

## Надстройка башни Шухова

Е.П. МОРОЗОВ, главный инженер проекта, ЦНИИПСК им. Мельникова

В 1991 г. ЦНИИПСК им. Мельникова получил заказ Останкинской радиопередающей станции на разработку проекта надстройки шаболовской башни, разработанной и построенной В.Г. Шуховым в 1922 г. Согласно техническому заданию ГСПИ Министерства связи СССР на надстраиваемой конструкции нужно было установить антенны ТМ-313 немецкого производства для УКВ-радиостанций. Антенны следовало расположить в четыре яруса через 3,3 м по высоте, в каждом ярусе должны быть размещены 8 радиально расположенных по окружности антенных блоков. При этом было поставлено условие — не навредить архитектуре исторического сооружения и предусмотреть вторую очередь реконструкции башни, включающую обследование и ремонт.

После проведения местного обследования и натурных замеров

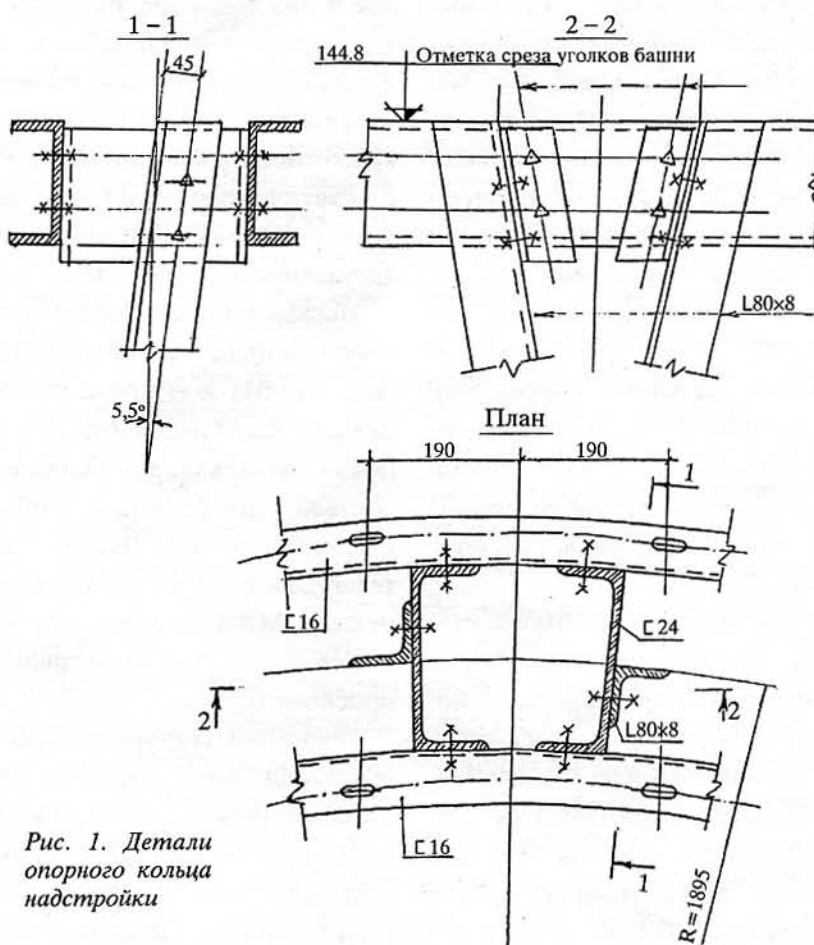


Рис. 1. Детали опорного кольца надстройки

установили, что существующая на башне стержневая надстройка в виде куба (далее — «куб») не может быть использована для подвески антенн. Она была предназначена для крепления консолей подвески проволочных антенн, что не соответствовало новой функции башни. Верхняя гиперболическая секция башни образована 12 парами взаимно перекрещивающихся стержней из уголков, что не отвечало условию размещения 8 антенн в плане. Сталь, из которой выполнены конструкции башни, отличалась пониженным содержанием углерода, что не позволяло использовать ее для сварочных работ.

