Zu einigen Fragen des effektiven Einsatzes hochfester Baustähle sowie Anwendungsbeispielen in Stahlkonstruktionen des Bergbaues

Autor(en): **Zerbin, M.M.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **IABSE reports of the working commissions = Rapports des commissions de travail AIPC = IVBH Berichte der Arbeitskommissionen**

Band (Jahr): **22 (1975)**

PDF erstellt am: **30.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-19371

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

I

Zu einigen Fragen des effektiven Einsatzes hochfester Baustähle sowie Anwendungsbeispielen in Stahlkonstruktionen des Bergbaues

Application of High-Strength Steels and Practical Examples of Steel Structures in the Mining Industry

Emploi des aciers à haute résistance et exemples d'application aux constructions métalliques dans l'industrie minière

M. M. ZERBIN
Dr. d. techn. Wiss., Prof.
Institut für Ingenieurbau
Kiew/UdSSR

Der Bergbau ist ein bedeutender Stahlverbraucher, aus diesem Grund ist die Suche nach Möglichkeiten zur Verringerung des Stahlaufwandes sowohl beim Bau als auch beim Betrieb der Schächte, Tagebaue und Aufbereitungsbetriebe von größter Wichtigkeit. Eine Verringerung des Stahlaufwandes in den Stahltragwerken kann auf verschiedenste Weise erreicht werden, am aussichtsreichsten erweist sich hier jedoch der Einsatz hochfester Stähle.

Gegenwärtig sind in der Sowjetunion die Stähle mit Nitridhärtung am weitesten verbreitet und zwar insbesondere in der Festigkeitsklasse St 52/40 die Manganvanadinstähle 15G2AFDps und 14G2AF sowie in der Festigkeitsklasse St 60/45 die Manganvanadinstähle 16G2AF und 18G2AFDps. Hiervon sind die Stähle 15G2AFDps und 18G2AFps halbberuhigt vergossen. [1] Die genannten Stähle zeichnen sich durch eine große Feinkörnigkeit sowie eine hohe Sprödbruchbeständigkeit aus und können für den Einsatz in hochbeanspruchten Schweißkonstruktionen empfohlen werden. Zusammen mit den o. g. Festigkeitsklassen soll noch ein Manganvanadinstahl - 15G2SF - erwähnt werden. Charakteristisch für diesen Stahl sind

[1] Anm.: Entsprechend staatl. Allunions-Standard GOST 19282-73 gilt für die Stahlmarkenbezeichnung folgende Symbolik:

1) Legierungskennzahlen
   - Zweistellige Ziffer links: ungefähr mittlerer Kohlenstoffgehalt in hundertstel Prozent
   - Ziffern nach Buchstaben: ungefährer Gehalt an dem betreffenden Element in ganzen Prozentzahlen

2) Legierungssymbole
   G - Mangan; S - Silizium; Ch - Chrom; N - Nickel;
   D - Kupfer; F - Vanadium; B - Niobium; A - Stickstoff;
   P - Phosphor; M - Molybdän; R - Bor; ps - halbberuhigt

seine hohen mechanischen Festigkeitseigenschaften im warmgewalzten Zustand trotz fehlender teurer chemischer Zusätze wie z. B. Nickel. Besonders interessant für den Stahlbau sind die hochfesten Stähle der Festigkeitsklassen St 70/60 und darüber. Von den entsprechenden sowjetischen Stählen sollen die Güten 12G2SMF und 14Ch2GMR genannt sein, wobei letztere in hochbeanspruchten Stahlkonstruktionen des Bergbaues, der Fördertechnik, der chemischen Industrie und des Maschinenbaues verbreitet ist.

Der effektive Einsatz hochfester Stähle wird durch zahlreiche Faktoren beeinflußt, darunter auch durch die Anzahl sowie die Arbeitsweise der Bauteile und Konstruktionen. Am zweckmäßigsten erfolgt der Einsatz hochfester Stähle in zugbeanspruchten Bauteilen.

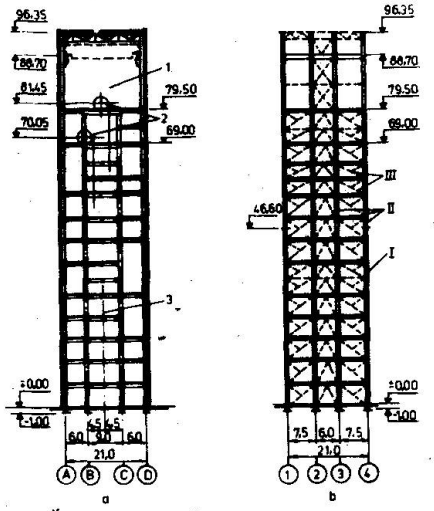
Bei mittig gedrückten Bauteilen ist der Einsatz hochfester Stähle wegen der Knickgefahr weniger effektiv als bei gezogenen Bauteilen. Ein Ausgleich kann durch dünnwandige gebogene oder rohrförmige Profile mit großen Trägheitsradien erreicht werden. Hierbei muß die Schlankheit der Stäbe bei einer Erhöhung der Stahlfestigkeit abfallen. So darf z. B. die theoretische Grenzschlankheit unter dem Gesichtspunkt der Materialökonomie bei Stäben aus Stählen der Klasse St 70/60 den Wert 80 nicht überschreiten, praktisch muß sie jedoch noch darunter liegen (30 - 50), wenn eine nennenswerte Stahleinsparung erzielt werden soll.

