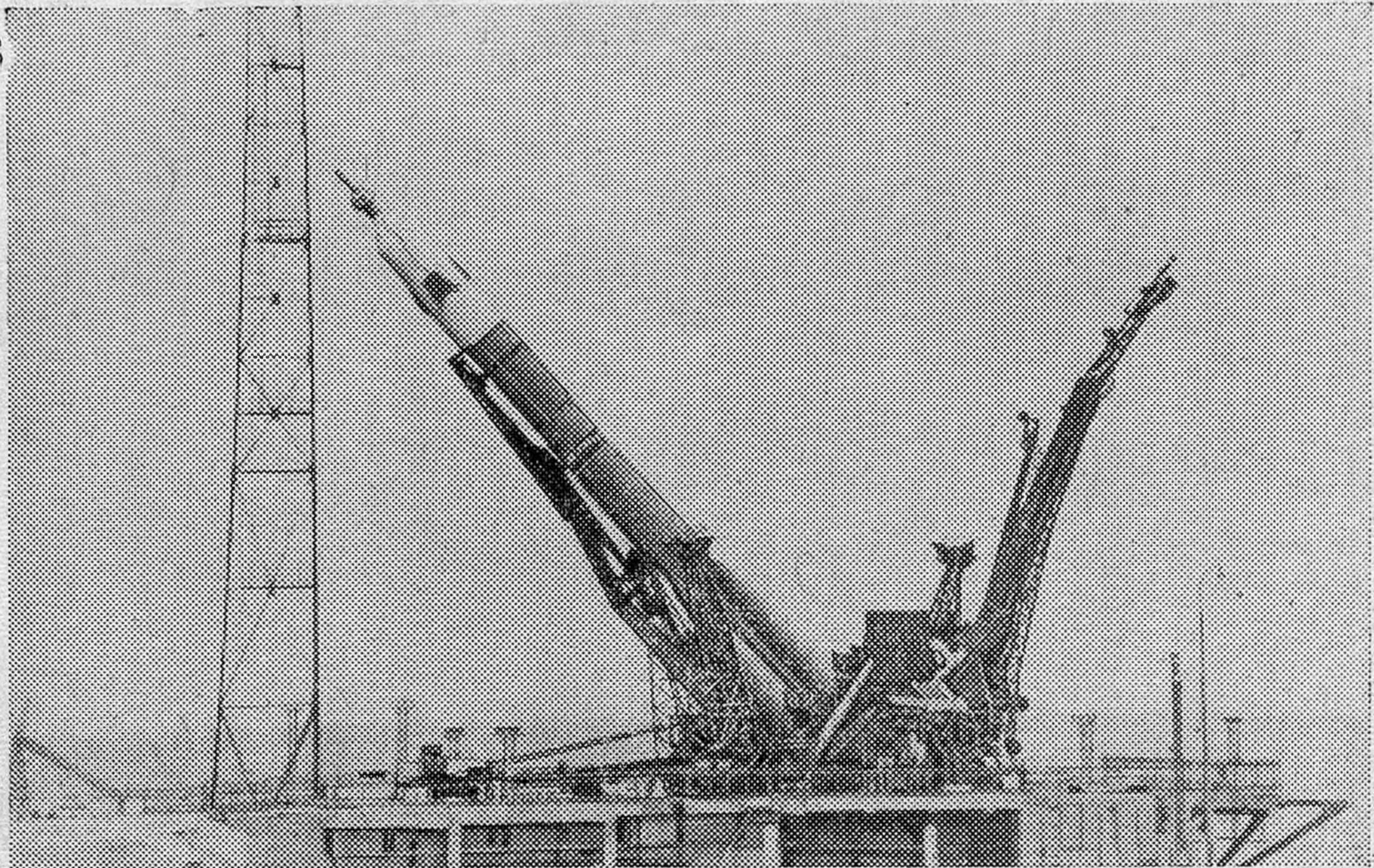


Рис. 8. Установка ракеты-носителя с кораблем «Союз» на стартовое устройство.

этого все сооружение со скоростью около 1,5 км/ч начинает двигаться к стартовой позиции. Этот процесс показан на рис. 9. Когда транспортно-пусковая платформа доставлена на стартовую площадку, ее домкраты «вывешивают» платформу вместе с ракетой и космическим кораблем над поверхностью стартовой площадки; освобожденный, таким образом, транспортер выходит из-под транспортно-пусковой платформы.

Одним из основных агрегатов стартового комплекса является пусковая система, размещенная в пусковом сооружении. Пусковая система обеспечивает установку и удержание ракеты-носителя в положении для пуска. Через нее электрические, заправочные и другие коммуникации подводятся к ракете-носителю и космическому аппарату. Пусковые системы могут быть как подвижными, так и стационарными. Наиболее интересны стационарные пусковые системы, отличающиеся большим разнообразием конструктивных параметров.

Различие в конструкции пусковых систем определяется особенностями ракет-носителей. Основными элементами пусковой системы являются: опорная силовая конструкция, опорные элементы для ракеты-носителя, устройства и механизмы для установки ветрового крепления ракеты-носителя, а также устройства для подводки к ней различных коммуникаций. В качестве опорной силовой конструкции некоторые пусковые системы имеют откидные фермы (опоры), на которые ракета-носитель устанавливается своим средним или нижним опорным поясом. Во время старта ракеты-носителя эти фермы автоматически отбрасываются в сторону.

Пусковые сооружения, в которых монтируются стационарные пусковые системы, бывают наземными, полузаглубленными и шахтного типа. Переход от наземных пусковых сооружений к полузаглубленным и шахтным объясняется стремлением конструкторов упростить систему установки ракеты-носителя на пусковую систему, т. е. за счет уменьшения высоты подъема ракеты-носителя сократить размеры и мощность гидравлической подъемной системы. С другой стороны, переход к полузаглубленным и заглубленным пусковым сооружениям связан с решением вопроса отвода газовой струи при работе двигательных установок в зоны, безопасные для самой ракеты-носителя и остального наземного оборудо-

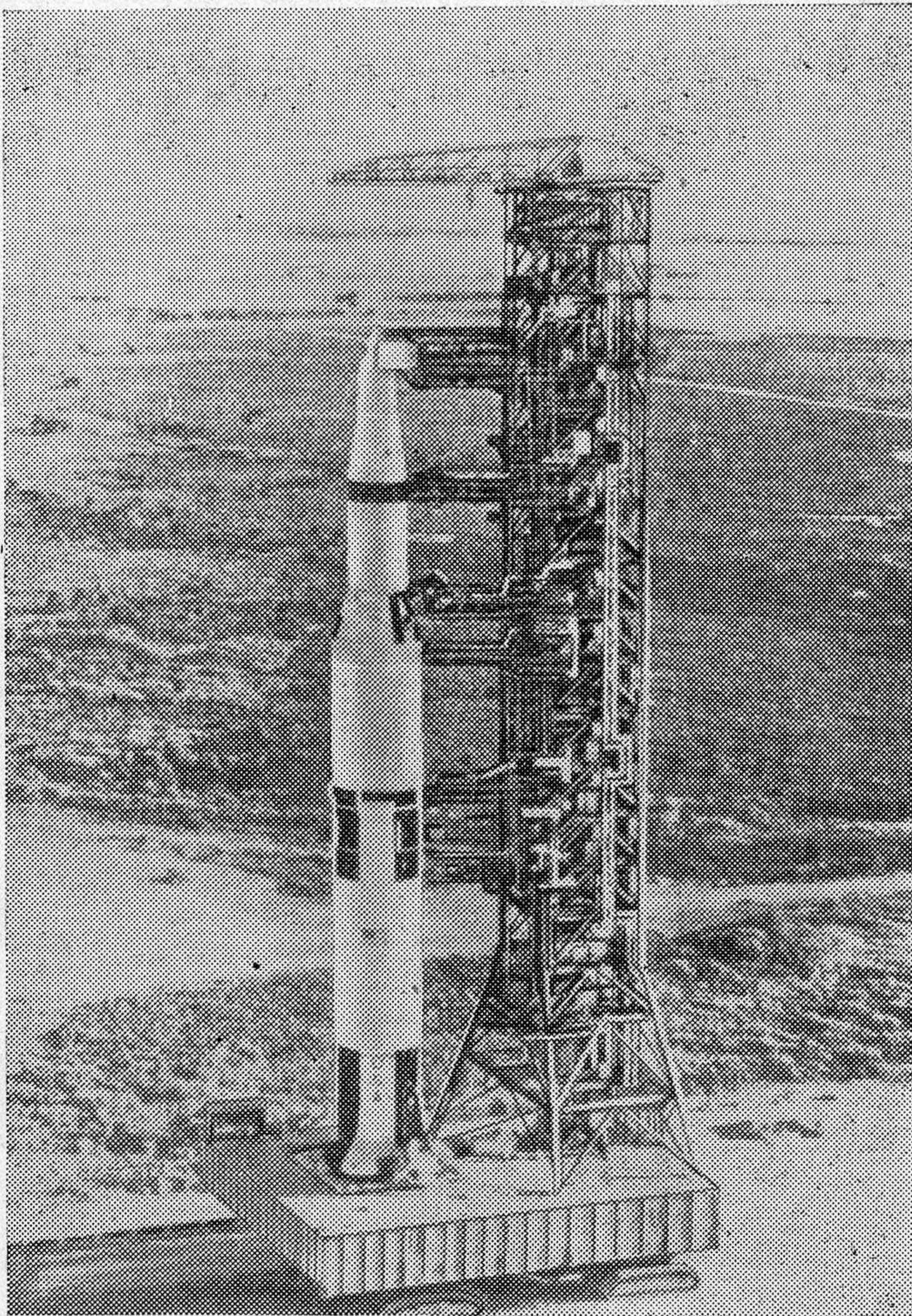


Рис. 9. Вертикальная транспортировка ракеты-носителя «Сатурн-V» с космическим кораблем «Аполлон» к стартовой позиции (видно самоходное шасси со стартовой платформой).