Был рассмотрен ряд вариантов надстройки, в том числе «фреза», «восьмиугольник», «крест» с использованием сетчатой конструкции Шухова с непрерывными взаимно перекрещивающимися наклонными стержнями. Названия вариантов приняты по конфигурациям поперечных сечений надстройки с площадками для обслуживания антенн. В дополнение к ним разработан альтернативный вариант «звезда» с

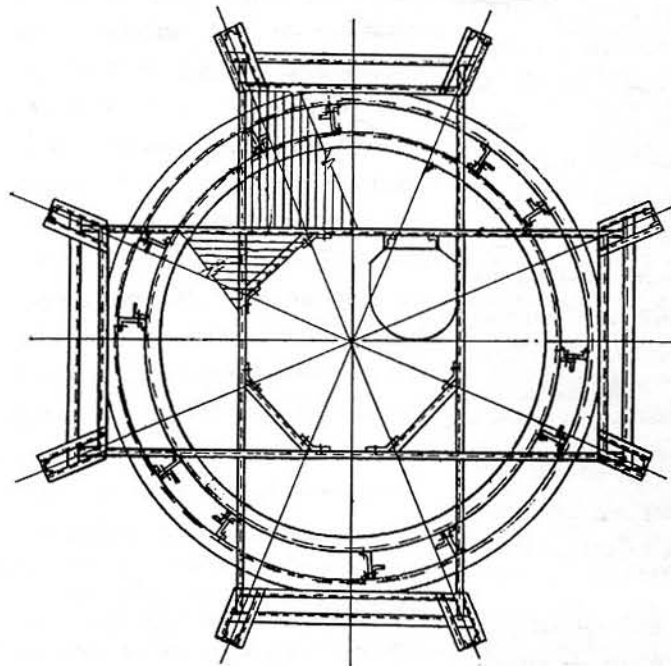


Рис. 2. Поперечное сечение конструкции «крест»

