

Zeitschrift: IABSE congress report = Rapport du congrès AIPC = IVBH
Kongressbericht

Band: 12 (1984)

Artikel: Technischer Fortschritt im Metallbau in der UdSSR

Autor: Streletzki, N.N.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-12148>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 22.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Technischer Fortschritt im Metallbau in der UdSSR

Technical Progress in the Metal Construction

Progrès technique dans la construction métallique

N.N. STRELETZKI

Prof. Dr.
Melnikow-Institut
Moskau, UdSSR



N.N. Streletzki wurde 1921 geboren. Nach dem Studium am Moskauer Bauinstitut war er als Projektierungsingenieur angestellt. 1948 fing er an, Lehr- und Forschungsarbeiten zu führen. Er hat Veröffentlichungen für Metallbrücken, Verbundkonstruktionen, Grenzzustände und ist der Autor vieler Bauwerke. Zur Zeit ist er der Abteilungsleiter für Ingenieurbauwerke.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Verwendung von Stahl höherer Festigkeit, die Ausführung hybrider Trägersysteme, die Anwendung des Prinzips der Funktionsvereinigung, die Entwicklung von Rohrleitungsbrücken und die Vervollkommenung geschraubter Verbindungen werden unter dem Aspekt der Stahleinsparungen und der Arbeitsaufwandverminderung betrachtet. Der Wirkungsgrad dieser technischen Entwicklungen wird durch die Anwendung von Grenzzuständen für die Verformungen in der Bemessung von Tragwerken bedeutend erhöht.

SUMMARY

Steel strength improvement, using of hybrid beams, realization of the principle of structures functions combination, development of pipeline bridges, improvements of bolted connections are briefly described from the point of view of steel saving and reduction in labour consumption. Efficiency of the most part of these fields of technical progress is significantly increased by application of the limit state deformation criterion at the structural strength predictions.

RESUME

Dans l'optique de l'économie de l'acier et de la réduction de la quantité de travail, l'article passe en revue l'augmentation de la résistance de l'acier, l'utilisation des poutres bimétalliques, la réalisation du principe de la cumulation des fonctions, le développement des ponts-aqueducs, le perfectionnement des assemblages boulonnés. Le progrès technique augmente considérablement grâce à l'utilisation du critère déformatif de l'état limite dans les calculs de la résistance.



Die Besonderheit der Sowjetschule der Stahlkonstruktionen ist die Stahlökonomie und die Verringerung des Arbeitsaufwands bei der Sicherung der Betriebsanforderungen. Die Periode eines intensiven technischen Fortschritts im Metallbau der UdSSR dauert schon etwa 20 Jahre.

1. ERHÖHUNG DER FESTIGKEIT DER STÄHLE

Einer der wirksamen Wege der Metalleinsparung ist die Erhöhung der Festigkeitseigenschaften der Stähle, der Übergang von niedriggeköhlten (Fließgrenze von 23–24 kp/mm²) zu niedriglegierten (Fließgrenze von 29–40 kp/mm²) und hochfesten (Fließgrenze von 45–60 kp/mm² und höher) Stählen. In der UdSSR werden niedriggeköhlte Stähle für Metallbrückentragwerke praktisch nicht mehr verwendet. Anstatt ihrer sind jetzt niedriglegierte Stähle in Gebrauch. Im Industrie- und Zivilbauwesen sind vorläufig niedriggeköhlte Stähle vorherrschend, aber es gibt schon neue billige und effektive niedriglegierte und hochfeste Stahlsorten, besonders mit einer karbonitriden Verfestigung, die immer weitere Verwendung finden.

Die Effektivität hochfester Stähle kann sich bekanntlich in jenen Elementen verringern oder sogar völlig verschwinden, wo nicht die Festigkeitsberechnung sondern die Stabilitäts-, Ausdauer- oder Steifigkeitsberechnung bestimmend ist, oder wo die Festigkeitsreserven nicht völlig benutzt werden. Dementsprechend bilden eine wichtige Richtung des technischen Fortschritts Konstruktionen aus Stählen verschiedener Festigkeit, Gibridstahlkonstruktionen und insbesondere Gibridstahlträger. In der UdSSR werden Gibridstahlträger weit als Kranbalken und teilweise im Brückenbau verwendet.