дования, расположенного в непосредственной близости от пускового сооружения. В таких пусковых сооружениях строятся газоотводные каналы, позволяющие отводить газы и ограничить или исключить зону их воздействия на окружающие сооружения.

Горячие газы из работающих двигательных установок ракеты-носителя при ее старте поступают в газоотводные каналы после их соударения с гранями и стенками газоотражателя. Газоотражатель располагается непосредственно под соплами двигательных установок ракеты-носителя и предназначен для отвода сверхзвуковой высокотемпературной реактивной струи двигательной установки в необходимом направлении. Грани газоотражателя имеют обычно прямолинейные и закругленные участки. Стойкость граней при воздействии струи обеспечивается специальным подбором материалов, толщиной стенок и наличием специальных покрытий. В некоторых газоотражателях стенки граней охлаждаются за счет циркуляции охлаждающей жидкости по трубкам, проложенным в самих стенках. Конструкция газоотражателей определяется параметрами реактивной струи, характеристиками двигательных установок и конструктивными особенностями ракеты-носителя.

К установленной на пусковую систему ракете-носителю с космическим аппаратом подводятся топливные, электрические, пневматические и дренажные коммуникации. Для размещения и стыковки этих коммуникаций устанавливаются кабельные, заправочные и кабель-заправочные мачты, механизмы стыковки электрических и пневматических разъемов, наполнительных и дренажных соединений. Мачты могут быть как отбрасываемыми, так и стационарными. Отбрасываемые мачты отводятся от ракеты-носителя и космического аппарата автоматически по команде с пульта пуска.

Стационарные мачты закрепляются на пусковой системе или рядом с ней на расстоянии, исключающем соударения с ракетой-носителем или повреждение их газовой струей. Такие мачты оснащены отводными коммуникациями, соединяющими ракету-носитель и космический аппарат с наземными коммуникациями, проложенными по мачте. Кабель-заправочные мачты или башни имеют весьма внушительные размеры — высота некоторых из них превышает 100 м. В отдельных слу-

чаях кабель-заправочные башни могут выполнять функции башен обслуживания и тогда они снабжаются площадками обслуживания и лифтами.

Пусковая система ракеты-носителя для корабля «Союз» относится к полузаглубленной пусковой системе и хорошо показывает оригинальность конструкторских решений агрегатов пусковой системы. Подъездные пути, ведущие к стартовому сооружению, расположены на специальной насыпи, подходящей к газоотводящему котловану. Насыпь заканчивается пусковой системой, как бы нависающей над котлованом. Использование такой схемы и позволило легко решить проблему газоотвода, которая достаточно сложна для заглубленных пусковых систем. С другой стороны, поднятие подъездных путей на насыпь значительно упростило схему установки ракеты-носителя на пусковую систему. Это дало возможность уменьшить мощность гидросистемы установщика и упростить его силовую конструкцию.

Ракета-носитель крепится на пусковом устройстве с помощью силовых ферм, откидывающихся перед ее стартом в стороны. Фермы обслуживания охватывают ракету с космическим кораблем с двух сторон и уходят перед пуском в стороны от ракеты. По одной из ферм через все площадки обслуживания проходит лифт, доставляющий космонавтов к кораблю. Кабель-заправочные мачты стационарного типа отводятся в сторону аналогично силовым фермам. Струи раскаленного газа от двигательной установки отводятся по огромному железобетонному лотку-газоходу в сторону от ракеты на безопасное для нее расстояние.

Ракета-носитель с кораблем «Союз» на стартовой позиции представлена на рис. 10.

Башни обслуживания и агрегаты обслуживания предназначены для обеспечения доступа обслуживающего персонала к ракете-носителю и космическому аппарату на различных уровнях, для доставки различных приборов и приспособлений, в отдельных случаях для прокладки коммуникаций. Агрегаты обслуживания могут быть нескольких видов: башни, фермы, автовышки, передвижные механизмы и специальные кабины.

Работы с использованием агрегатов обслуживания или башен обслуживания выполняются после заверше-

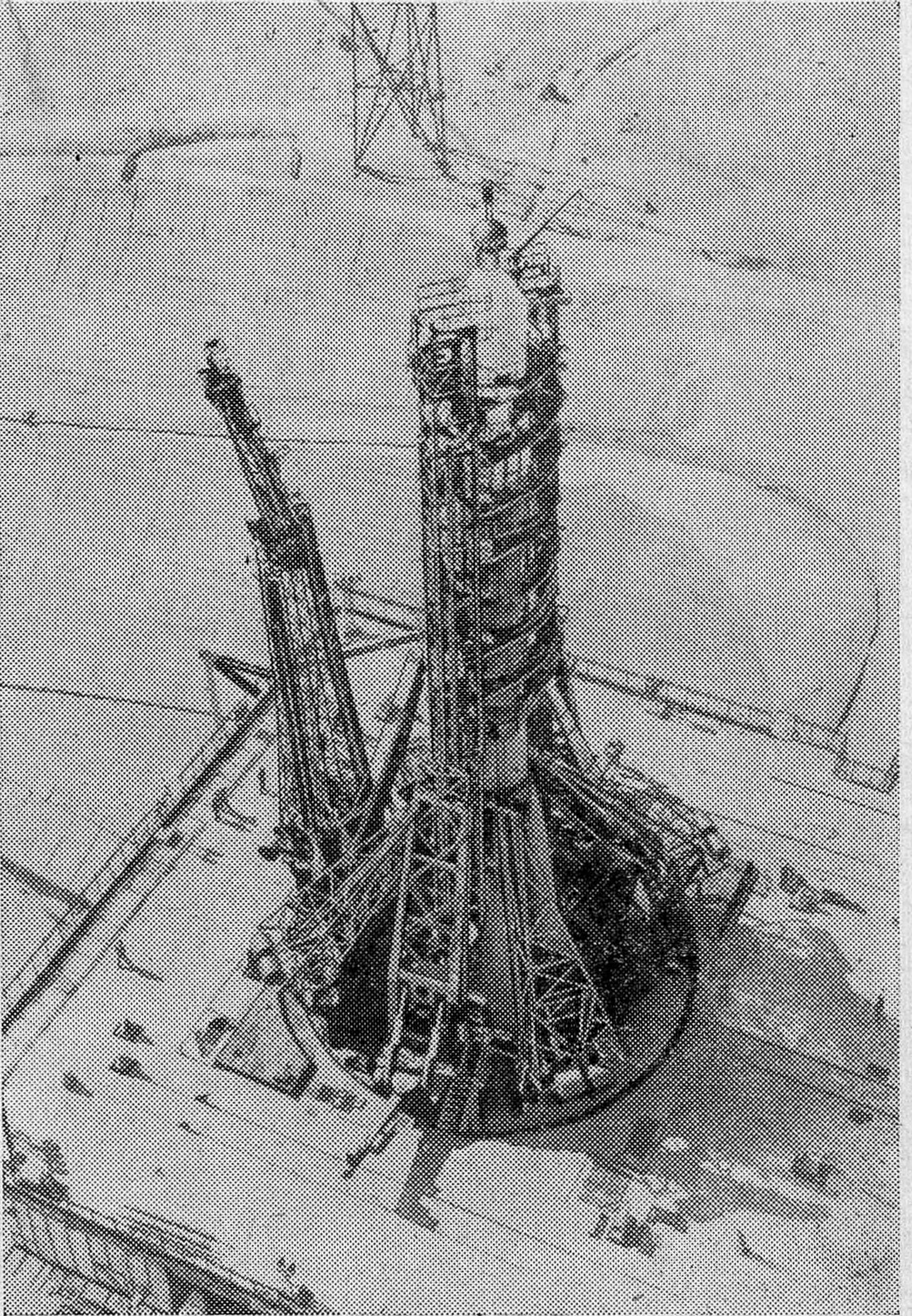


Рис. 10. Ракета-носитель с космическим кораблем «Союз» на стартовой площадке. Кабель-заправочная мачта в отведенном состоянии.

ния операций установки ракеты-носителя с космическим аппаратом на пусковую систему. Агрегаты обслуживания подводятся к пусковой системе только на период выполнения работ по обслуживанию ракеты-носителя и космического аппарата при подготовке запуска.

Башни обслуживания передвигаются по рельсовым путям на расстояния, обеспечивающие их безопасность при взрыве ракеты-носителя на пусковой системе. В том случае когда используются поворотные башни обслуживания, они передвигаются по кольцевому рельсу. На некоторых стартовых комплексах башни обслуживания передвигаются не по рельсовым путям, а с помощью гусеничных транспортеров по специальным путям, при этом используются те же гусеничные транспортеры, которые уже доставили в вертикальном положении с технической позиции на стартовую ракету-носитель с космическим аппаратом на транспортно-пусковой платформе. Башни, агрегаты и фермы обслуживания оснащены выдвижными, складывающимися и стационарными площадками для работы обслуживающего персонала. Между площадками расположены лестничные марши и лифты. Некоторые башни обслуживания оснащены грузоподъемными кранами, используемыми при сборке ракеты-носителя и при стыковке космического аппарата непосредственно на пусковой системе. На некоторых башнях обслуживания сооружены закрытые помещения с подачей в них кондиционированного воздуха. Такие помещения используются для проведения работ по обслуживанию некоторых приборов ракеты-носителя или космического аппарата, когда является нежелательным прямой контакт с атмосферой.