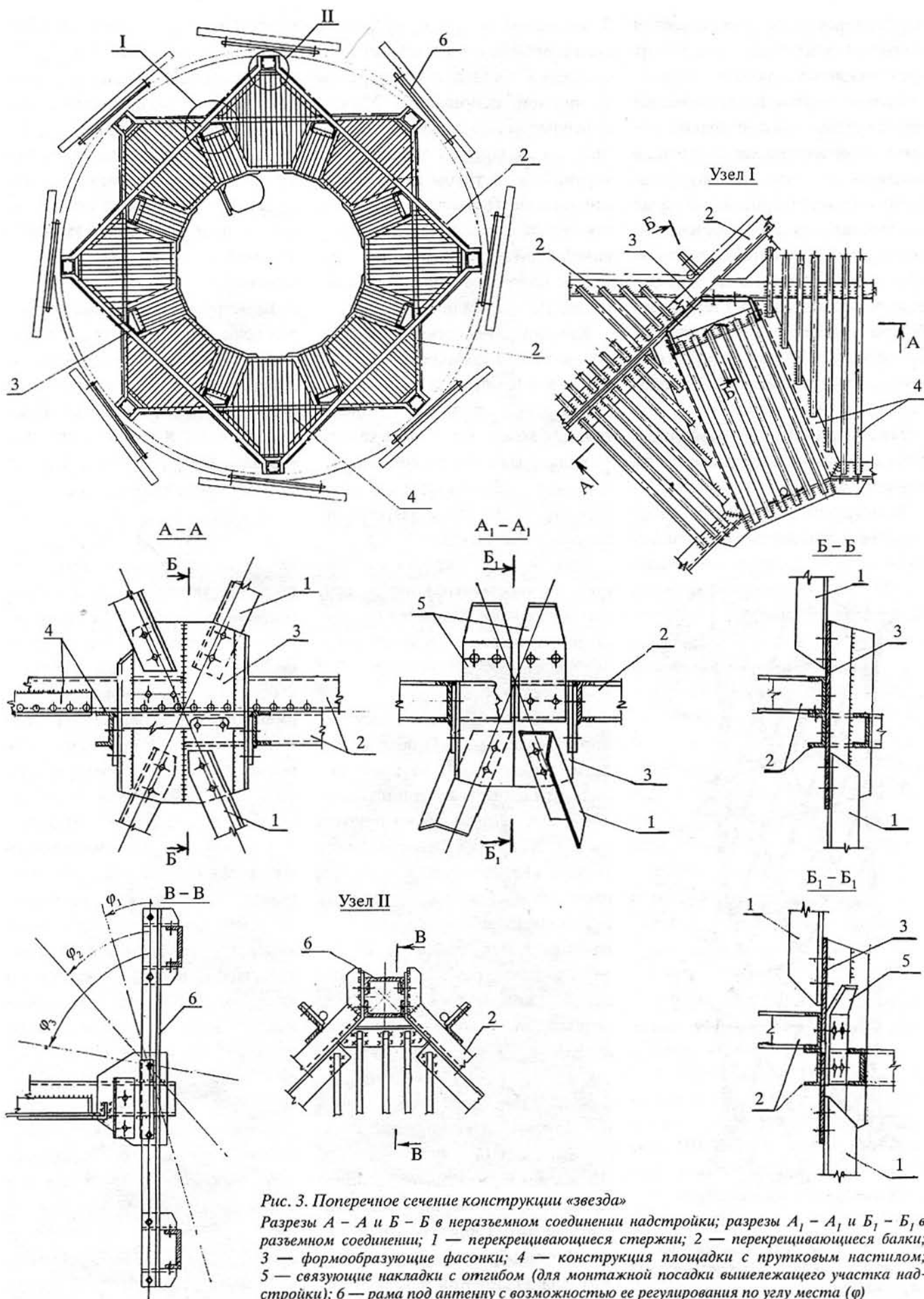


Рис. 3. Поперечное сечение конструкции «звезда»  
 Разрезы А - А и Б - Б в неразъемном соединении надстройки; разрезы А<sub>1</sub> - А<sub>1</sub> и Б<sub>1</sub> - Б<sub>1</sub> в разъемном соединении; 1 — пересекающиеся стержни; 2 — пересекающиеся балки; 3 — формообразующие фасонки; 4 — конструкция площадки с прутковым настилом; 5 — связующие накладки с отгибом (для монтажной посадки вышележащего участка надстройки); б — рама под антенну с возможностью ее регулирования по углу места ( $\varphi$ )

перекрещиванием наклонных стержней в пределах каждой из трех секций надстройки.

Для установки надстройки запроектировано новое кольцо повышенной жесткости, состоящее из двух внутренних и двух внешних полуколец (рис. 1), которые накладывались на стержневую конструкцию башни и стыковались между собой на сварке. Соединение кольца со стержнями башни предусматривалось на высокопрочных болтах посредством элементов, связывающих внешнюю и внутреннюю части кольца.

Ниже рассмотрены особенности конструктивных решений по вариантам.

Конструкция «фреза» имеет 16 перекрещивающихся труб (кратно

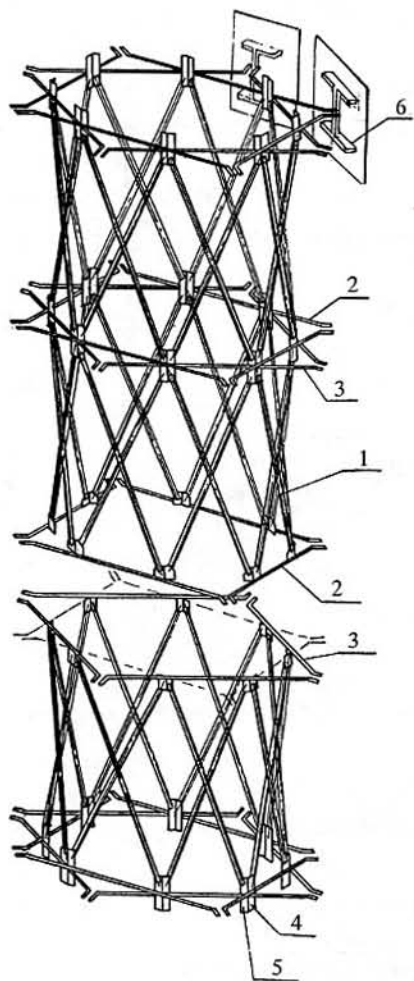


Рис. 4. Стержневая система надстройки «звезда» (расшифровку позиций см. на рис. 3)

8 антеннам в ярусе) в форме гиперboloида с кольцевыми консольными площадками в верхнем и нижнем основаниях. Между консольными площадками оснований, по их контуру установлены вертикальные трубы для крепления антенн. Подходы к антеннам предусмотрены с площадок оснований и двух промежуточных площадок на уровне горизонтальных колец. Расход стали 12,7 т.

Конструкция «восьмиугольник» состоит из 12 перекрещивающихся уголков (соответствует 12 стержням верхней секции) и 4 опоясывающих колец. На уровне каждого кольца выполнены консольные площадки, образующие восьмиугольник. К его углам закреплены антенны. Расход стали 13,5 т.

Конструкция «крест» отличается от «восьмиугольника» тем, что консольные площадки образуют в плане крест, к 8 углам которого крепятся антенны (рис. 2). Расход стали 13,4 т.

