

Vasil'ev, I.G.

SPEZIELLE INGENIEURSMÄSSIGE METALLKONSTRUKTIONEN

Übersetzung aus:

Očerki istorii stroitel'noj tehniki Rossii XIX-načala XX vekov. (Naučno-issledovatel'skij institut teorii i istorii architektury i stroitel'noj tehniki). Moskva: Izdatel'stvo literatury po stroitel'stvu, 1964, 2. Teil, 2. Abschnitt, 1. Kapitel, 7., S. 215 - 218.

Russ.: СПЕЦИАЛЬНЫЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИИ  
Special'nye inženernye metalličeskie konstrukcii

Mit der Entwicklung der Metallkonstruktionen in der 2. Hälfte des 19. Jahrhunderts kam es zu speziellen Bauwerksformen, die früher überhaupt nicht angewandt oder nicht aus Metall gebaut wurden. Zu diesen Konstruktionen gehören Hochhäuser, Türme, Großraumbehälter (Reservoirs, Tanks), Gaskessel, Hochöfen, Lufterhitzer, Rohre mit großem Durchmesser, Dampfkessel, Binnen- und Hochseeschiffe für verschiedene Zwecke usw. Wir wollen einige davon ansprechen.

Die Verwendung von Metall als Baustoff fand nicht nur im industriellen Bauwesen, sondern auch beim Bau von Wohngebäuden und öffentlichen Bauwerken großen Anklang.

Die größten Erfolge erzielten amerikanische Ingenieure mit ihren sogenannten Wolkenkratzern. Der erste Wolkenkratzer wurde 1885 in Chicago gebaut. In diesem Gebäude wurde ein Metallgerüst verwendet, das sowohl die Last der Zwischendecken als auch der Wände aufnahm. In diesem Gebäude waren die Pfeiler und Querträger aus Gußeisen.

1889 wurden in Chicago noch zwei weitere Hochhäuser in der Art der vorhergehenden errichtet. In diesen Bauwerken waren die Pfeiler und Träger ebenfalls aus Gußeisen, aber in einzelnen Teilen des Gerüsts wurde bereits Schweißisen und Bessemerstahl verwendet. Die Gerüste waren teils vernietet, teils wurden sie durch Bolzen zusammengehalten.

**Übersetzungsstelle  
der Universitätsbibliothek Stuttgart**

Da im gleichen Jahr elektrisch angetriebene Fahrstühle in Gebrauch kamen, bekamen die Wolkenkratzer in Amerika immer mehr Stockwerke. So wurde 1892 in Chicago der Bau des kolumbianischen Ausstellungsgebäudes mit 21 Stockwerken abgeschlossen und 1894 im New Yorker Stadtteil Manhattan für eine Lebensversicherungsgesellschaft ein 104 m hohes Gebäude errichtet. Der Bau von Hochhäusern nahm gewaltige Ausmaße an: Wolkenkratzer wurden in New York, Chicago, Philadelphia, Los Angeles und anderen amerikanischen Städten gebaut.

Im Jahre 1902 wurde in New York mit dem Bau von einigen mehr als 150 m hohen Gebäuden begonnen. Dabei waren komplizierte wissenschaftliche und technische Probleme im Bereich der Fundamente, der Stabilität der Gebäude, einer schnellen Beförderung in den Aufzügen, der Wasserversorgung, Kanalisation, Heizung usw. zu lösen.

Die Beschränktheit der Grundstücke schloß beim Bau der Wolkenkratzer in vielen Fällen aus, daß irgendwelche Baustoffe an der Baustelle gelagert werden konnten. Von der Organisation der Bauarbeiten her bekam deshalb die Montage der Gerüstkonstruktionen eine große Bedeutung. Die Baumeister fanden Arbeitsweisen, bei denen es auf den Baustellen keine Lagerplätze gab: Alle Einzelteile der Gerüste wurden in Fabriken gefertigt und je nach Verlauf der Montage zur Baustelle gebracht. Das Metallgerüst wurde in der Regel auf Räder montiert. Zum Aufrichten der Konstruktionen waren Masten- und Turmkräne erforderlich.

Die neuen Verfahren zum Bau von Hochhäusern dehnten sich auch auf andere Bauformen aus, wo massenweise angefertigte genormte Teile und Fertigbauteile verwendet wurden.

Im Industriebau kamen Metallgerüste für mehrstöckige Gebäude nur ungenügend zur Anwendung. Nachdem sich nach einigen Bränden gezeigt hatte, daß Metallkonstruktionen keine hohen Temperaturen aushalten, sich stark verformen und untauglich werden, nahm man von Metallgerüsten, die nicht durch einen unbrennbaren Werkstoff geschützt waren, Abstand <sup>1)</sup>.

---

1) А. И. Дмитриев. Некоторые особенности современной железной архитектуры в Северных Американских Соединенных Штатах, Спб., 1904, стр. 11—19.