Башни обслуживания особенно мощных ракет-носителей являются достаточно большими агрегатами, имеющими отдельную электростанцию, системы отопления и кондиционирования воздуха, системы вентиляции, освещения, пожаротушения, связи.

Хорошей иллюстрацией передвижной башни обслуживания является башня обслуживания ракеты-носителя «Сатурн-V», представленная на рис. 11. Башня имеет высоту 122,5 м и передвигается с помощью самоходного шасси, применяемого для доставки стартовой платформы с ракетой-носителем на пусковую площадку.

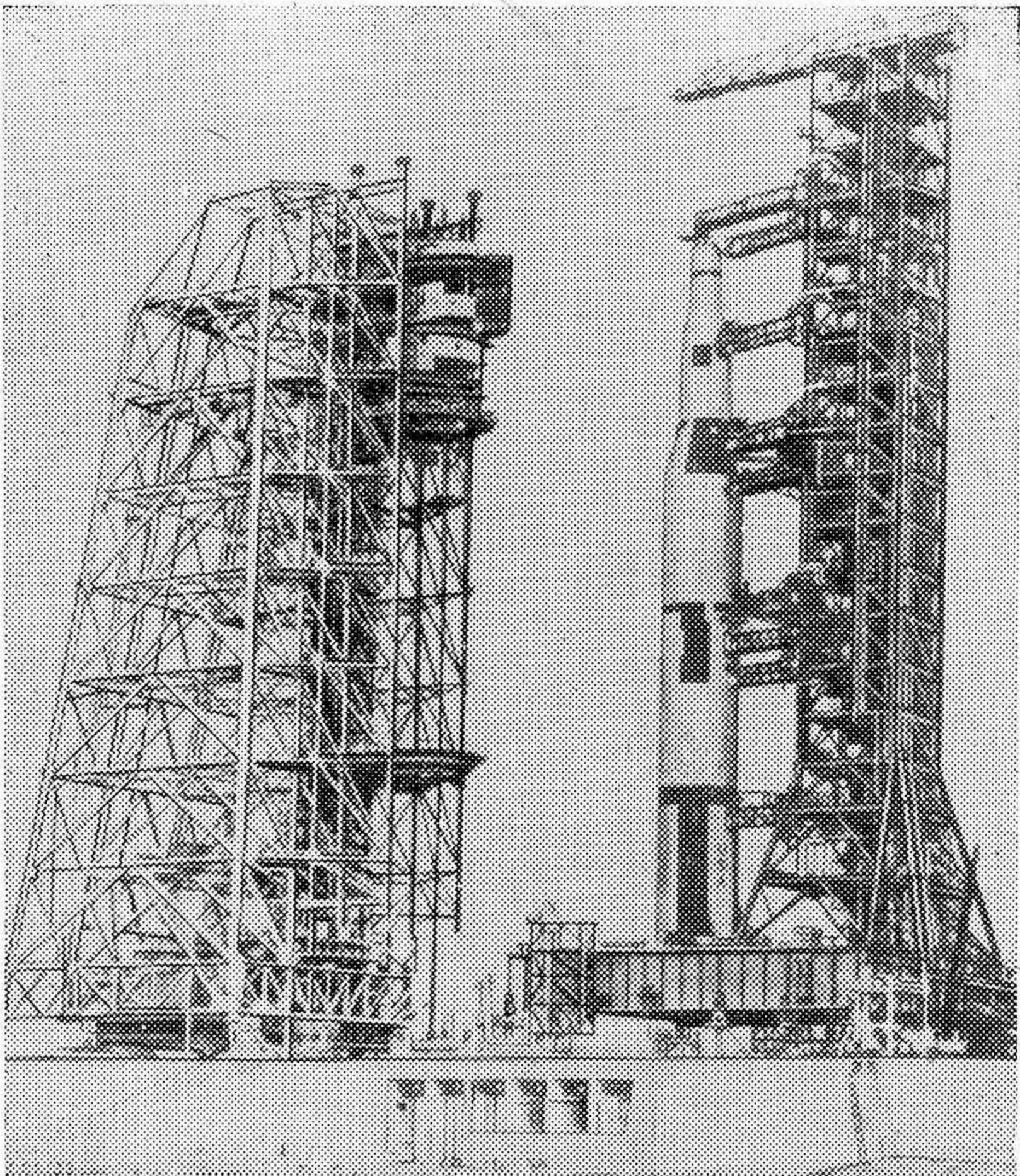


Рис. 11. Стартовая позиция ракеты-носителя «Сатурн-V». Справа: стартовая платформа с ракетой и кабель-заправочная башня. Слева: мобильная башня обслуживания, отведенная от ракеты.

После установки ракеты-носителя с космическим аппаратом на пусковую систему, подведения башни обслуживания или агрегата обслуживания и подключения всех необходимых коммуникаций проводится цикл работ по проверке ракеты-носителя и космического аппарата. Испытания проводятся как автономные, так и комплексные и выполняются они при помощи проверочно-пускового оборудования и наземных систем. Основная часть проверочно-пускового оборудования располагается в командном пункте стартового комплекса.

Командные пункты, расположенные на стартовой позиции, обычно выполняются в виде подземного или полуподземного защищенного сооружения, в котором, помимо проверочно-пускового оборудования, находится аппаратура для дистанционного и автоматического управления операциями по установке на пусковую систему ракеты-носителя, заправке компонентами топлива и сжатыми газами. Командный пункт из всех сооружений стартового комплекса обычно наиболее защищен на случай взрыва ракеты-носителя на пусковой системе.

Несколько слов надо сказать о дистанционной системе управления технологическими операциями, являющейся неотъемлемой частью современного стартового комплекса. Эта система состоит из блоков управления, смонтированных в отдельных стойках, и кнопочного пульта с кабельной сетью. Такая система обеспечивает дистанционное управление пусковой системой и транспортно-установочным агрегатом при выполнении операций по установке ракеты-носителя. Входящая в нее система дистанционного управления заправкой ракеты-носителя предусматривает как ручной, так и автоматический режим работы.

Командные сигналы от системы дистанционного управления технологическими операциями поступают на систему автоматического управления технологическими операциями (АУТО). Она состоит из пульта управления, на котором смонтированы блоки управления отдельными агрегатами и системами измерений, релейного шкафа и кабельных связей. Электрические связи соединяют АУТО с системами управления ракеты-носителя, контроля уровня топлива в ее баках, наземного электросилового оборудования, пусковой системой, транспортно-установочным агрегатом, системами термо-

статирования. Таким образом, оператор, находясь у пульта дистанционного управления технологическими операциями, нажимая ту или иную кнопку, приводит в действие один из блоков управления системы автономного управления технологическими операциями. А она, в свою очередь, начинает последовательно выдавать команды на исполнительные органы соответствующего оборудования стартового комплекса, приводя его в действие для выполнения очередной технологической операции.

Одно из важных мест в работе космодрома занимают всевозможные стендовые и летные испытания. Испытаниям подвергается как вся ракетно-космическая система в целом, так и отдельные ее элементы. Особое место при этом отводится испытаниям ракетного двигателя. Эти испытания проводятся в двух вариантах: холодные и огневые. В первом случае осуществляется проверка работы агрегатов и отдельных систем двигательных установок на вспомогательных жидкостях и газах без использования процесса горения топлива. При таких испытаниях осуществляется проверка прочности и герметичности отдельных элементов; системы и механизмы испытываются на правильность их функционирования. Второй вид испытаний — огневые, они проводятся уже с использованием процесса горения топлива. Проверяется при этом работоспособность двигателя и его характеристики.

Из других испытаний необходимо выделить автономные и комплексные испытания ракетно-космических систем и их элементов и испытания наземного оборудования. Каждое из этих испытаний является обязательным и важным этапом в работе космодрома. Как автономные, так и комплексные испытания проводятся на технической и стартовой позициях. Автономные испытания проводятся с целью определения правильности функционирования систем, узлов и агрегатов и осуществляются с помощью контрольно-испытательной аппаратуры. Контрольно-испытательная аппаратура устанавливается стационарно или выполняется в подвижном варианте и используется как на технической, так и на стартовой позициях. Испытания могут быть значительно разнесены по времени и не связаны между собой. Такие испытания не требуют проверки взаимодействия агрегатов и сис-

тем. В отличие от них комплексные испытания представляют собой уже определенную совокупность операций, выполняемых с целью проверки не только правильности функционирования узлов и агрегатов, но также и с целью проверки их взаимного функционирования. При этом производится полная имитация всех операций, выполняемых в процессе предстартовой подготовки, пуска и полета ракетно-космической системы. Эти испытания проводятся с помощью проверочно-пусковой аппаратуры, которая в отличие от контрольно-испытательной фиксирует не параметры агрегатов и систем и соответствие характеристик определенным требованиям, а этапы выполнения этими агрегатами своих функций, начальные и конечные их состояния и параметры режимов работы в отдельных случаях.