Die Gibridstahlträger zeigen bei einem Fließgrenzeunterschied verwendeter Stähle von 1,4–1,8 mal eine Metallaufwandverringerung von 12–18% und einen Kostenaufwand von 3–8% gegenüber den nichtgibriden Stahlträgern aus entsprechend weniger oder mehr festen Stählen.

2. PRINZIP DER FUNKTIONSVEREINIGUNG

Das Hauptprinzip des Entwerfens im Metallbau der UdSSR ist heute das Prinzip der Funktionsvereinigung der Konstruktionsteile. Diese Lösung kann manchmal eine grössere Stahleinsparung und Arbeitsaufwandverringerung geben, als das klassische Prinzip der Materialkonzentrierung.

Ein kennzeichnendes Beispiel erfolgreicher Realisierung des Prinzips der Funktionsvereinigung in Metallkonstruktionen der Industriegebäude sind Kranbahnunterzugbinder (Abb. 1), die Funktionen der Unterzugbinder und der Kranbalken bei einem Säulenabstand von 24–48 m effektiv vereinigen. Das Tragsystem wird durch kombinierte Gittergurte gebildet, mit einem starren Untergurt, der gut auf örtliche Biegung und Verdrehung beansprucht ist.

In modernen Metallbrückenkonstruktionen, die in der UdSSR entworfen und gebaut werden, dominiert das Prinzip der Funktionsvereinigung in mehrerem Masse als in Industriebaukonstruktionen. Im Brückenbau wird dieses Prinzip oftmals durch die Vereinigung

(oder die Mitwirkung) der Fahrbahn und der Hauptträger realisiert.

In getypten geschweissten und geschraubten Gittertragwerken der Eisenbahnbrücken mit nicht durchlaufender Brückenspannweite von 33 m bis 110 m und durchlaufender Brückenspannweite bis zu 176 m, wird eine effektive Mitwirkung der Fahrbahnlängsträger und der Hauptträgergurte, die in der Höhe der Fahrbahn liegen, gesichert. Das wird dank HV-Schrauben in allen Kreuzungspunkten der Längsverbanddiagonalen und der Längsträgergurte und zusätzlichen Spreizen 1 zwischen einigen dieser Knoten (Abb. 2) erreicht, was in der Fahrbahnhöhe nichtveränderliche horizontale Fachwerkdia-
phragmen bildet. Dementsprechend geht ein Teil der Kräfte von Bindergurten in Längsträger über, die Gurtquerschnitte werden bedeutend erleichtert und die Längsträger erschweren sich nicht bedeutend. Die Stahleinsparung beträgt mindestens 5% von der Masse eines Brückentragwerks. Gleichzeitig werden sich die Sicherheit und Dauerhaftigkeit des Tragwerks erhöht. Das geschieht dank der Beseitigung einer intensiven Biegung der Querträger in der Horizontalebene und gleichzeitig der Gefahr ihres Ermüdungsbruchs. Das Fehlen von Bremsverbänden, längs-beweglichen Lagerungen in Längsträgern, längs-beweglicher Aufhängung der Verbände an Längsträger macht das Brückentragwerk nicht so kompliziert. Es ist ein Freivorbau vorgesehen, und die Mitwirkung der Längsträger erlaubt Deckelemente als Verfestigung der Bindergurte zu vermeiden.

Alle modernen metallischen Autobahnbrückentragwerkkonstruktionen (mit Verbundträgern, mit Stahlorthotropplatten, kastenförmige, in der UdSSR weit verwendete kombinierte Brückentragwerke mit Versteifungsträgern oder steifen Gurten in der Fahrbahnebene) sind praktisch auf dem Prinzip der Funktionsvereinigung der Hauptbinder, der Fahrbahn und der Verbände gegründet. Die Stahleinsparung beträgt hier dank dem Prinzip der Funktionsvereinigung 10-20%.

3. ROHRLEITUNGSBRÜCKEN

Im Zusammenhang mit Metallbrückenkonstruktionen sei eine neue Richtung des technischen Fortschritts - Rohrleitungsbrücken - als vollkommen neue Kategorie der Brückenkonstruktionen genannt. Die Rohrleitungsbrücken zur Übergabe von Erdgas, Erdöl, Erdölprodukten, Ammoniak und vielen anderen Produkten werden in der UdSSR immer breiter verwendet. Manchmal werden bei der Kreuzung von Wassersperren Überwasserkreuzungen als Rohrleitungsbrücken gebaut.

