

Vasil'ev, I.G.

METALLKONSTRUKTIONEN MIT GROSSEN SPANNWEITEN

Übersetzung aus:

Očerki istorii stroitel'noj techniki Rossii XIX-načala XX vekov. (Naučno-issledovatel'skij institut teorii i istorii architektury i stroitel'noj techniki). Moskva: Izdatel'stvo literatury po stroitel'stvu, 1964, 2. Teil, 2. Abschnitt, 1. Kapitel, 5., S. 205 - 210.

Russ.: МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ БОЛЬШЕПРОЛЕТНЫЕ КОНСТРУКЦИИ
Metalličeskie bol'šeproletnye konstrukcii

Für Metallkonstruktionen mit großen Spannweiten, die vorher aus Gußeisen hergestellt wurden, wurde ab der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts gewalztes Blech verwendet.

Spezielle Lösungen zur Überdachung großer Räume wurden vor allem in kuppelförmigen Gitterkonstruktionen gefunden; danach sah man Gitterbogen- und Rahmenkonstruktionen, und Ende des 19. Jahrhunderts kamen räumliche Netzgewölbe auf.

Die frühesten sind Kuppeldächer, aus Barren- und Stangeneisen. Abb. 154 stellt eine Eisenkuppel mit 18 - 20 m Spannweite dar. Solche Kuppeln wurden in den 50er Jahren des 19. Jahrhunderts in Rußland gebaut.

Die Kuppel besteht aus meridionalen Trägern und horizontalen Ringen. Die Trägerbänder sind aus Barren, die Streben und Stützen aus Stäben

hergestellt. Die horizontalen Ringe bestehen aus Eisenbarren, die ohne Diagonale zwischen den Barren in den Knotenpunkten der unteren und oberen Trägerbänder aufliegen. Die meridionalen Rippen stützen sich mit den oberen Enden auf den zentralen Kuppelunterbau, den ein Oberlicht abschloß, das von russischen Bindern abgedeckt wurde.

Alle Verbindungen wurden ohne Versteifungsbleche mit Nieten hergestellt. Dafür wurden die Enden der Binderstützen und Diagonalen sowie die Enden der ringförmigen Barren zu flachen Platten geschmiedet, so daß die Niete angebracht werden konnten.

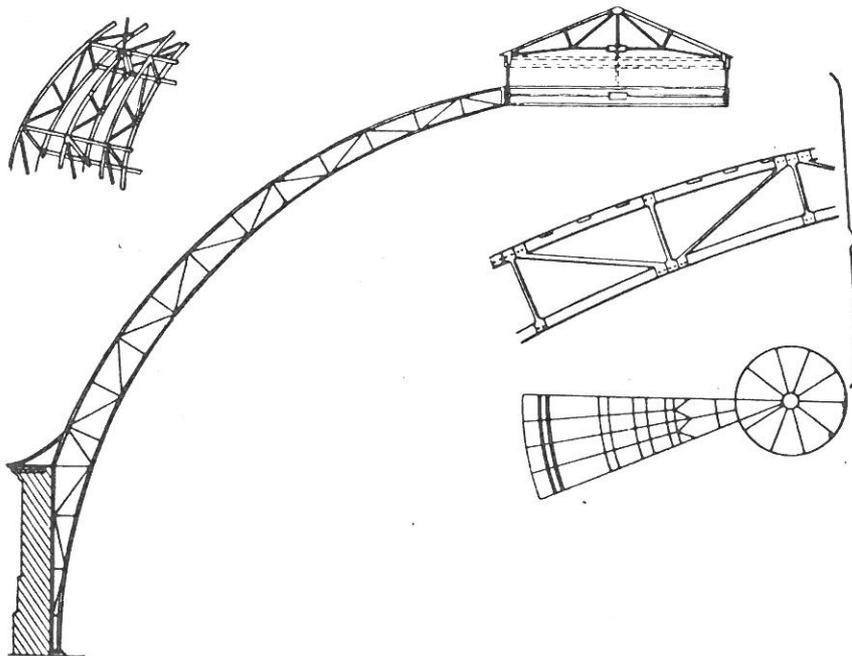


Abb. 154. Eisenkuppel der 50er Jahre des 19. Jahrhunderts.