Bei außermittig gedrückten Vollwand- und Fachwerkträgern beträgt die mittlere Masseeinsparung 31 - 27 % bei Ersatz eines Stahles der Klasse St 38/23 durch einen Stahl St 70/60. Hierbei ist der Einsatz des hochfesten Materials erst dann effektiv im umfassenden Sinne, wenn außer einer Massereduzierung die Kosten der Konstruktion aus hochfestem Material nicht über denen der analogen Konstruktion aus üblichem Kohlenstoffstahl liegen. Da die Masseeinsparung einen wesentlichen Einfluß auf die Kosteneffektivität hat, muß die minimale erforderliche Massereduzierung bekannt sein, bei welcher keine Kostenüberschreitung im Vergleich zu gewöhnlichem Baustahl auftritt. Dieser Wert kann mit Hilfe des Koeffizienten α^c_{min}. ermittelt werden, mit dem die Masse der Konstruktion aus Stahl St 38/23 multipliziert wird. ($\alpha^c_{min} < 1$). Für diesen Koeffizienten sind verschiedene theoretische Werte entsprechend den Stahlklassen bekannt. Bei den Stählen St 70/60 beträgt er z. B. $\alpha^c_{min} = 0{,}55$ bis $0{,}70$ je nach Art der Konstruktion.

Weiterhin ist von großem Interesse die minimale erforderliche Masseverringerung der Konstruktion aus hochfestem Stahl α^T_{min}, bei welcher der Fertigungsaufwand gleich dem einer analogen Konstruktion aus üblichem Kohlenstoffstahl der Klasse St 38/23 ist. Wie auch für α^c_{min} gilt auch für den Koeffizienten $\alpha^T_{min} < 1$. Bei Winkelstahl-Fachwerkbindern aus Stahl St 70/60 beträgt $\alpha^T_{min} = 0{,}54$. Es scheint uns, daß die Verwendung dieser genannten Koeffizienten nützlich ist.

Da die meisten Arbeiten dem Stahleinsatz im Bergbau geringere Beachtung schenken, möchte ich im folgenden einige Angaben zu Erfahrungen sowie zur Effektivität des Einsatzes von hochfesten Stählen in Tragwerken und Ausrüstungen des Bergbaues machen.

Die Fördertürme von Mehrseilaufzügen gehören zu den höchstbeanspruchten Übertage-Tragwerken in Erz- und Kohlegruben. Die

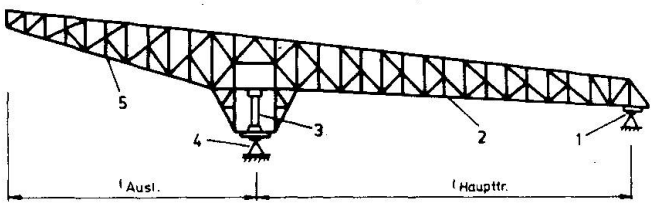


PRISMATISCHER FÖRDERTURM IN RAHMENBAUWEISE

a - Technologisches Schema ; 1 - Maschinenräume ; 2 - Aufzugsanlagen ; 3 - Schachtachse ; b - Stahleinsatz nach Elementen ; I - Stahl C 70/60 ; II - Stahl C 46/33 ; III Stahl C 38/60

Bild 1

Höhe der Türme ist beträchtlich und kann 100 bis 120 m erreichen, die aufzunehmenden Lasten werden nach tausenden Tonnen gezählt. Verständlicherweise fordern derartige Konstruktionen den Einsatz hochfester Stähle geradezu heraus. Untersuchungen ergaben, daß der Einsatz eines hochfesten Stahles der Festigkeitsklasse St 70/60 in den hochbelasteten Druckstützen mit quadratischem Querschnitt bei letzteren eine Massereduzierung um 40 bis 50 % ermöglichte. Im gesamten Bauwerk konnte durch teilweisen Einsatz von Stählen der Klasse St 70/60 eine Verringerung des Gesamt-Stahlaufwandes um ca. 30 % erreicht werden.



SCHEMA EINER ABRAUMFÖRDERBRÜCKE

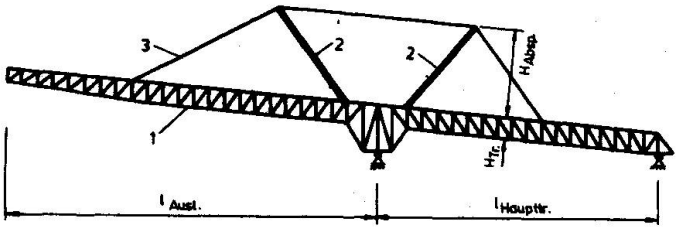
1 - Baggerseitiges Auflager ; 2 - Feldträger ; 3 - Schacht ; 4 - Abraumseitiges Auflager ; 5 - Kragträger

Bild 2

Zu den hochbeanspruchten Bauteilen im Bergbau gehören die Tragkonstruktionen der schweren Tagebauausrüstungen und insbesondere die Abraumförderbrücken. Die größte vertikale Belastung auf das Stahltragwerk ergibt sich hierbei aus der Eigenmasse. Eine Masseverringerung der Abraumförderbrücken ist deshalb im wesentlichen über den Weg einer leichteren Tragkonstruktion möglich.