Eine wichtige Besonderheit der Rohrleitungsbrücken besteht in relativ geringen Nutzbelastungen. Das bestimmt die Wirksamkeit grosser Spannweiten und die Bevorzugung der Hänge- oder Schrägseilkonstruktionen. Die kleine Breite einer Rohrleitungsbrücke macht die Einrichtung spezieller vorgespannter Windträger oder Abspannungen notwendig, die sehr selten für Brücken anderer Zweckbestimmung verwendet sind.

Bei Spannweiten von weniger als 250 m werden Rohrleitungsbrücken mit Berücksichtigung örtlicher Verhältnisse als äusserlich schublose Seilträger- oder Hängekonstruktion mit vertikalen Aufhängungen verwendet. Bei Spannweiten von mehr als 250 m wird eine gewöhnliche Schubhängekonstruktion mit geneigten Aufhängungen,



die eine erhöhte aerodynamische Standsicherheit hat, gebraucht. Die sehr wirksamen Rohrleitungsbrücken als steife durchhängende Fäden finden wegen ihrer nicht völlig erlernten Sicherheit eine begrenzte Verwendung; für diese Fäden werden produktleitende Rohre genutzt. Produktleitende Rohre können als Versteifungsträger einer Hänge- oder Schrägseilkonstruktion genutzt werden. Die produktleitenden Rohre als Teil des Tragwerks einer Rohrleitungsbrücke werden in der UdSSR nur für Brücken mit nichtmagistralen Niederdruckrohrleitungen verwendet.