Im Jahre 1861 stellte Schwedler in Deutschland Kuppeldächer vor, die ebenfalls aus meridionalen Rippen, horizontalen Ringen, und Diagonalen bestanden. Doch in jedem Feld waren die Rippen- und Ringabschnitte geradlinig, so daß eine solche Kuppel einen Pyramidenstumpf mit flachen Kanten darstellte. Schwedlers Kuppel wurde im Bauwesen schnell aufgenommen und zur Abdeckung von Sälen und Fabrikgebänden, Gasbehälter und dgl. verwendet. Der Konstruktion und Berechnung nach waren dies die einfachsten kuppelförmigen Bauwerke.

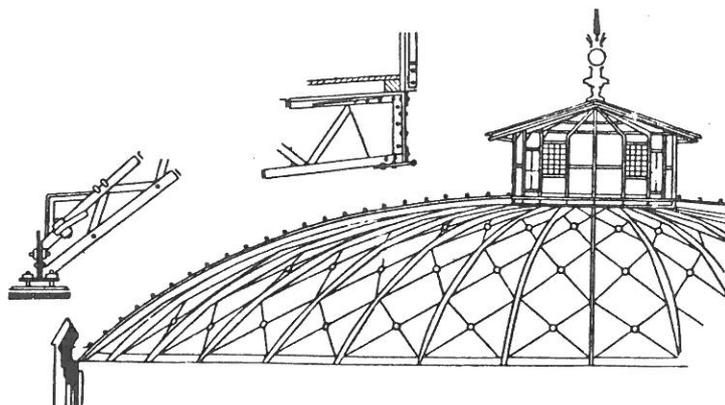


Abb. 155. Schwedlers Kuppel über dem Hamburger Gaskessel.

Im letzten Viertel des 19. Jahrhunderts wurde Schwedlers Kuppel wesentlich modernisiert und nahm mehr "kuppelartige" Form an. Die Meridionalrippen wurden nun entsprechend der Kuppeloberfläche gebogen. Das System der horizontalen Ringe und Streben wurde durch ein System elastischer Stränge ersetzt, die unter den unteren Bändern der Meridionalrippen ein eigenes diagonales Netz bildeten. In Abb. 155 ist Schwedler Kuppel dargestellt, die den Hamburger Gaskessel mit 50 m Durchmesser bedeckt. Eine ähnliche Kuppel wurde 1876 in Petersburg über einem Zirkusgebäude errichtet (Abb. 156). Die Kuppel hatte eine Spannweite von 48 m.

Ende des 19. Jahrhunderts wurden in Deutschland Tabellen veröffentlicht, in denen Angaben zur Konstruktion von Schwedlers Kuppeln mit einem Durchmesser von 10 bis 60 m enthalten waren. Im Jahre 1904 wurden diese Tabellen in russischer Sprache veröffentlicht.¹⁾

In Rußland aber wurden Kuppeln nicht nur nach Schwedlers System gebaut. In Einzelfällen wurden originale kuppelförmige Bauwerke errichtet. Nach den Plänen des Architekten Vidov und des Ingenieurs G.E. Pauker wurde 1863 - 1865 im Katharinenpalast in Puškin eine zeltförmige Kuppel gebaut. Die Kuppel stellte ein geschlossenes Gewölbe dar,

¹ К. Шаровский. Таблицы расчета железных частей здания, Спб., 1904.

Šarovskij, K.: Tablicy rasčeta železnych častej zdanij. Sankt-Peterburg: 1904.

(Tabellen zur Berechnung der Eisenteile eines Gebäudes; russ.)