Последовательность выполнения ряда предстартовых работ и работ, осуществляемых в процессе пуска, контролируется при этом автоматически. Операторы, осуществляющие управление и контроль за выполняемыми операциями, наблюдают ход работ на экранах телевизоров.

Летные испытания на космодроме проводятся для отработки отдельных элементов ракетно-космической системы в полете. На ракетах и космических аппаратах устанавливаются необходимые телеметрические датчики, производится передача данных измерений наземным пунктам с последующей их расшифровкой и обработкой. По результатам летных испытаний вносятся коррективы в конструкцию ракетно-космической системы для более четкой ее работы при последующих штатных пусках.

После завершения автономных и комплексных испытаний ракеты-носителя и космического аппарата проводятся операции заправки ракеты топливом и сжатыми газами. Эти операции являются одним из основных этапов подготовки ракеты-носителя к пуску.

Оборудование для заправки ракеты-носителя компонентами топлива и сжатыми газами, а также космического аппарата криогенными компонентами топлива состоит из емкостей для хранения компонентов топлива, насосных станций, емкостей для слива и системы трубопроводов, проложенных в специальных каналах по стартовой площадке, по пусковой системе, по заправоч-

ным мачтам и башням обслуживания. Трубопроводы снабжены необходимыми блоками гидравлических и пневматических клапанов, позволяющих осуществлять управление ходом заправки. На некоторых стартовых комплексах применяется другой способ заправки компонентов топлива — вытеснительный. При этом способе в отличие от насосного не требуется интенсивной работы группы насосов в короткий промежуток времени, когда ведется заправка, а следовательно, исключается зависимость процесса заправки от работы источника электроэнергии и значительно сокращается ее потребление. Заправка ведется путем нагнетания газов под высоким давлением в емкости хранения компонентов топлива. Следует отметить, что оба метода заправки компонентов топлива имеют свои области применения, соотношение которых определяется рядом условий, таких, как наличие источников электроэнергии и их мощности, объем заправляемых компонентов топлива, высота расположения заправочных горловин ракеты-носителя, токсичность компонентов топлива, допустимые давления в емкостях хранилищ.

Контроль за выполнением заправки ракеты-носителя осуществляется с пульта управления заправкой. Этот пульт представляет собой единую систему релейных и сигнальных блоков. Оператор, управляющий заправкой, подает необходимые команды и контролирует их прохождение. На стойках пульта смонтированы панели с тумблерами для управления гидроарматурой системы заправки и кнопка аварийного отключения заправки, световые транспаранты, отображающие выполнение этапов процесса заправки и соответствующие режимы. В целом контроль и управление заправкой осуществляются дистанционно.

В отдельных случаях для заправки ракет-носителей компонентами топлива могут использоваться подвижные заправочные средства, когда на стартовом комплексе отсутствуют стационарные хранилища. Важную роль в процессе заправки ракеты-носителя играют вопросы дозирования. Обычно такое дозирование осуществляется системой контроля уровней автоматически. В баках ракет-носителей устанавливается ряд датчиков, регистрирующих уровень компонентов топлива. Сигналы датчиков передаются в систему контроля уровней. По

мере заполнения бака ракеты-носителя и достижения определенного уровня система контроля уровней подает команду на снижение расхода в системе заправки, а при достижении конечного уровня подается сигнал и срабатывают отсечные заправочные клапаны, после чего заправка прекращается. В отдельных случаях используются для дозирования компонентов топлива счетчики-расходомеры или применяется метод взвешивания ракеты-носителя. С этой целью в пусковую систему устанавливаются датчики, позволяющие регистрировать изменение веса ракет-носителей.

Перед заправкой компонентов топлива в баки ракеты-носителя производится их термостатирование в емкостях хранилища и емкостях подвижных заправщиков. Выполнение этих операций преследует несколько целей. В одних случаях — это сохранение определенного соотношения параметров компонентов топлива и поддержание их температуры в заданных пределах, что свойственно для высококипящих компонентов. В других случаях — переохлаждение, свойственное криогенным топливам, что в сочетании с различного рода изоляцией емкостей позволяет почти без потерь хранить топливо длительное время. При использовании криогенных компонентов топлива их переохлаждение или подпитка баков для компенсации испарений производится также и при стоянке ракеты-носителя на пусковой системе.

После окончания заправки производится дренаж заправочных коммуникаций и последующая отстыковка наполнительных и дренажных соединений. При выполнении всех операций заправки в постоянной готовности находятся системы пожаротушения.

К дальнейшим операциям подготовки к пуску относится посадка космонавтов, если полет пилотируемый, и выполнение окончательной предстартовой подготовки. Космонавты переходят в корабль через башни или фермы обслуживания, а иногда и через кабель-заправочные башни.

После запуска ракеты-носителя с космическим аппаратом связь с ними и управление полетом осуществляются командно-измерительным комплексом, в функции которого входят: измерение траектории полета космического аппарата и ракеты-носителя, передача команд для

выполнения определенных действий и общего функционирования космического аппарата, а также прием телеметрической информации и осуществление различных видов связи. Вся аппаратура командно-измерительного комплекса размещена на нескольких станциях, расположенных на значительных расстояниях друг от друга, часть из них находится на кораблях в океане, а часть — на суше. Все эти пункты надежно связаны с координационно-вычислительным центром и имеют общую службу единого времени.

Вспомогательные службы

Выполнение основных операций технологического цикла работ по подготовке ракет-носителей и космических аппаратов к пуску и проведению пуска требует четкого функционирования ряда вспомогательных служб космодрома. Сюда относятся службы, занимающиеся эксплуатацией оборудования, обеспечивающего, как указывалось выше, работу агрегатов и систем первой группы. Это электросиловые подстанции, системы освещения, канализация, отопительное и противопожарное оборудование, вентиляция, системы связи, водоснабжения, автоматического и дистанционного управления работой вспомогательных систем. К ним относятся и службы, выполняющие работы во вспомогательных зонах: зоне хранения компонентов топлива, жилой зоне с культурно-массовыми учреждениями, учебном центре, холодильном центре, в зоне вспомогательного производства, на железнодорожной станции, в порту, на аэродроме.

Обеспечение космодрома электроэнергией осуществляется как от государственных линий электропередачи, так и от местных автономных источников питания. Для ряда агрегатов стартовой позиции автономными источниками электроэнергии служат дизельные или бензиновые двигатели. Такое дублирование снабжения электроэнергией основных агрегатов и систем стартовой позиции связано с обеспечением надежности их работы. Подача электроэнергии происходит по двум кабелям: один

для государственной линии электропередачи, второй — для автономных источников питания. При выходе из строя одного из источников электроэнергии или линии электропередачи питание агрегатов и систем стартовой позиции осуществляется от второго источника и по второму кабелю.

Распределение электроэнергии на космодроме происходит через центральный распределительный пункт и контролируется через центральный пункт дистанционного управления распределением электроэнергии. При работе космодрома в зимних условиях ряду агрегатов, систем и сооружений требуется обогрев. Работа нагревательного и холодильного центров особенно важна для хранилищ топлива. Это специальные сооружения, расположенные в зоне стартовой позиции. Хранилища оснащены сложной аппаратурой и техническими системами, предназначенными для вентиляции, газового контроля и контроля температуры компонентов топлива.

Обычно здесь же располагается химическая лаборатория для анализа поступающего и выдаваемого топлива.

От случайного возгорания пролитых компонентов топлива на стартовой позиции агрегаты, системы и саму ракету-носитель призвана защищать противопожарная система. В состав противопожарной системы входит бассейн с водой, гидроарматура, система насосов, коллекторов и лафетных стволов, а также система дистанционного управления и контроля. Такая система имеет также ряд пунктов и датчиков, сигнализирующих о возникновении пожара или критической обстановки, требующей принятия противопожарных мер.

В особой зоне размещаются хранилища, предназначенные для длительного хранения ракет-носителей или их ступеней и отсеков. Ракеты и их элементы в консервированном виде укладываются в хранилищах на специальные ложементы или складские тележки. В них поддерживается заданный температурно-влажностный режим.

Отдельно от хранилищ ракет располагаются помещения для хранения ракетных двигателей твердого топлива.

Во вспомогательной зоне сосредоточена ремонтная

база с различными мастерскими и компрессорная станция для сжатия воздуха, азота или гелия.

К вспомогательному оборудованию космодрома относятся и системы связи. Космодром имеет внешние линии связи, соединяющие его со всеми пунктами страны при помощи телефонной и телеграфной связи. Кроме того, имеется и развитая система внутренней связи, обеспечивающая телефонную и телеграфную связь всех служб космодрома между собой.

К вспомогательным относится и метеорологическая служба, обеспечивающая космодром метеопрогнозом. Эта служба очень важна для своевременного принятия мер по безопасности работ при неблагоприятной метеобстановке.

Вспомогательные функции выполняет и служба фото- и кинодокументирования, проводящая съемку всех этапов работы оборудования космодрома, старта и полета ракет-носителей. Фотокиноматериалы помогают при отработке ракетно-космической техники. Например, съемка полета ракеты на активном участке при помощи кинотеодолитных установок с разных точек зрения, синхронизованная по времени, помогает исследовать динамику полета ракеты.

К вспомогательным относится и служба поиска упавших ступеней ракет и аварийных ракет-носителей. Поиск ступеней и аварийных ракет необходим при отработке новых образцов ракетно-космической техники, для выяснения состояния систем и агрегатов после работы или для выяснения причин аварии.