Der Einsatz hochfester Stähle in den bestehenden Brückensystemen liefert positive Ergebnisse, obwohl wegen der langen Druckstäbe in den Hauptträgern sowie bei deren herkömmlichen Querschnitten schwerlich geringe Schlankheiten erreicht werden können, was in einer Reihe von Fällen zu einer niedrigen Effektivität des Einsatzes hochfester Stähle führt. Eine Verringerung der rechnerischen Stablänge in den bestehenden Brückensystemen ist schwierig.

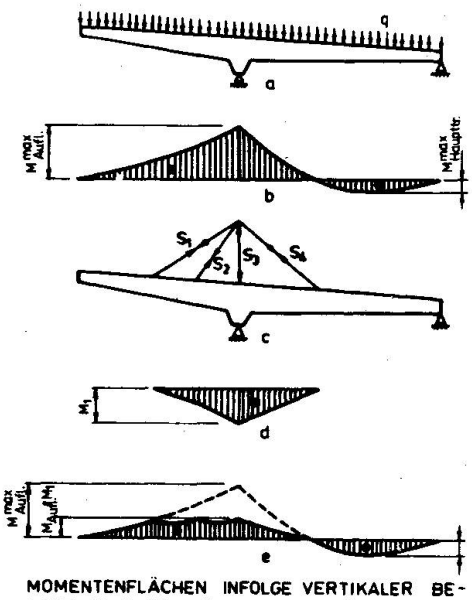
Eine erfolgreiche Lösung dieses Problems wurde durch die Vorspannung der Brücken-Hauptträger mittels auskragender Hängewerke möglich, wodurch das starre System in ein kombiniertes System ("starres Hängewerksystem" genannt) umgewandelt wurde. Hierdurch konnte die Höhe der Hauptträger beträchtlich - bis auf 6 bis 8 m - verringert werden, in gleicher Weise die Länge der Fachwerkfelder



STARRES HÄNGEWERKSYSTEM MIT VORSPANNUNG AN EINER ABRAUMFÖRDERBRÜCKE

1 - Hauptträger, Aussteifungsträger ; 2 - Stützen ; 3 - Abspannseil

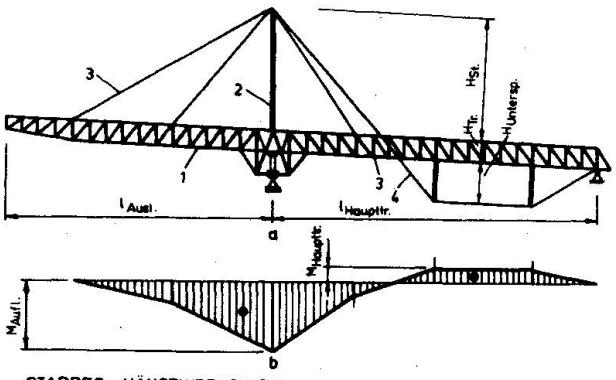
Bild 3



MOMENTENFLÄCHEN INFOLGE VERTIKALER BELASTUNG EINER HÄNGEWERKSBRÜCKE

a - Belastungsschema ; b - Momentenflächen des starren Systems ; c - Hängewerksystem ; d - Momentenflächen des Hängewerksystems ; e - Momentenflächen nach Überlagerung

Bild 4



STARRES HÄNGEWERKSYSTEM MIT VORSPANNUNG AN EINER ABRAUMFÖRDERBRÜCKE

a - Schema der Brücke ; 1 - Ausleger ; 2 - Stütze ; 3 - Abspannseile ; 4 - Unterspannung ; b - Momentenflächen infolge Vorspannung

Bild 5

und -stäbe. Die Hauptträger konnten parallelgurtig ausgeführt werden, und durch den Einsatz von hochfesten Stählen war eine radikale Masseverringerung der Brücken bis 65 % möglich. Somit sind die Anwendung des Vorspannprinzips sowie der Einsatz hochfester Stähle in den Tragkonstruktionen der Abraumförderbrücken unserer Meinung nach sehr aussichtsreich.

Abschließend kann gesagt werden, daß der Bau moderner effektiver und leichter Stahlkonstruktionen eine gründliche und sorgfältige Auswahl der Stahlklassen und -güten erfordert, die der geplanten Konstruktion am besten entsprechen und die nicht nur einen minimalen Stahlaufwand, sondern auch minimale Kosten bei geringstem Arbeitsaufwand während der Fertigung und Montage garantieren.