Поперечное сечение конструкции «звезда» (рис. 3) образовано двумя квадратами, которые поставлены один на другой и повернуты один относительно другого на 45°, создавая восьмиугольную звезду. По контурам квадратов расположены швеллеры, которые при взаимном перекрещивании соприкасаются полками. Швеллеры являются распорками стержневой системы и консольными балками площадок для подхода к антеннам. На вершинах «звезды» закреплены рамки для крепления антенн. Предусмотрена возможность регулировки наклона рамок для выверки положения антенн. Во впадинах «звезды» расположены угловые сварные фасонки, которые, играя для всей конструкции формообразующую роль, служат для крепления к ним пере-

крестных стержней из одиночных уголков. Расход стали 11,9 т.

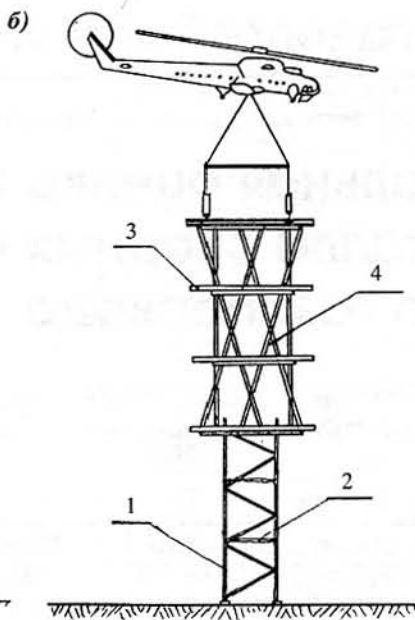
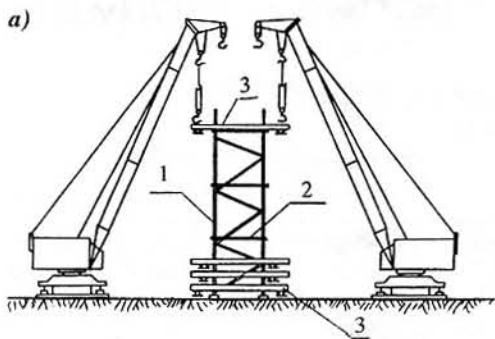
Конструкция башни с надстройками рассчитана на воздействие экстремальных расчетных нагрузок. Для каждого варианта были разработаны соответствующие проекты производства строительства с использованием укрупнительной сборки и вертолетного монтажа.

Конструкция надстройки «звезда» (рис. 4) предусматривала возможность разъема для каждой из 3 ее секций. Для использования вертолета Ми-10 (рабочая грузоподъемность 8,3 т) конструкция «звезды» была разбита на 2 части: нижняя часть включала одну секцию, а верхняя — две.

Для конструкций надстройки, имеющих непрерывные по высоте стержни, укрупнительная сборка могла быть выполнена с применением монтажной решетчатой стойки, которая жестко заделана в основание. Монтажная стойка имеет соответствующие отверстия для болтовой сборки площадок посредством компенсирующих прокладок, обеспечивающих монтажный зазор между площадками и стойкой. К смонтированным площадкам предусмотрена «навивка» (установка с закручиванием и креплением в закрученном виде) перекрещивающихся стержней. После сборки конструкции площадки отсоединяют от стойки и освобождают от прокладок. При этом площадки перестают касаться стойки. Затем полносборную конструкцию надстройки снимают с монтажной стойки как с оси краном или вертолетом с последующим подъемом на проектную отметку башни (рис. 5). Надстройку массой 13,4 т можно было поднять вертолетом Ми-26 (рабочая грузоподъемность 17,5 т).

Рис. 5. Схема укрупнительной сборки надстройки для «восьмиугольника» и «креста»

а — укрупнительная сборка конструкции; б — подъем конструкции; 1 — монтажная стойка; 2 — фиксирующие растяжки; 3 — кольцевые площадки; 4 — перекрещивающиеся стержни



Для реализации приняли надстройку конструкции «звезда».