Жилая зона космодрома, также входящая в состав вспомогательных зон, как и любой город, имеет свое довольно обширное хозяйство, обеспечивающее нормальные условия жизни населения.

Немного больше хотелось бы сказать о поисково-спасательном комплексе (ПСК). Перед ним стоят более сложные, но в общем-то те же задачи, что и просто у поисковой службы космодрома. ПСК, особенно при пилотируемых полетах, обретает роль самостоятельного комплекса и функционально подчиняется Центру управления полетом космическим кораблем.

Поисково-спасательный комплекс должен обеспечить быстрый поиск, обнаружение и доставку космонавтов и самого космического корабля, совершивших посадку в

запланированный район Земли или совершивших аварийный спуск в непредвиденное время и место.

В состав современного поисково-спасательного комплекса входят новейшие авиационные, сухопутные и морские транспортные средства. Среди них самолеты и вертолеты, оснащенные радиотехническими средствами поиска и обнаружения и надежными средствами связи.

Морской состав ПСК состоит из морских судов, катеров и даже авианосцев, как это имеет место в спасательном комплексе США. К сухопутным средствам относятся вездеходы и машины-амфибии.

Обычно поисково-спасательные средства дислоцируются в районе предполагаемой посадки космического корабля, а также в наиболее вероятных аварийных или запасных местах посадки. Они размещаются так, чтобы в случае необходимости быстро перебазироваться в любой из вероятных районов посадки.

Успешная работа ПСК во многом зависит от хорошей связи. И он ее имеет: и телефонную, и радио, и телеграфную. При необходимости может использоваться и спутниковая система связи.

Поисково-спасательный комплекс имеет свой командный пункт, который поддерживает, с одной стороны, связь с Центром управления полетом и отдельными наземно-измерительными пунктами командно-измерительного комплекса. От них он получает сведения о полете, о планах на посадку, о предполагаемом районе посадки, координаты места посадки, расчетную, а во время самого спуска корабля и действительную траекторию спуска. С другой стороны, командный пункт ПСК поддерживает непрерывную связь со своими поисковыми отрядами, расположенными практически в различных точках обеих полушарий Земли. И если посмотреть на карту дислокации поисковых отрядов, то видно, что сфера действия поискового комплекса носит глобальный характер.

Среди служб ПСК важное место занимает метеослужба. Она непрерывно следит за погодой на предполагаемых полигонах посадки космического корабля. Поддерживая связь с метеослужбой страны, она непрерывно составляет карты метеопрогноза в этих районах Земли. Эти сведения необходимы для спасательных отрядов. Кроме того, они могут изменить место посадки

или ее время, если метеообстановка в районе посадки слишком неблагоприятная. Тогда-то и выбирается для посадки космического корабля запасной район.

Среди поисково-спасательной службы находятся люди самых различных специальностей. Здесь — летчики и моряки, шоферы и механики, инженеры и техники. Есть здесь синоптики и врачи различного профиля, слесари, сварщики и водолазы — всех и не перечислить.

Поисково-спасательная служба работает неустанно, с честью выполняя возложенные на нее задачи.

Мы помним о четкой работе ПСК при возвращении на Землю советских пилотируемых кораблей из орбитальных полетов и автоматических аппаратов с околоземных орбит и Луны.

С космодрома — в космос

В предыдущих разделах было рассказано в основном о составных частях и оборудовании космодрома, об отдельных системах и агрегатах. А сейчас кратко остановимся на взаимодействии этой техники, взаимодействии служб космодрома при подготовке и осуществлении запусков на примере одной из страниц летописи космонавтики — запусках долговременной обитаемой орбитальной станции «Салют» и космического корабля «Союз-10».

Орбитальная станция и космический корабль прибывают на космодром задолго до стартов. Будущие космические путешественники совершают обычное земное путешествие от заводов-изготовителей до технических позиций космодрома. Туда же доставлены и ракеты-носители, которым предстоит отправить на космические трассы орбитальную станцию, а затем уже к ней и корабль с экипажем.

Ракеты-носители для вывода в космос орбитальной станции «Салют» и космического корабля «Союз» различны. Поэтому их подготавливают к запуску на различных технических позициях и они стартуют каждая со своей стартовой позиции, т. е. в этой работе принимают участие два стартовых комплекса. Четко, размеренно, в соответствии с разработанным графиком ведется подготовка объектов к предстоящему полету. Проводятся тщательные контрольные испытания отдельных систем, приборов и агрегатов орбитальной станции корабля

«Союз» и ракет-носителей. Десятки людей самых различных специальностей кропотливо, как врачи, исследуют, проверяют и перепроверяют «организмы» космических «пациентов». От их работы во многом будет зависеть успех предстоящей космической экспедиции.

Но вот автономные проверки систем и агрегатов закончены, закончен монтаж комплектующих элементов, отдельных научных приборов, и космические объекты начинают проходить комплексные испытания. Специальное электронное оборудование, пульта проверки внимательно прослушивают орбитальную станцию, космический корабль и ракеты-носители.

А пока здесь идет напряженная работа, на космодром прибывают космонавты. В жилой зоне космодрома, в утопающем в зелени уголке города, неподалеку от местного телецентра располагается гостиница «Космонавт». Гостиница — это довольно условное название. Здесь и классы для занятий экипажей по программе технической и научной подготовки, здесь и спортивный комплекс на открытом воздухе, и спортивный зал для занятия физической подготовкой, здесь и комплекс для исследования состояния здоровья и наблюдений за подготовкой космонавтов к полету. Здесь же можно посмотреть кинофильмы, почитать книги. Несколько раз, заглядывая в часы физподготовки в этот «уголок космонавтов», я заставал экипаж то на теннисных кортах, то на беговой дорожке и баскетбольной площадке, то в плавательном бассейне.

А в монтажно-испытательном корпусе происходит в это время встреча космических объектов с ракетами-носителями. Производится пристыковка объектов к носителям. И вот Государственная комиссия принимает решение о вывозе ракеты с орбитальной станцией «Салют» на стартовую позицию.

Открываются ворота, и ракета-носитель с пристыкованной станцией «Салют», перегруженная на транспортно-установочный агрегат, плавно вывозится тепловозом. Величественное зрелище представляет собой медленнодвигающаяся по железнодорожным путям ракета со станцией на фоне застывшей в оцепенении древней казахстанской степи. Медленно и торжественно этот поезд приближается к стартовому устройству. Могучие руки механизмов плавно ставят на него ракету. Ажурная

башня обслуживания своими площадками и «балконами» очень осторожно охватывает ракету-носитель и орбитальную станцию на разных уровнях по высоте.

Вокруг закипела работа — стартовый комплекс приступил к выполнению своей задачи. Началась предстартовая подготовка и проверка ракеты. Затем заправка. Мощные насосы через тончайшие фильтры нагнали в баки ступеней ракеты сначала окислитель, а затем и горючее.

Наконец все готово. Звучит приказ: «Стартовым расчетам покинуть старт!» Люди уезжают на безопасное расстояние, в укрытие.

Со смотровой площадки наблюдательного пункта все взоры направлены туда, где в рассветной дымке стоит громада стройной ракеты.

Объявлена пятиминутная готовность. Все как бы замерло. Работает автоматика пуска, идет наддув топливных баков, закрываются дренажные клапаны. Выводятся на режим двигатели.

Старт! Огненная вспышка ослепляет: лавина огня вырвалась из-под ракеты и, отразившись от газоходов, клубами стала завлакивать ее. В уши ударил страшный гул. Разрывая земные путы, ракета сначала медленно, а затем все быстрее и быстрее стала подниматься вверх.

Пошли сообщения телеметрического контроля: «Давление в камерах двигателей в норме. Полет устойчив». Это вступила в работу приемная антенна наземного измерительного пункта, расположенного на космодроме. Все головы запрокинуты вверх. Вот видно отделение первой ступени. «Произошло отделение первой ступени», — аккомпанирует голос оператора. — Двигатели второй ступени вышли на режим».

Орбитальная станция «Салют» вышла на орбиту вокруг Земли. Теперь за ней следят наземные радиотехнические средства командно-измерительного комплекса, он принял эстафету от космодрома.

А в монтажно-испытательном корпусе своим чередом продолжается работа с космическим кораблем «Союз-10». В гостинице «Космонавт» идут последние предстартовые дни. В самой атмосфере, царящей в гостинице, на стартовой позиции и в монтажно-испытательном корпусе, уже чувствуется приближение решающей ми-

нуты — старта пилотируемого корабля. Экипаж космического корабля готовится к полету: по-прежнему занятия по научной и технической подготовке, по-прежнему физподготовка. Но экипаж уже выезжает в монтажно-испытательный корпус: производится «примерка» космонавтов в корабле, обживание его отсеков, привыкание к нему. Эту операцию на космодроме шутливо называют «отсидкой» экипажа в корабле.

Производится стыковка корабля «Союз-10» с ракетой, а затем вывоз и установка их на стартовой позиции. Происходит заправка ракеты компонентами топлива. А в это время в другом месте идет заседание Государственной комиссии. Слушаются доклады о готовности ракетно-космического комплекса к старту, о готовности к работе служб космодрома и командно-измерительного комплекса. Принимается решение о запуске корабля «Союз-10» 23 апреля 1971 г. Затем заслушивается доклад о готовности экипажа к выполнению программы полета. Утверждается экипаж.