Dmitriev, A.I.: Nekotorye osobennosti sovremennoj železnoj architektury v Severnych Amerikanskich Soedinennyh štatach. Sankt-Peterburg: 1904, hier: S. 11 - 19.

(Einige Besonderheiten der gegenwärtigen Eisenarchitektur in den Nordamerikanischen Vereinigten Staaten; russ.)

Die Situation änderte sich, als Stahlbeton im Bauwesen aufkam und man beim Bau von mehrstöckigen Industrie-Gerüstbauten diesem neuen Werkstoff den Vorzug gab.

Noch in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts wurde mehrmals der Vorschlag gemacht, anlässlich irgendwelcher Ereignisse Türme zu errichten. Die Vorstellung, hohe Türme zu bauen, ließ die Baumeister und Architekten die ganze Zeit nicht mehr in Ruhe. In den Jahren 1887 - 1889 wurde für die Weltausstellung in Paris der Eiffelturm gebaut. Er ist 305 m hoch und aus Walzeisen, wofür 7 000 t aufgewendet wurden. Das Gerüst des Turmes ist aus 15 000 Einzelteilen zusammengenietet. Für die Verbindungen der Turmteile brauchte man 2,5 Mill. Nieten. Alles wurde von Hand genietet. Der Turm stützt sich auf vier gewaltige verzweigte Beine, die streng nach den vier Himmelsrichtungen ausgerichtet sind.

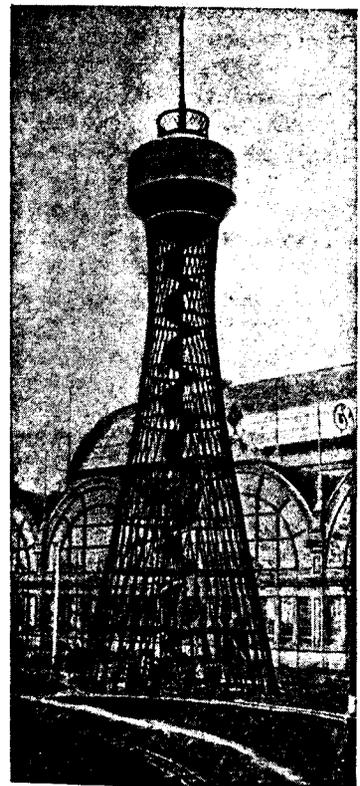


Abb. 162. Wasserturm aus Metall, 1896 von V.G. Šuchov für die Ausstellung in Nižnij Novgorod gebaut.

In Rußland fanden seit 1829 ebenfalls Ausstellungen über die Errungenschaften der russischen Technik und des russischen Handwerks statt. Bis 1892 waren sie üblich wie sonst. Auf der Allrussischen Industrie- und Kunstausstellung von 1896 in Nižnij Novgorod<sup>1)</sup> fanden die Ausstellungsbesucher Gefallen an einem Wunder der Bautechnik, dem gitter-

<sup>1)</sup> heute die Stadt Gor'kij (Anm.d.Übers.)

förmigen Wasserturm von V.G. Šuchov. Er bestand aus einzelnen Eisenstäben, die an der Oberfläche eines Rotationshyperboloids lagen (Abb. 162). Die Stäbe von Šuchovs Gitterturm bogen sich nicht durch, sondern arbeiteten nur auf Druck und Zug. Außerdem mußten seine Einzelteile nicht gebogen werden: sie blieben gerade, auch wenn es (wie auch aus dem Bild hervorgeht) von der Seite gesehen so scheint, als seien sie gebogen.

Anfang des 20. Jahrhunderts wurden diese Türme von Šuchov in großer Anzahl und fast überall gebaut. So z.B. 1909 der Wasserturm in Kolomna. Der Turm war 37 m hoch und hatte ein ringförmiges Fundament von 12 m Durchmesser; der Durchmesser an der Spitze betrug 5 m. 1915 baute Šuchov Wassertürme mit 60 000 Eimer Fassungsvermögen für die Wasserversorgung von Char'kov und mit 100 000 Eimer für Voronež.

Hyperboloidförmige Türme wurden auch für andere Zwecke gebaut. Im Jahre 1911 z.B. wurde in der Nähe von Cherson der Adžigol-Leuchtturm mit 71,58 m Höhe gebaut. Solche Leuchttürme wurden in Rußland an einigen anderen Häfen errichtet. Türme dieser Art wurden auch auf Kriegsschiffen Rußlands und der USA benutzt.

Šuchovs Türme wurden auch als Stromleitungsmasten benutzt. Mit Entwicklung des Radios baute Šuchov in Moskau bei Šabolovka den bekannten 150 m hohen Antennemast, der nach ihm Šuchov-Turm genannt wurde.