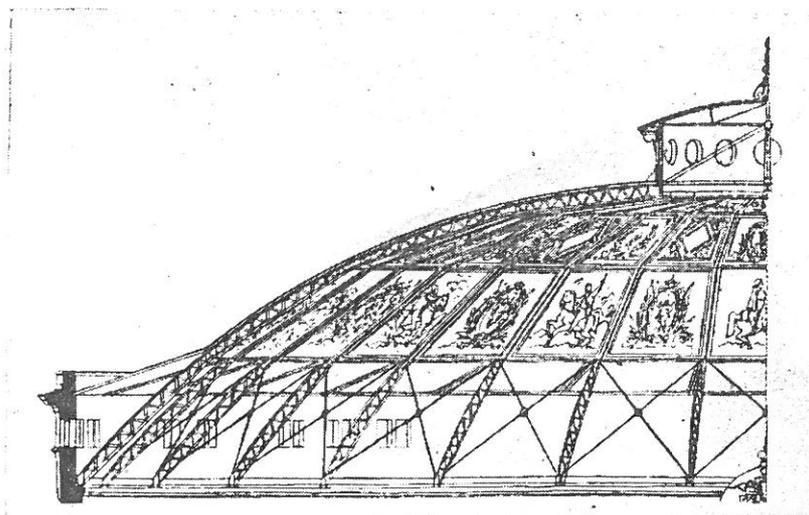
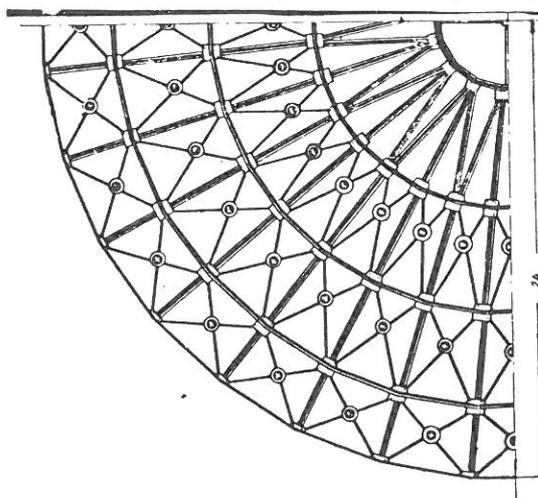


Abb. 156.. Schematische Darstellung der Kuppel des Cinizelli-Zirkus in Petersburg. Grund- und Aufriß.



das sich in 15,6 m Höhe auf Steinwände stützte. Das quadratische Fundament der Kuppel bildeten vier Flachbögen, deren obere Enden sich auf einen Rahmen mit vier Winkeln stützten. Auf dem Rahmen erhob sich ein Turm. Die Höhe des Gebäudes betrug 20 m.¹⁾

Das Kuppelzelt bildet ein System horizontaler und vertikaler Träger, die in den Raum zwischen den Bogen eingeschrieben sind. Die Träger erzeugen eine sich nach oben verengende Stufenpyramide.

¹ В. Березовский. О куполе Царскосельской церкви, построенном Паукером в 1863—1865 гг. «Инженерный журнал», 1867, № 11, стр. 1327—1383.

Berezovskij, V.: O kupole Carskosel'skoj cerkvi, postroennom Paukerom v 1863 - 1865 gg.

In: Inženernyj žurnal. Moskva, 1867, Nr 11, S. 1327 - 1383.
(Über die Kuppel der Kirche von Carskoe Selo [heute: Puškin - Anm.d.Übers.], gebaut von Pauker in den Jahren 1863 - 1865; russ.)

Für den Bau der Kuppel verwendete Pauker Rundeisen und verschieden große Winkeleisen. Die Eisenkonstruktionen der Kuppel wiegen ungefähr 20 t. Insgesamt ist diese Konstruktion kompliziert und zu arbeitsaufwendig.

Nach Plänen von Pauker wurden 1881 in Petersburg in der Schmiedewerkstatt einer Metallfabrik Fachwerksrahmen mit schrägen Riegeln und senkrechten Stützen gebaut. Die Rahmen besaßen parallele Gurtungen und ein Strebenfachwerk. Die schrägen Querbalken stützten das Dach mit den zwei Seiten. Die Konstruktion setzte sich aus zwei flachen Rahmen zusammen, die voneinander 76 cm entfernt waren. Alle Rahmenteile wurden aus Winkeleisen gebildet.

Im Jahre 1882 wurden ähnliche Rahmen beim Bau des Ausstellungsgebäudes für die Moskauer Kunst- und Industrieausstellung verwendet. Als Prototyp dienten Rahmen mit 35 m Spannweite und 25 m Höhe, wie sie bei der Pariser Ausstellung von 1878 gebaut worden waren.