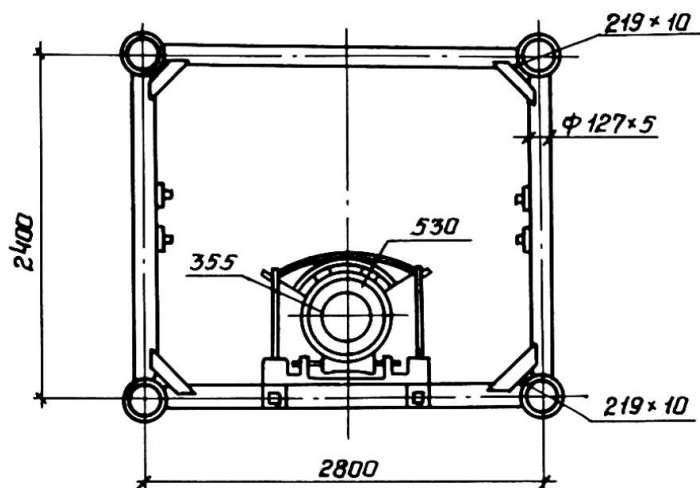
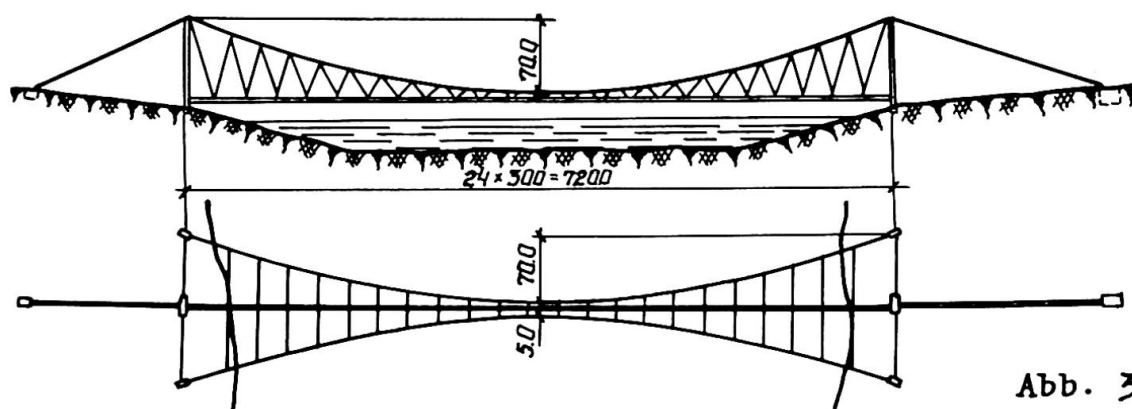
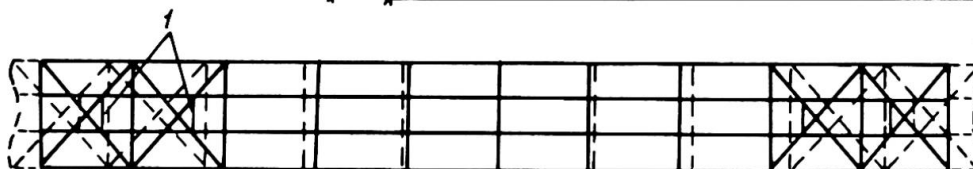
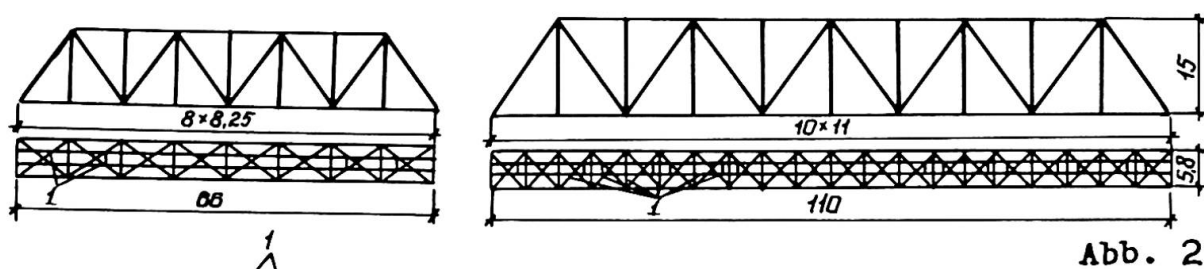
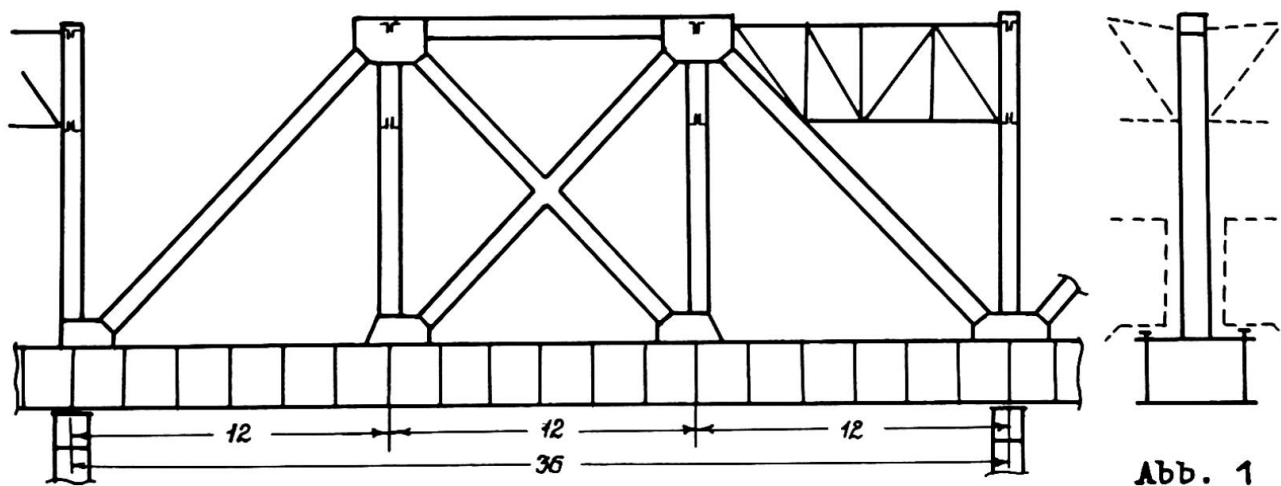
In der UdSSR ist eine effektive Bauform der Hängerrohrleitungsbrücken ausgearbeitet. Sie besteht aus gespreizten Hängehauptbinder mit geneigten Aufhängungen, aus einem räumlichen gitterförmigen Versteifungsträger aus Rohrelementen und aus vorgespanntem Windsystem mit Seilwindgurten, die an der Ufer verankert und am Fersteifungsträger in der Mittelspannweite befestigt werden (Abb. 3). Diese Bauart ist für Rohrleitungsbrücken über den Amudarja bei Kelif mit einer 660 m- Spannweite, über den Dnepr bei Saporoshje mit einer 720 m- Spannweite und (im Projektstadium) über den Amudarja bei Tschardshou mit einer 950 m- Spannweite verwendet. Diese Konstruktion ist nach dem Metallaufwand, dem hohen Montagetempo und der hohen aerodynamischen Standsicherheit sehr wirksam. Die letztere wird durch das Brückentragwerkschema und die Konstruktionsteile gesichert: rohrförmige Elementenquerschnitte, fersteifungsblechlose Knoten, Fachwerkdeckplatten für Fussgängerbereiche, Verschiebung des Mittelpunkts der Rohrleitungsbiegung gegenüber des Mittelpunkts der Versteifungsträgerbiegung zwecks der Verbesserung der Schwingungsdämpfung.