Als es in der 2. Hälfte des 19. Jahrhunderts notwendig wurde, Flüssigbrennstoffe zu lagern, schlug V.G. Šuchov den Bau von zylindrischen vernieteten Eisenreservoirs zur Öllagerung vor. Dieser Gedanke kam Šuchov, nachdem er in den USA viereckige Reservoirs zur Öllagerung gesehen hatte. Über deren Kompliziertheit und unökonomische Herstellung verwundert, stellte Šuchov, als er in Baku tätig war, seine neuen Reservoirs anstelle der Erdgruben vor, in denen bislang das Öl aufbewahrt worden war. Später gab er eine genaue Beschreibung von seinem zylindrischen Metallreservoir und berechnete es; die Berechnungen wurden 1883 veröffentlicht. Bei der Berechnung und Konstruktion des Reservoirs teilte Šuchov den Werkstoff, aus dem Reservoirs gebaut werden können, in zwei Kategorien ein: Werkstoffe, die die von der im Reservoir enthaltenen Flüssigkeit ausgehende Belastung tragen können, und Werkstoffe, die diese Belastung nicht tragen können. Gestützt auf diese Klassifikation der Werkstoffe bestimmte Šuchov die Abmessungen des Reservoirs bei geringstem Eisengewicht. Mit Hilfe einfacher Berechnungen

bezog er die Kraftgröße in den Behälterwänden auf das für den Bau des Bodens, der Wände und des Daches notwendigen Eisenvolumens. Danach stellte er fest, daß Behälter, die dem minimalen Eisenverbrauch genügen, eine Höhe haben dürfen, die von der praktisch notwendigen Eisendicke für Boden und Dach und von dem Kennwert abhängt, der den Werkstoffwiderstand bezeichnet. Er stellte auch eine Beziehung zwischen dem Eisenvolumen und dem Fassungsvermögen des Reservoirs auf. Die neuen Reservoirs von Šuchov waren sowohl hinsichtlich Eisenverbrauch als auch in Bezug auf die Festigkeit und Lebensdauer billiger und besser. Bis zum heutigen Tage wird die von ihm vorgeschlagene Berechnung von Metallbehältern weltweit praktisch angewendet. <sup>1)</sup>

Ganz neu löste V.G. Šuchov das Problem, wie das Fundament für Reservoirs zu bauen sei. Er bewies, daß eine Konstruktion umso rationeller sei, je weniger steif die auf einem elastischen Fundament liegende kompakte Konstruktion ist. Seither werden zylindrische Behälter nicht mehr auf einem starren Fundament aufgestellt, sondern auf einer elastischen Sandbettung mit Betonaufbereitung.

Mit Übergang von der Hochofenproduktion auf Mineralöl und mit der Entwicklung der chemischen Produktion kam die Notwendigkeit auf, immer kompliziertere Behälter zu bauen, um Gas aufzubewahren (Gaskessel), Luft zu erhitzen vor dem Einblasen in die Hochöfen (Lufterhitzer oder Cowper), Staubfänger, Silos und Bunker. Ungeachtet der spezifischen Besonderheiten eines jeden Bauwerks zeichnen sich alle dadurch aus, daß sie aus Eisenblechen bestehen und zu einem einzigen und geschlossenen Bauwerk zusammengenietet werden.

Im letzten Viertel des 19. Jahrhunderts erreichten die Hochöfen eine Höhe von 20–25 m bei einem Herddurchmesser von 4–5 m. Deshalb wurde die Festigkeit des Mantels der Öfen größer, die aus 14–18 mm dicken Eisenblechen gefertigt wurden. Die Mantelbleche wurden vernietet und stellten die äußere Hülle des Ofens dar, die dem Druck des Gases und der Charge standhält.

<sup>1)</sup> Г. М. Ковельман. Творчество почетного академика инженера Владимира Григорьевича Шухова. Госстройиздат, 1961. См. также обширную библиографию к этой книге (стр. 353–360).

Kovel'man, G.M.: Tvorčestvo početnogo akademika Vladimira Grigor'eviča Šuchova. Moskva: Gosstrojizdat, 1961.

⟨Das Werk des verdienten Mitglieds der Akademie der Wissenschaften und Ingenieurs Vladimir Grigor'evič Šuchov; russ.⟩

Vgl. darij hierzu auch die umfangreiche Bibliographie, S. 353 bis 360.

In den Hochofenwerken wurden aus Eisenblechen Gasleitungen, Staubfang- und Staubreinigungsbehälter gebaut. Zur Aufbewahrung von Erz, Koks und Zuschlägen wurden in großem Umfang Bunker aus Eisenblechen gefertigt.

Anfangs des 20. Jahrhunderts wurden Blechkonstruktionen zu einem wichtigen Zweig der Bauproduktion.

---

Stuttgart, den 25. Januar 1980

übersetzt von

*Ottmar Pertschi*

(Ottmar Pertschi)

Dipl.-Übersetzer