In Petersburg wurde 1879 das Ausstellungsgebäude des landwirtschaftlichen Museums gebaut. Den Raum deckten Metallbögen mit einem Zugbalken von 30,5 m Spannweite und 7,7 m Pfeil ab. Die Fachwerkskonstruktion setzte sich aus Winkeleisen zusammen. Die Bogenhöhe betrug 0,53 m; der Abstand zwischen den Bögen 2,74 m. In Längsrichtung war jedes Bogenpaar durch fünf Fachwerksbalken verstärkt.

1889 wurde in Paris auf der Weltausstellung der "Autosalon" gebaut: ein Gebäude mit den Abmessungen 115 x 423 m. Die Metallkonstruktionen dieses Gebäudes bestanden aus Bögen mit drei Gelenken und einer Spannweite von 115 m mit Kreuzfachwerk (Abb. 157). Die Bögen hatten einen Abstand von 21 m. Zwischen ihnen verliefen parallel zu den Gurtungen je zwei Hilfsbalken mit Vollprofil. Diese Druckstäbe nahmen die Längsbalken des Daches auf.

Das wesentlichste an dieser neuen Lösung bestand darin, daß ein System zur Überdachung großer Räume durch Metallkonstruktionen gefunden wurde, bei dem Last in mehreren Stufen auf das Fundament übertragen

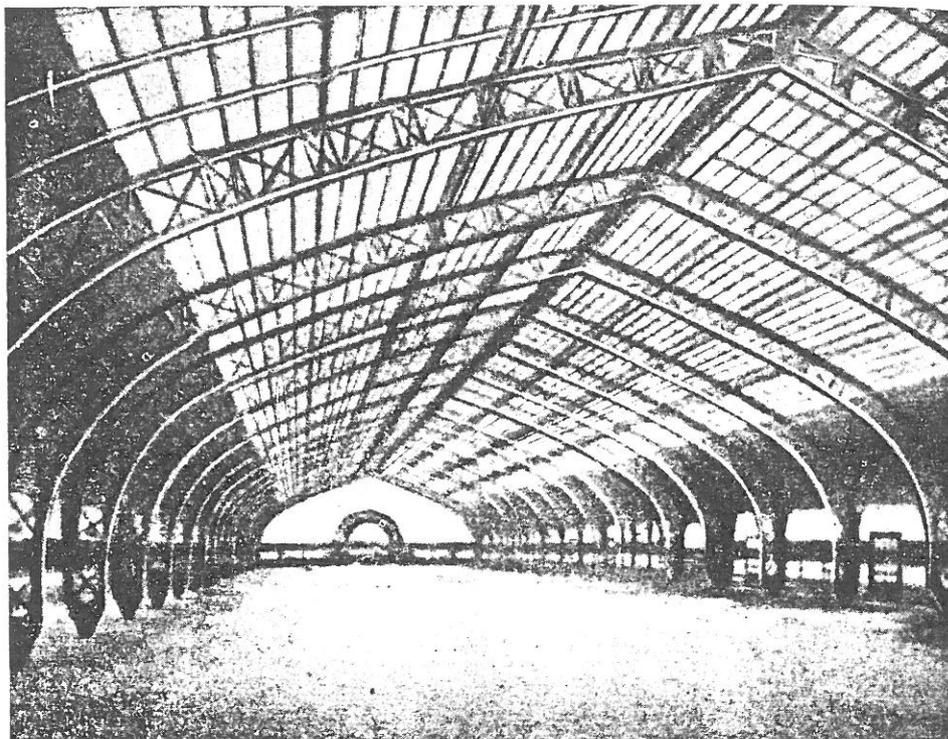


Abb. 157. Gebäude des "Autosalons" auf der Weltausstellung 1889 in Paris.

wurde. Ungeachtet der Schwere der Konstruktion, wurde dieses Konstruktionsprinzip infolgedessen vielfach angewendet. In Rußland hat Šuchov im Jahre 1898 den Siemens-Martin-Betrieb der Lysvener Hütte durch Bögen mit drei Gelenken überdacht. Diese Konstruktionen bewertete der Baumeister A.I. Umov als beste und billigste. Das 81 x 37,5 m große Gebäude, in dem es keine Innenpfeiler gab, wurde durch 13 Bögen mit drei Gelenken und einer Spannweite von 37,5 m überdacht. Zur Errichtung benutzte man Kräne, von denen gesagt wurde, daß "derartige Kräne in Rußland bislang einmalig sind".¹⁾ Die im Abstand von 5,8 m aufgestellten Bögen waren durch Pfetten verbunden.