4. VERVOLLKOMMUNG DER MONTAGEVERBINDUNGEN

Der technische Fortschritt im Metallbau ist eng mit der Vervollkommnung der Montageverbindungen verbunden. Nach dem Verzicht auf Nietverbindungen werden jetzt in der UdSSR Reibungsverbindungen mit HV- Schrauben und im Industriebau - Schweissmontageverbindungen verwendet. In letzter Zeit finden eine breite Verwendung auch im Industriebau Schraubenverbindungen normaler und hoher Festigkeit. Wegen ihrer Massenverwendung brauchen Schraubenverbindungen eine Vervollkommnung und zwar, ihre Fertigungstechnologie und Rechnungsmethoden. Es sind auch neue Montageverbindungen mit HV - Schrauben interessant:

Klebstoffreibungsverbindungen - eine Art der HV- Schrauben - Reibungsverbindungen, die ermöglichen, einen hohen Reibungsbeiwert ohne aufwendige Bearbeitung der Kontaktflächen der Hauptblöcke montierender Konstruktion zu erhalten. Diese Kontaktflächen werden nur mit Stahlbürsten gereinigt. Eine spezielle Bearbeitung brauchen nur Kontaktflächen leichter Montagestosselemente - Stosslaschen und Knotenbleche. Die Kontaktflächen werden dabei sandstrahlgereinigt und mit einem Epoxidklebstoff bei dem Zusatz von Korundpulver beschichtet. Beide Operationen werden am stationären Arbeitsplatz durchgeführt.

Die HV- Tragschraubenverbindungen sind den Reibungsverbindungen gegenüber dadurch gekennzeichnet, dass sie nicht nur die Reibung, sondern auch das Quetschen und die Scherung benutzen. Die Schrauben werden so wie in Reibungsverbindungen auf kontrollierenden Zug beansprucht. Die durch die Schraube aufgenommene Zugkraft wird wegen der Quetsch- und Scherfestigkeit bei dem Scherverschi-





eben nach der Überwindung der Reibungskräfte vergrössert. Demzufolge sind Tragschraubenverbindungen mehr verformungsfähig als Reibungsverbindungen, aber etwas weniger als Verbindungen, die nur auf Quetschen und Scherung beansprucht werden. Im Ausland sind Tragschrauben nur bei minimalem Durchmesserunterschied für Löcher und Schrauben (etwa 0,3 mm) verwendbar. In der UdSSR ist experimentell und theoretisch die Möglichkeit und Effektivität der Verwendung von HV- Tragschraubenverbindungen bei dem Unterschied nominaler Durchmesser bis 3 mm begründet. Die HV- Tragschraubenverbindungen haben ihre praktische Verwendung bekommen, die Schraubenzahl wird dort den Reibungsverbindungen gegenüber im Mittel um 40% vermindert, wobei die aufwendige Bearbeitung aller Kontaktflächen durch eine einfache Bürstenreinigung ersetzt wird. 1983 wurde der Bau einer grossen Autobahnbrücke über den Istra mit HV- Tragschraubenmontageverbindungen beendet.