Остается совсем немного до старта, а у космонавтов еще много земных встреч. На стартовой площадке у ракеты проводится митинг. На нем встречаются все те, кто готовил ракету и корабль к полету, все, кто будет обеспечивать его старт с экипажем корабля. Звучат теплые слова в адрес экипажа корабля. Рабочие, инженеры, монтажники как бы передают в руки космонавтов корабль. Затем экипаж встречается с журналистами: проходит пресс-конференция.

И вот наступает долгожданный день. Раннее утро. Солнце уже встало и заливает ярким светом бескрайние просторы степи. Ракета, строгая и величавая, готова ринуться в заоблачные дали. Все в ожидании. Показался знакомый автобус, пламенеют на солнце оранжевые занавески. Космонавты выходят из автобуса, четким шагом подходят к председателю Государственной комиссии. Рапорт о готовности к полету, последние теплые напутствия. Экипаж направляется к ракете.

Экипаж в кабине корабля. Проверяются системы корабля. Земля постоянно ведет переговоры с кораблем, на экранах телевизоров видны космонавты. Разводятся фермы обслуживания. Последние минуты перед стартом. Автоматически отстыковываются от ракеты кабель-заправочные мачты. Идут автоматические опера-

ции запуска двигателей первой ступени ракеты. Обязывается по громкой связи: «Есть включение двигателей», и тут же тишину солнечного утра разрывает громовой раскат. «Подъем!» Ракета отрывается от стартового устройства и устремляется ввысь...

Ракета с космическим кораблем ушла со стартовой позиции, и тут же заботливые руки командно-измерительного комплекса приняли его под свою опеку.

На командно-измерительный комплекс возлагается целый ряд важных задач. Это прежде всего обеспечение траекторных измерений ракеты-носителя, а затем и корабля; прием с борта корабля телеметрической информации и передача на борт команд по включению программ, заложенных в бортовые исполнительные системы. Он осуществляет связь с космонавтами через радиоканалы телефонной или телеграфной связи, а также прием телевизионных изображений с борта космического корабля. Он обеспечивает передачу «уставок» — так называются передаваемые на борт параметры, которые меняют заложенные в исполнительные бортовые системы программы. Все эти виды работ с космическим кораблем проводятся при сеансах связи.

Наземные измерительные пункты имеют совершенные радиотелеметрические станции, телевизионные установки, мощные антенны, радиоприемные и радиопередающие устройства.

Находясь здесь, мы видели, какая напряженная работа ведется там. Могучие антенны — многотонные сложные сооружения, но когда смотришь, как они медленно разворачиваются, следят за полетом корабля, не чувствуешь их тяжести. Кажется, что они вытягивают чаши и внимательно, словно живые, прислушиваются к небесным просторам. И почти наяву видишь невидимые нити, связывающие их с космическим кораблем.

А в это время в помещении Центра управления полетом идет полным ходом работа. Принимается различная телеметрическая информация с борта корабля, которая рассказывает специалистам о работе различных его систем и агрегатов. Телеметрические датчики регистрируют температуру и состав газа в жилых отсеках, пульс, частоту дыхания и температуру космонавтов. Проводится радиоконтроль орбиты корабля и выполняются в вычислительном центре необходимые предвари-

тельные расчеты для проведения динамических операций. Ведется связь с экипажем: принимаются их доклады и сообщения о работе систем корабля, передаются им советы и новые задания. Звучат позывные Земли: «Я — Заря, я — Заря! Как слышишь нас?»

Здесь, в Центре управления полетом напряженно работают различные оперативные группы специалистов.

Группа анализа занята анализом выполненных кораблем и экипажем операций, состоянием бортовых систем и агрегатов, расходом топлива двигательных установок и запасом электроэнергии. Она вырабатывает предложения на дальнейший ход выполнения программы полета или ее изменения в зависимости от возникших обстоятельств.

Группа управления разрабатывает все необходимые команды — «уставки» для проведения кораблем различных динамических операций, таких, как ориентация корабля, его закрутка, коррекция орбиты. Она работает в тесном контакте с группой анализа и баллистической группой.

Баллистики же по результатам радиоконтроля орбиты полета космического корабля составляют прогноз орбиты, т. е. определяют время ее существования и скорость изменения ее параметров. Они рассчитывают величины корректирующего импульса для изменения трассы и время включения двигательной установки для проведения этой коррекции. Они рассчитывают и момент включения тормозной двигательной установки, и время ее работы при сходе космического корабля с орбиты при возвращении его на Землю. Баллистики сообщают поисковой группе координаты места посадки корабля.

Группа радиационного контроля неустанно следит за активностью Солнца и составляет радиационный прогноз для трассы космического корабля.

Группа медиков при помощи объективных и субъективных медицинских данных ведет постоянный контроль за состоянием здоровья космонавтов и при необходимости вводит свои коррективы в программу полета. Например, изменяет распределение нагрузки на космонавтов, увеличивает или уменьшает объем физических упражнений, дает советы по вопросам рационального питания.

Вся поступающая на наземные измерительные пунк-

ты информация от космического корабля немедленно по каналам связи направляется в координационно-вычислительный центр. Здесь имеются совершеннейшие вычислительные машины, которые быстро анализируют параметры траектории и сравнивают их с расчетными, работают оперативные группы специалистов — баллистики, управления и т. д. Они анализируют данные, полученные с корабля, при необходимости оперативно вместе со специалистами Центра управления полетом принимают решение о коррекции программы и через наземные измерительные пункты немедленно передают ее на борт корабля.

Так, в полете корабля «Союз-10» командно-измерительный комплекс успешно рассчитывал орбиты корабля и орбитальной станции «Салют», помогая им осуществить стыковку в космосе.

Совершеннейшее современное оборудование, опыт, мастерство, талант и самоотверженный труд ученых и инженеров позволяют блестяще справляться с такой сложной задачей. Наземные измерительные пункты, размещенные по всей обширной территории нашей Родины и за ее пределами, на кораблях Академии наук СССР, находящихся в водах Мирового океана, постоянно осуществляют контроль и при необходимости вмешиваются в ход полета корабля и станции.

Командно-измерительный комплекс, взяв эстафету у космодрома, с честью несет ее дальше.

Настоящее и будущее космодромов

За последние годы стремительное развитие ракетно-космической техники захватило многие страны на различных континентах. Космонавтика становится областью деятельности Человечества.

Многие развитые страны так или иначе начинают принимать участие в освоении космического пространства. Естественно, что пути в космос у разных стран различны. Эти различия обуславливаются научно-техническими и экономическими возможностями каждой страны, научными интересами и национальными традициями в научно-техническом развитии.

Вслед за Советским Союзом и США создали свои ракетно-космические системы и с их помощью осуществили запуск национальных искусственных спутников такие страны, как Франция, Япония, Англия и Китай. Свои спутники при помощи американских ракет-носителей запустили Канада, Австралия и Италия.

Сейчас космодромов на Земле немного. Еще меньше тех, с которых уже осуществлены запуски на космические трассы.

Среди космодромов мира особое место занимает советский космодром — космодром Байконур. С ним очень много связано в истории космонавтики и развитии земной цивилизации.

«Здесь гением советского человека начался дерзновенный штурм космоса. 1957 год» — эти слова начертаны на пьедестале обелиска, установленного на космо-

дроме в память о запуске первого в мире искусственного спутника Земли.

Отсюда Человек осуществил дерзновенный шаг во Вселенную, порвав путы земного притяжения. Со стартовых площадок Байконура вслед за Ю. А. Гагариным ушли на штурм космических просторов и другие славные сыны нашей Родины. Всем памяты старты пилотируемых кораблей «Восток», «Восход» и «Союз».

Отсюда, с космодрома, ушли в межпланетные полеты автоматические станции серии «Венера» и «Марс», стартовали космические аппараты для изучения Луны серии «Зонд» и «Луна». Отсюда уходят и спутники для исследований в околоземном космическом пространстве, и космические аппараты народнохозяйственного назначения, связные и метеорологические спутники.

Байконур расположен в сердце бескрайних степей, скорее даже в зоне полупустынь. Климатические условия этих мест весьма суровы — жаркое, сухое лето и морозная, малоснежная с сильными ветрами зима. Природа здесь своеобразна: редкая травянистая растительность, быстро выгорающая летом, верблюжья колючка и перекасти-поле, весной цветущие тюльпаны и кое-где ирисы, редкие кусты саксаула и казахской «сирени» — вот, пожалуй, и весь арсенал растительности этих мест. Черепахи, степные ежи, тушканчики и суслики, фаланги и скорпионы, различные виды ящериц, змей и, конечно, гордый сайгак — животный мир, населяющий землю вокруг космодрома.

Эти дикие бескрайние степи были разбужены грохотом космических стартов. Здесь, как и везде на новых стройках, началось с палаток строителей, а сейчас живет, трудится и растет многотысячный современный город. Названия улиц напоминают о первых строителях, о создателях ракетно-космических систем, о героях-космонавтах. Зеленые магистрали города выбегают на площади, на которых поставлены памятники В. И. Ленину и С. П. Королеву. Современные кварталы домов, большие магазины. В городе институт, техникум, несколько школ, прекрасный клуб, кинотеатр, стадион с плавательным бассейном, Дом пионеров. Здесь есть свой телецентр и парк культуры и отдыха.