Сетчатая конструкция наращиваемой башни требовала к себе исключительно аккуратного подхода, в связи с чем работы велись под руководством и надзором авторов

проекта. Новое опорное кольцо было подвешено своими участками к кольцу «куба», подогнано по месту и сварено. По отверстиям в межкольцевых перемычках проделали отверстия в уголках башни с расточкой на минимальный диа-

метр, достаточный для прохода крепежных болтов. Новое кольцо оборудовали пирамидальным лотвителем. До прилета вертолета Ми-10 между новым и существующим кольцами установили опорные прокладки, уголки стержни башни срезали выше выхода из опорного кольца, провели проверку на отсутствие захватов и зацепов при демонтаже «куба». «Куб» был демонтирован вместе со своим опорным кольцом (рис. 6). На новое опорное кольцо установили нижнюю секцию надстройки, а затем подняли блок, состоящий из двух ее верхних секций. Несмотря на неблагоприятные метеоусловия (морозящий дождь), монтаж прошел успешно (рис. 7).

Конструкции надстройки были выполнены Авсюнинским заводом металлоконструкций (под Москвой) и доведены до требуемой кондиции на месте укрупнительной сборки вблизи башни.

Проект производства работ с использованием вертолета разработан ОАО НИПИ Промстальконструкция под руководством Р.И. Барона. Вертолетный демонтаж — монтаж осуществлен экипажем АО «Взлет» 10 ноября 1991 г.

Решение о второй очереди реконструкции башни, предусматривающей детальное обследование и ремонт, так и не состоялось.

**Литература**

1. Морозов Е.П. Гиперболоиды инженера Шухова // Монтажные и спец. работы в стр-ве. — 2001. — № 2.
2. Морозов Е.П., Шеляпина Г.Р. «Сетчатая башня и способ ее монтажа». Патент РФ, патентодержатель ЦНИИПСК им. Мельникова (приоритет от 24.06.1991).
3. Морозов Е.П., Шеляпина Г.Р., Голикова Т.П. «Способ монтажа сетчатой башни». Патент РФ, патентодержатель ЦНИИПСК им. Мельникова (приоритет от 21.10.1991).

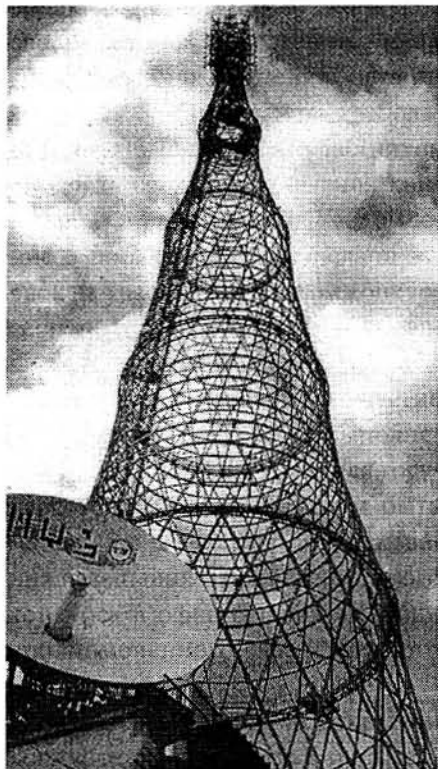
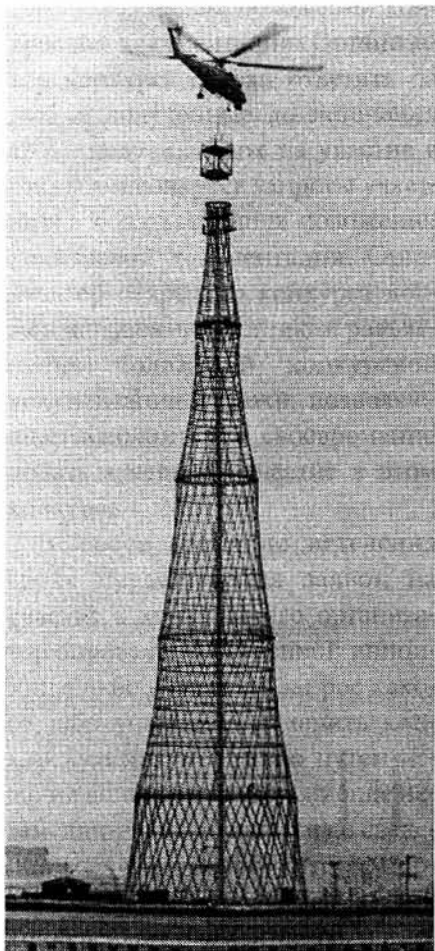


Рис. 7. Шаболовская башня с установленной на ней антенной надстройкой

Рис. 6. Демонтаж «куба» (фото Р. И. Барона)