Die geschraubten Schweissverbindungen stellen eine kombinierte Benutzung der Reibungsverbindungen mit HV- Schrauben und dem Montageschweissen dar, was bei der sehr geringen Verformungsfähigkeit der Reibungsverbindungen ganz möglich ist. In der UdSSR werden bei vollwandigen, freivorgebauten Brücken Schrauben-Schweissschüsse der Hauptträger mit Reibungsverbindungen für Stege mittels Deckklaschen und dem Autoschweissen für Gurte breit verwendet. Die Schraubenstossverbindungen für Stege bestimmen die Einfachheit des Freivorbau und der Verzicht auf Schraubenlöcher und auf Deckklaschen in Gurtstössen führen zu einer wesentlichen Stahleinsparung.

5. VERFORMUNGSKRITERIEN IN DER FESTIGKEITSBERECHNUNG

Eine wirksame Möglichkeit der Metalleinsparung in der UdSSR ist die Vervollkommnung der Normen- und Berechnungsmethoden von Stahlkonstruktionen. Die Verwendung der Verformungskriterien in der Festigkeitsberechnung führt zu einer höheren wirtschaftlichen Wirkung bei der Verwendung des Prinzips der Funktionsvereinigung, der Verwendung der Gibriddstahlträger und der Vervollkommnung der Schraubenverbindungen.

Bei dem Festigkeitsnachweis der Elementenquerschnitte der Stahlkonstruktionen und Stahlbrücken begann es, in der UdSSR das Verformungskriterium begrenzter plastischer Verformungen zu benutzen, was für viele Konstruktionen zu einer grossen Stahleinsparung führt, im Vergleich zu früherem Kräfte-kriterium des Randfliessens. Als Festigkeitsgrenzzustand gilt jetzt die maximale relative plastische Verformung (im komplizierten Spannungszustand - Intensität plastischer Verformungen), die unter Grenzlaster entsteht und in Grenzen von 0,001 bis 0,004 begrenzt ist, abhängig von Arbeitsbedingungen der Konstruktionen. Diese Begrenzungen schliessen ausserordentliche Restverschiebungen aus und begrenzen so die Neigung, dass im Grenzzustand keine bemerkenswerten Minderungen der Kältebeständigkeit, Bruchfestigkeit und anderer Stahleigenschaften im Grenzzustand vorhanden sind; die Begrenzungen im Bereich von 0,001-0,0015 gewährleisten auch die Anpassungsfähigkeit unter beweglichen Belastungen.

Es wurden zwei Festigkeitsberechnungsmethoden nach Kriterien begrenzter plastischer Verformungen ausgearbeitet: unmittelbarer Nachweis maximaler plastischer Verformungen mit Computer-Hilfe und der Nachweis relativer Beanspruchungen, die sich bei der

Einführung tabulierter Ausgleichswerte zu Widerstandsmomenten ergeben, die ihrerseits die begrenzte Entwicklung plastischer Verformungen berücksichtigen. Die Berücksichtigung begrenzter plastischer Verformungen gewährleistet folgende Verminderungen der Querschnittsflächen: bei der Biegung symmetrischer Querschnitte - 3-6%, für asymmetrische Querschnitte und bei der Biegung mit einer Axialkraft - 8-12%, bei der schrägen Biegung und Verdrehung - 12-20%.

Die Verwendung des Prinzips der Funktionsvereinigung, die Präzisierung der Berechnungssysteme, verbunden mit der Computer - Verwendung, und der Übergang zu räumlichen Berechnungssystemen führen zur Feststellung der Überbeanspruchungen in einzelnen Punkten der Bauteilquerschnitte. Bei der Randfliessenberechnung führt das zu einer Erschwerung der Konstruktion, und der Übergang zum Kriterium begrenzter plastischer Verformungen vernichtet vollkommen diese paradoxe Erschwerung.

In bezug auf Schraubenverbindungen ermöglicht das Verformungskriterium des Grenzfestigkeitszustandes in Form der Begrenzung der Schubverschiebung durch einen Grenzwert, Quetschenberechnungen grundsätzlich zu vervollkommen. In üblicher Form des Spannungsnachweises über Diametralquerschnitt haben diese Berechnungen äusserst bedingten Charakter. Der Übergang zum Verformungskriterium erlaubt in vielen Fällen die erforderliche Schraubenzahl zu vermindern. Das Verformungskriterium ist in HV- Tragschraubenberechnungen schon erfolgreich verwirklicht.

Leere Seite
Blank page
Page vide