Когда подлетаешь к Байконуру и смотришь с самолета вниз, то поражает изумительное зрелище: среди

голой, пустынной степи вдруг возникает зеленый оазис. Особенно ценишь эту зелень внизу, на земле: ведь каждый кустик, каждый цветок, каждое деревце — это постоянные труд и забота людей, призванных творить здесь поистине «космические» дела. Это жилая зона космодрома. Отсюда, из города, уходит асфальтовая лента дорог к стартовым комплексам, к месту работы жителей этого удивительного города.

Байконур — это Советский Союз. А в США есть место, с именем которого связаны почти все космические успехи страны. Это космодром имени Кеннеди. Он расположен на Атлантическом побережье США, на южной оконечности полуострова Флорида. Здесь создано несколько стартовых комплексов для запусков космических объектов различного назначения. Отсюда был осуществлен запуск первого американского искусственного спутника Земли «Эксплорер-1». Здесь испытывались ракеты «Тор», «Юпитер», «Атлас», «Титан» и др. С космодрома имени Кеннеди отправлялись в космические путешествия пилотируемые корабли «Меркурий» и «Джемини». Оттуда стартовали лунные экспедиции кораблей «Аполлон».

Кроме космодрома на мысе Кеннеди, США располагают еще одним космодромом, который расположен на западном побережье страны, в штате Калифорния.

В состав западного ракетно-космического полигона ВВС США входит несколько комплексов (Ванденберг, Аргуэлло, Мугу, острова Санта-Крус, Санта-Росса и др.), принадлежавших ранее различным военным ведомствам. На полигонах испытывают космические системы и средства противоракетной обороны. Отсюда запускаются спутники космической разведки и другие космические аппараты для военных целей. Как считают американские специалисты, он имеет значительные преимущества по сравнению с восточным космодромом. Во-первых, он расположен в местах, менее населенных, во-вторых, он удобен для вывода спутников на полярную орбиту и имеет хорошие природно-географические условия. Космодром имеет интересную особенность: запуски космических объектов и ракет с него производятся в направлении против вращения Земли. Это обусловлено тем, что в противном случае трасса полета ракет-носителей проходила бы над всей территорией США.

Страна, третьей в мире вступившая в космос,— Франция. Ее ракеты начали штурм космоса с Африканского континента. Здесь на каменистом плато Хаммагир, в пустыне Сахара, западнее Алжира и расположен французский космодром. Отсюда стартовали ракеты «Диамант», выведены на околоземные орбиты французские ИСЗ «А-1» и «Диапазон-1», «ФР-1» и «Диадем-1», «Диадем-2».

Франция последовательно развивает программу космических исследований. Эта программа предусматривает исследования верхней атмосферы, геодезические и метеорологические исследования, создание связных спутников. Франция успешно сотрудничает в области космических программ с СССР, США и рядом европейских стран.

Во Франции завершена первая очередь строительства нового космодрома при финансовом участии стран европейской организации ЕСРО, с вводом которой полигон Хаммагир был закрыт. Космодром Куру расположен на $5^{\circ}30'$ севернее экватора на территории Французской Гвианы. Экваториальное расположение космодрома делает его очень выгодным в энергетическом отношении для ракет-носителей, для запуска космических объектов на экваториальные и особенно синхронные орбиты. Отсюда возможен вывод на орбиту большего полезного груза при той же мощности ракеты-носителя в отличие от любой другой точки земной поверхности, поэтому космодромом Куру интересуются специалисты многих стран. С космодрома Куру в 1970 г. был осуществлен запуск французского спутника «Пэол», а в 1971 г.— спутника «Турнесоль» ракетой «Диамант Б».

Теперь мысленно перенесемся на Австралийский континент. На южном побережье Австралии, в пустыне возник космодром Вумера. Его появление связано с развитием английского ракетного оружия, испытание которого проводилось именно здесь. С началом космической эры в Вумере начали запуски геофизических ракет. К космодрому в Австралии проявили большой интерес, кроме Англии, другие европейские страны, в частности Франция и ФРГ. Здесь создан стартовый комплекс для ракеты «Европа», разработанной международной европейской организацией ЕЛДО, отсюда был запущен аме-

риканской ракетой-носителем «Редстоун» австралийский спутник «Вресат». Космодром в настоящее время находится в ведении правительств Англии и Австралии.

У берегов Африки, в Индийском океане находится еще один космодром. Это плавучий космодром, созданный учеными и инженерами Италии. Космодром состоит из двух плавучих платформ, которые установлены в пребрежных водах Кении. Одна из платформ выполняет роль стартовой площадки, другая — командного пункта управления запуском.

Со стартовой площадки на металлических сваях уже произведено несколько стартов. Отсюда Италия с помощью американской ракеты-носителя «Скаут» осуществила запуск научного спутника «Сан Марко II».

Большие работы по созданию ракет ведет и Япония. На ее островах сейчас имеется три ракетодома. На одном из них, а именно Утиноура, после нескольких попыток в 1970 г. был запущен первый японский искусственный спутник «Осуми». Запуск был осуществлен с помощью четырехступенчатой твердотопливной ракеты «Ламда-4С».

В 1970 г. с полигона, где ведутся работы по созданию ракетного оружия, осуществил запуск на орбиту Земли своего первого спутника Китай.

Большой интерес к развитию космических исследований проявляет и Индия. В 1963 г. с ракетной станции Тхумба, расположенной на геомагнитном экваторе, стартовала первая высотная ракета. С тех пор там регулярно осуществляются запуски небольших высотных ракет «Найк Апаша» и «Джуди Дарт». Индия заявила о готовности предоставить станции для запусков исследовательских ракет любой стране, входящей в ООН, и призвала страны, заинтересованные в научных работах, проводимых на этой станции, оказать материальную и техническую помощь. Одним из первых оказал помощь станции Тхумба Советский Союз. На станции Тхумба проводятся исследования верхних слоев атмосферы, изучение движения воздушных масс и распределения давления в атмосфере, определение состава ионосферы, изучение атмосферных явлений. Сейчас в Индии развивается космодром Шри-Харихота.

Всем ясно, какие большие выгоды хозяйству Земли

уже приносит и может принести космонавтика, но она требует больших капиталовложений, развитой промышленности и науки. Поэтому все более очевидной становится необходимость кооперации работ в области космоса, т. е. международного сотрудничества. В этом направлении многое уже делается. Европейские страны ФРГ, Франция, Италия, Англия объединили свои усилия в единой организации по созданию своей ракеты-носителя. Многие страны разрабатывают космические аппараты по совместным программам или участвуют в космических экспериментах других стран. Так, например, Франция и ФРГ разрабатывают совместный связной спутник «Симфония» и исследовательский «Диал». Уже создана международная спутниковая система связи Интелсат, в которой был объединен капитал многих стран с головным участием США. Плодотворно идет сотрудничество социалистических стран по космической программе «Интеркосмос» и при запусках высотных географических ракет «Вертикаль». Всем памятно успешное сотрудничество СССР и Франции: на советских аппаратах «Луноход-1» и «Луноход-2» установлен французский лазерный отражатель, на межпланетной станции «Марс-3» — научная аппаратура «Стерео» для исследования радиоизлучения Солнца в метровом диапазоне волн. При запуске связного спутника «Молния» одновременно был запущен французский малый автономный спутник (МАС) для отработки различных типов элементов солнечных батарей. Осуществлен запуск научного спутника «Ореол», разработанного специалистами двух стран.

Начаты работы и по совместной программе США и СССР в области пилотируемых полетов. Этой программой предусматривается стыковка на орбите и совместный орбитальный полет советского космического корабля «Союз» и космического корабля «Аполлон».

Пройдя 15-летний путь своего развития, космонавтика во многом уже преодолела этап поиска, испытаний и становится областью практической деятельности человека. В общих чертах сейчас известны основные тенденции развития космических аппаратов и ракет-носителей, ясно, какие задачи они будут решать. Это — создание обитаемых орбитальных станций многоцелевого назначения и транспортных космических систем, созда-

ние глобальных систем связи и метеорологии, создание унифицированных автоматических спутников-обсерваторий для комплексного решения целого ряда научных задач. Это и дальнейшие проникновения автоматических аппаратов в глубины Вселенной, прежде всего изучение таких планет Солнечной системы, как Марс, Венера, Юпитер, Сатурн. Для решения этих задач нужны новые космические средства. К ним прежде всего относится создание систем многократного использования, т. е. ракет-носителей, которые можно было бы использовать несколько десятков раз для выведения полезной нагрузки на орбиты ИСЗ.

Как показывают расчеты специалистов, транспортные системы многократного использования в десятки раз снизят стоимость выведения 1 кг веса полезной нагрузки на орбиту ИСЗ. Задачей следующего десятилетия является создание новых высокоэнергетических двигательных установок и среди них прежде всего ядерных ракетных двигателей (ЯРД).

Мы кратко остановились на основных наиболее ярких чертах развития космонавтики, космических летательных аппаратов и средств их выведения. Ясно, что космические аппараты и ракеты-носители претерпят определенные изменения. А что же будет с космодромом? Изменится ли его облик? Попробуем заглянуть в будущее космодромов.

Несомненно, что принципиальная схема его построения, основные технические средства, оборудование вряд ли подвергнутся коренным изменениям. Конечно, оборудование будет совершенствоваться, все больше и больше будут внедряться автоматические системы как в технологическом процессе сборки и подготовки ракеты и космических летательных аппаратов к запуску, так и во время заправки, проверки и осуществления самого пуска.