¹ А. И. Умов, С. Н. Вериго. Постройка и эксплуатация мартеновской фабрики в Лысвенском заводе П. П. Шувалова, Сиб., 1901, стр. 9 и 30.

Umov, A.I., Verigo, S.N.: Postrojka i ekspluatacija martenovskoj fabriki v Lysvenskom zavode P.P. Šuvalova. Sankt-Peterburg: 1901, S. 9 und 30.
<Bau und Betrieb des Siemens-Martin-Werks in der Lysvener P.P. Šuvalov-Hütte; russ.>

Bogendächer mit großen Spannweiten fanden beim Bau von Bahnhöfen, Markthallen, Schlachthäusern u. dgl. allgemein Verwendung. Vor dem Weltkrieg von 1914 - 1918 wurde von Šachov in Moskau das Dach des Kiever Bahnhofs mit Bögen mit drei Gelenken und 46 m Spannweite und 28 m Höhe gebaut.

A. Feppel' stellte 1891 netzförmige Tonnengewölbe vor, die aus flachen Trägern mit einem Diagonalfachwerk bestanden und folglich eine prismenförmige durchgehende Kehle darstellten. Feppel zeigte, daß derartige Gewölbe statisch bestimmbar und durch Zerlegung der vertikalen Last auf die Trägerkanten die Kraft in den Konstruktionsteilen bestimmt werden kann. Dabei stellte sich heraus, daß im Unterschied zu den flachen Trägern in solchen Gewölben die Steifigkeit der Knotenpunkte berücksichtigt werden muß, da das Netzgewölbe wie eine räumliche Konstruktion arbeitet.

F.S. Jasinskij hat noch früher, als er in seinen Vorlesungen auf die wesentlichen Vorzüge von räumlichen durchgehenden Metallsystemen verwies, im Jahre 1897 in der Alexandrovski-Fabrik in Petersburg eine neue Netzkonstruktion gebaut. Dies waren "zickzack-förmige Netzdächer" (Abb. 158), durch die sich die Mängel der gewöhnlichen Flachdächer be-

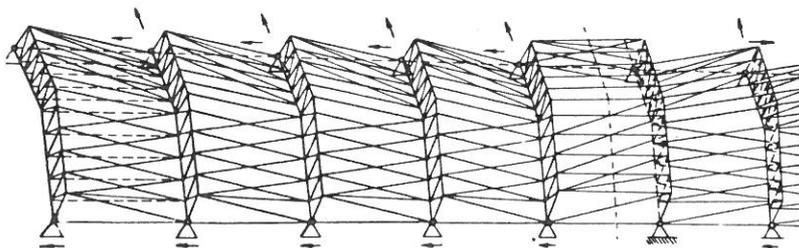


Abb. 158. Dach in Netzkonstruktion, wie 1897 von F.S. Jasinskij vorgestellt.

seitigen ließen und der Abstand zwischen den Pfeilern und die Spannweite der Träger berücksichtigt werden konnte; auch wurde dadurch gewährleistet, daß das System aufgrund richtiger Aufstellung der Bauwerksstützen verschoben werden konnte.

Ein Jahr zuvor war in Nižnij Novgorod die Gesamtrussische Kunst- und Industrieausstellung veranstaltet worden, auf der alle Gebäude von russischen Baumeistern gebaut wurden und "... den hohen Stand der wissenschaftlichen und praktischen Baukunst bei uns in Rußland bewiesen", wie P.K. Chudjakov im Vorwort zu V.G. Šuchovs Buch "Stropila"¹⁾ schrieb.

Auf der Ausstellung wurden nach Šuchovs System auf vielen Gebäuden der Form nach originelle und überraschend leichte Bogendächer und netzförmige Hängedächer gebaut. Die netzförmige Oberfläche wurde aus Winkeln und Bandeisen hergestellt, so war für diese Dächer kein Dachverband erforderlich. Die Netzkonstruktionen stützten sich auf die Wände und Säulen. Für die Netzkonstruktionen von Šuchov gab es keine Vorbilder, weder in Rußland noch im Ausland. V.G. Šuchov schuf sie, weil er sich vom Gedanken der Dachbinder leiten ließ.