Читатель сразу же спросит, что же космодром достиг своего совершенства и ничего принципиально нового здесь ожидать нечего? Это и верно и нет. Верно, если это касается традиционных средств запуска космических объектов и традиционного места их запуска, т. е. Земли.

Но ведь мы уже говорили о появлении в ближайшее время новых средств выведения, таких, как ракет с

ЯРД и прежде всего транспортных систем многоразового использования. Уже появление таких возвращаемых назад на Землю космических кораблей существенно изменит облик космодрома. Существующие зарубежные проектные проработки транспортных кораблей представляют его облик следующим. Транспортный корабль состоит из двух ступеней, каждая из которых снабжена системой возвращения и посадки на Землю. Каждая из ступеней обладает маршевыми ракетными двигателями и баками топлива для вывода полезной нагрузки на околоземную орбиту и вспомогательными турбореактивными двигателями для возвращения их на Землю. Кроме того, ступени имеют довольно высокое аэродинамическое качество главным образом за счет применения крыла, позволяющее им совершать планирование и маневр по курсу при спуске на Землю для обеспечения посадки в заданном районе ее поверхности. Старт такого корабля предусматривается ракетный — вертикальный, а посадка — самолетная, т. е. горизонтальная. Сразу становится ясным, что в системе космодрома появится новый элемент, не присущий современному космодрому, — это посадочные аэродромы. Появятся посадочные полосы, подобные взлетно-посадочным на аэродромах, появится служба посадки, слепополетного осмотра, проверки и подготовки транспортного корабля к новому старту. Космодром как бы сблизится с аэродромом, впитает в себя его черты.

За рубежом существует множество проектных разработок транспортных кораблей. Наиболее реальным является проект, над которым работают сейчас в США. Первая ступень корабля чисто ракетная, она состоит из двух твердотопливных двигателей, которым с самого старта помогает жидкостная двигательная установка второй ступени. После выключения этих разгонных двигателей они сбрасываются и спасаются при помощи парашютной системы, каждый отдельно. Корабль с экипажем и грузом продолжает свой полет. Топливо для ЖРД во все время работы двигателей до выхода корабля на орбиту поступает из подвешенного топливного бака. Перед выходом на орбиту бак сбрасывается и его не спасают, так как он сравнительно прост в изготовлении и дешев. Дальнейшие манипуляции на орбите (маневрирование, стыковка) и сход с нее для посадки на Землю осуще-

ствляются с помощью все той же жидкостной двигательной установки. Топливо для этих целей запасено в баках самого корабля. При входе в атмосферу начинают работать те же жидкостные двигатели, которые совместно с довольно высоким аэродинамическим качеством корабля позволяют экипажу осуществить широкий маневр как по курсу, так и по дальности. Это позволяет кораблю осуществить посадку практически на всей территории США.

Перемещение космодрома на воду не является новостью. Итальянские ученые и инженеры, как уже говорилось раньше, испытали в действии плавучий космодром. Он представляет собой стартовую площадку на металлических сваях. Но космодром на дне моря? Это вызывает некоторое недоумение: зачем? Такой проект есть. Мощность ракет-носителей все возрастает, соответственно растут их габариты и размеры стартовых сооружений. Ветровые нагрузки становятся огромными и борьба с ними весьма сложна. Молния неоднократно уже являлась помехой при запусках космических кораблей. Так было при запуске «Джемини-3» и «Аполлона-14». Зарубежные специалисты, разработавшие проект подводного космодрома, предлагают для исключения перечисленных недостатков наземного космодрома поместить стартовые сооружения под воду. Стартовая команда, обслуживающая ракету и ведущая подготовку к запуску, надевает водолазные костюмы. Транспортировка ракет-носителей по морю не представляет трудностей. Вроде бы просто, но все же этот проект оставляет большие сомнения в его целесообразности.

Подробнее хотелось бы остановиться на другой идее — идее перенесения космодрома с Земли на орбиту. Это представляет большой интерес. Ведь старт к планетам с орбиты искусственного спутника Земли энергетически гораздо выгоднее, чем прямой старт с Земли. С ростом веса космических аппаратов ракеты-носители достигают гигантских размеров. С ними становится трудно работать на Земле, поэтому предлагается осуществить сборку ракетного поезда на орбите вокруг Земли. Орбитальная станция превращается в космодром: на ней производятся сборка, подготовка, проверка и запуск межпланетного корабля. Блоки такого корабля доставляются на орбитальный космодром раке-

той-носителем приемлемых для земных условий размеров. Особенно это станет выгодным с появлением транспортных кораблей многократного использования. Они доставят на околоземную орбиту космический корабль, ступени разгонных блоков с топливом, экипаж межпланетного корабля. Профессией космонавтов станет и профессия «стартовиков-наземщиков».

Так, в одном из имеющихся проектов полета экспедиции на Марс создание корабля предусматривается на орбите. Ракета-носитель выводит на орбиту экспедиционный корабль, состоящий из нескольких отсеков. Другая ракета выводит транспортный корабль с экипажем, которому предстоит работать на орбите. Затем последовательно выводятся блоки: ракетные ступени для разгона корабля к Марсу, торможения его у планеты, осуществления посадки на Марс и взлет с него, возвращения на Землю. Экипаж, состоящий из различных специалистов, участвует в сборке экспедиционного корабля на орбите, в проверке его систем и оборудования, в подготовке к старту. Причем предусматривается неоднократная смена экипажа «стартовой команды», так как продолжительность создания марсианского корабля на орбите оценивается в шесть—десять месяцев. И только после этого специалисты орбитального космодрома покидают корабль и на него прибывают в транспортном корабле космонавты предстоящей экспедиции на Марс.

Уже в этом проекте ярко проглядывают черты будущего космодромов. Легко представить его развитие, когда будут созданы огромные постоянные орбитальные станции-поселения, о которых мечтал К. Э. Циолковский. Совершенно очевидно, что на них будут специальные блоки, куда будут причаливать и откуда будут стартовать прилетающие корабли.

И на этом пути уже сделаны первые шаги. Отработана в космическом полете стыковка автоматических аппаратов («Космос-186» и «Космос-188») и пилотируемых кораблей («Союз-4» и «Союз-5»). На орбите вокруг Земли была создана сначала экспериментальная орбитальная станция из двух состыкованных кораблей «Союз», а затем и долговременная орбитальная станция «Салют». Мечта К. Э. Циолковского становится явью. Создание околоземных долговременных станций

сегодня — одно из главнейших направлений космонавтики.

Уже сейчас имеется прообраз старта космических аппаратов с искусственных тел в космосе. Это старт космических аппаратов с промежуточных околоземных орбит. Такой старт впервые был успешно осуществлен в 1961 г. С борта тяжелого искусственного спутника Земли стартовала автоматическая станция «Венера-1». В дальнейшем таким же образом запускались автоматические станции «Марс», «Зонд» и некоторые «Луны».

Еще более интересным в этом отношении был полет автоматической станции «Луна-16». Так как еще рано говорить о создании «настоящего» космодрома на Луне или какой-либо планете Солнечной системы, то космическим аппаратам, которые должны возвратиться после пребывания на Луне или планете на Землю, приходится возить с собой не только запасы топлива, но и «космодром». Так, «Луна-16» после мягкой посадки на Луне и забора лунного грунта стартовала назад на Землю, «Космодромом», стартовой площадкой для возвращаемой ракеты явилась посадочная ступень автоматической станции «Луна-16». Она обеспечила вертикальное положение ракеты в допустимом диапазоне отклонений и создала нормальные условия для работы двигательной установки. Перед стартом с Луны были проведены проверка систем ракеты, определены точные координаты ее расположения и положения продольной оси ракеты относительно местной вертикали. В запоминающее устройство системы управления ракетой было «заложено» с Земли время старта и значение конечной скорости на активном участке полета, по которому должно быть произведено выключение ее двигателя. И в назначенное время по команде с Земли был произведен старт ракеты с Луны. Роль командного пункта выполнил Центр дальней космической связи, а роль стартового комплекса — стартовая платформа — посадочная ступень автоматической станции. Аналогичным образом работала и автоматическая станция «Луна-20».

Многие писатели-фантасты и ученые рисовали картину создания космодромов на орбитальной станции вокруг Луны и на самой Луне. Заглядывая в будущее, можно ожидать появления космодромов на Луне и на планетах Солнечной системы. Поэтому вспоминая ска-

занные в начале нашего рассказа слова о том, что космодром — это земные ворота в космос, можно указать на их неточность: эти ворота будут и не земными. К этому придет развитие ракетной техники.

Владимир Николаевич ТВЕЛЕВ

КОСМОДРОМ

Редактор *Р. Базурин*

Обложка *В. Блинова*

Худ. редактор *В. Конюхов*

Техн. редактор *А. Красавина*

Корректор *Л. Васильева*

А 10168. Индекс заказа 34205. Сдано в набор 23/II 1973 г.
Подписано к печати 20/IV 1973 г. Формат бумаги
84×108/32. Бумага типографская № 3. Бум. л. 1. Печ. л. 2.
Усл.-печ. л. 3,36. Уч.-изд. л. 3,03. Тираж 27 500 экз. Из-
дательство «Знание». 101000, Москва, Центр, проезд
Серова, д. 3/4. Заказ 349. Типография Всесоюзного обще-
ства «Знание», Москва, Центр, Новая пл., д. 3/4.
Цена 10 коп.

Бумага 22-62.

10 коп.

Индекс 70101

ОАО
САН-МЕНА