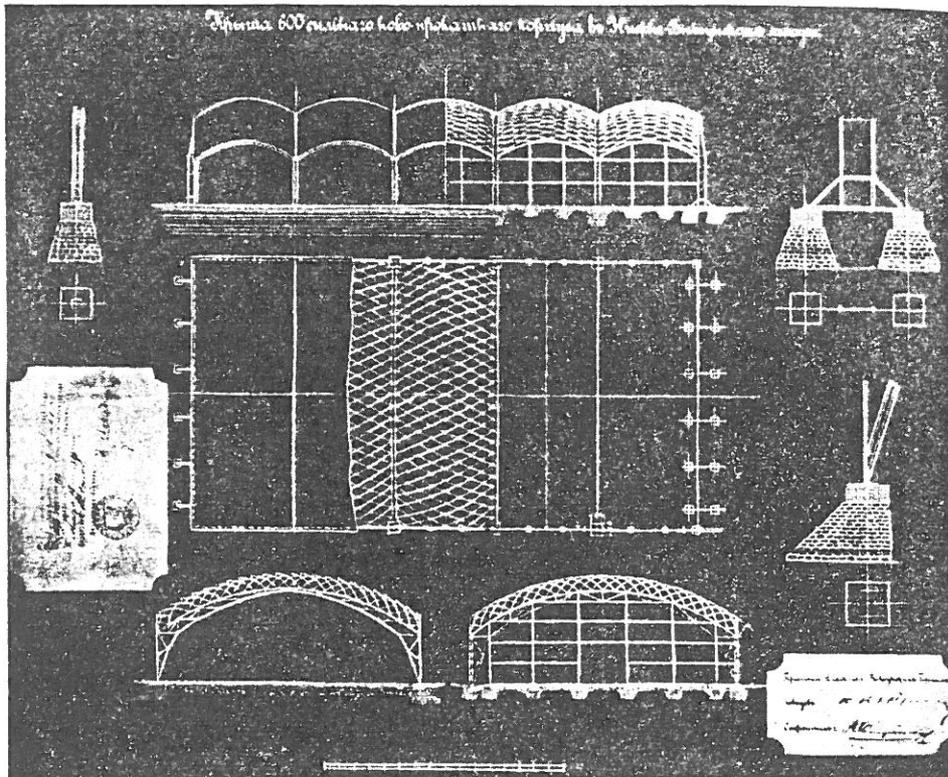


Abb. 159. Bikonvexes Metallgewölbe, geschaffen 1899 von V.G. Šuchov zur Überdachung des Vyksuner Hochofenwerkes.

¹⁾ Der Dachverband. Moskau: 1897. (Anm. d. Übers.)

Im Jahre 1898 baute Šuchov im Vyksuner Hochofenwerk zur Überdachung der Werkstätten Netzgewölbe mit doppelter Krümmung und tonnenförmige Netzkonstruktionen. Das bikonvexe Netzgewölbe stützte sich auf der krummen querverlaufenden Außenlinie auf steife Membranen und auf der Längslinie auf Bögen mit drei Gelenken (Abb. 159). Das Gewölbenetz bilden gebogene Elemente, die in diagonaler Richtung winklig aufeinander zulaufen. Der Gewölbeschub überträgt sich auf die steifen Längsborde (Bögen mit den drei Scharnieren), und die Rückstoßkräfte werden von den krummen steifen Stirnelementen aufgenommen und übertragen sich auf die in den Winkeln des Gewölbes angeordneten Pfeiler.

Als wir im Jahre 1955 die Vyksuner Fabrik besichtigten, waren die Netzgewölbe in gutem Zustand.

Somit fanden in der zweiten Hälfte des 19. und anfangs des 20 Jahrhunderts Metallkonstruktionen bei Gebäuden mit großen Nutzflächen und ohne Innenpfeiler große Verwendung.

Stuttgart, den 10. August 1979

Übersetzt von

Ottmar Pertschi
(Ottmar Pertschi)
Dipl.-Übersetzer