

Nachalov, V.A.

Spannungen in Rohrbogen aufgrund von Außendruck unter Kriechbedingungen.

Deutsche Auszugsübersetzung aus:

Nachalov, V/iktor/ A/leksandrovič/: Nadežnost' gibov trub elektroenergetičeskich ustanovok /Sicherheit von Rohrbogen in Wärmeenergieanlagen; russ./ . Moskva: Verlag "Energoatomizdat", 1983, S. 101 - 103.

Russ.: Напряжения в гйбах труб от внутреннего давления в условиях ползучести.
Naprjaženija v gibach trub ot vnutrennego davlenija v uslovijach polzučesti.

$$\sigma^H_\varphi = \sigma_{\pi p} \frac{m}{m + \beta + 1} \quad (3.19)$$

$$k = \frac{4\beta R_* + \sin \varphi}{4\beta R_* + (\beta + 1) \sin \varphi} \quad (4.17)$$

$$\hat{K}_3 = 0,9 + \frac{9}{\alpha} \quad (4.59)$$

$$\hat{K}_3 = 1,7 + \frac{5}{\alpha} \quad (4.60)$$

Zur Bewertung der Spannungen in Rohrbogen, die unter hohen Temperaturen eingesetzt werden, benutzen wir die Lösung einer Aufgabe über das Kriechen eines geraden Rohres mit ovalem Querschnitt. Nach [45] stellt man die Spannungen in einem Rohr mit ovalem Querschnitt als Summe der in einem Rohr mit regelrechter runder Form wirkenden Hauptspannung und der durch die Unrundheit des Querschnitts bedingten Zusatzspannung dar. Unter Berücksichtigung von Art und Ort der Bogenbrüche beim Kriechen sind für die Bewertung der Festigkeit die Umlaufspannungen an der Außenfläche im gestreckten Bogenbereich und an der Innenfläche in der neutralen Zone am interessantesten. Wir drücken die Zusatzspannungen durch die Hauptspannungen aus, wobei wir die Gleichungen zur Bestimmung der Spannungen in einer für die Praxis geeigneten Form darstellen. Die Spannungen [65, 69] an der Wandaußenfläche am äußeren Bogenumfang sind

$$\sigma^H_\varphi = \sigma^{0H}_\varphi (1 + \gamma C_H \alpha_*). \quad (4.70)$$

Die Spannungen an der Wandinnenfläche in der neutralen Bogenzone sind

$$\sigma^{BH}_\varphi = \sigma^{0H}_\varphi (\beta^{2/m} + \gamma C_{BN} \alpha_*) - p. \quad (4.71)$$

Die Hauptspannung σ^{0H}_φ wird nach Formel (3.19) berechnet. Die Koeffizienten C_H und C_{BH} für die gefährlichen Querschnittspunkte werden nach den Abb. 4.20, 4.21. in Abhängigkeit vom Parameter β und der Stahlkriechzahl m bestimmt.

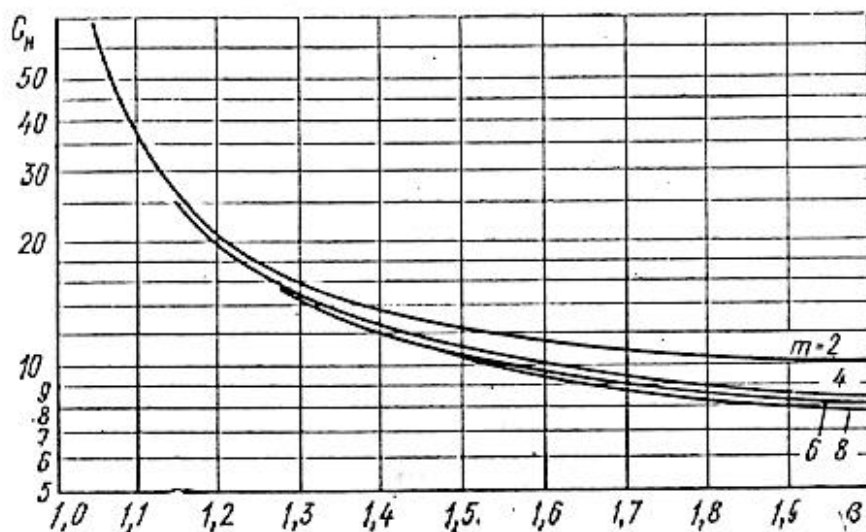


Abb. 4.20. Koeffizient C_H zur Bestimmung der Spannungen im gestreckten Bogenbereich beim Kriechen.

Die Abhängigkeiten (4.70), (4.71) wurden für ein gerades Rohr mit konstanter Wanddicke ermittelt. Bei der Berechnung von Krümmern mit gleicher Wanddicke wird zur Spannung σ^{OH}_ϕ in Formel (4.70) die Korrektur k für die Krümmung des Krümmers hinzugenommen. Diese wird in erster Näherung aus dem Ausdruck (4.17) bestimmt. In Bezug auf Bogen bedarf es keiner solchen Präzisierung, da der Spannungsabfall am äußeren Umfang aufgrund der Rohrkrümmung praktisch durch die Zunahme der Spannungen aufgrund der Wandschwächung kompensiert wird.

Ist die tatsächliche Querschnittsform bekannt, sollte man die Unrundheit α_* in den Gleichungen zur Bestimmung der Spannungen ersetzen durch die Relation $4|w|D_H$. Die Berechnung wird nach der stärksten Abweichung w im gestreckten oder neutralen Bogenbereich durchgeführt. Ist die tatsächliche Querschnittsform nicht bekannt, dann kann man die Spannungszunahme aufgrund der Formunregelmäßigkeit berücksichtigen, indem man den Koeffizient C_H mit dem Koeffizienten K_3 multipliziert - letzterer wird nach der Formel (4.60) berechnet - und den Koeffizienten C_{BH} mit dem Koeffizienten K_3 aus der Formel (4.59).

In der Regel sind die Spannungen im gestreckten Bogenbereich größer als in der neutralen Zone.

Bei der Bestimmung der Spannungen ist zu berücksichtigen, daß die Unrundheit, von der die Spannungen abhängen, mit der Zeit aufgrund des Kriechens des Rohres abnimmt. Das Vorgehen zur Bestimmung der Unrundheit und die Mittelung der Spannungen für einen bestimmten Zeitabschnitt werden im 5. Kapitel untersucht.

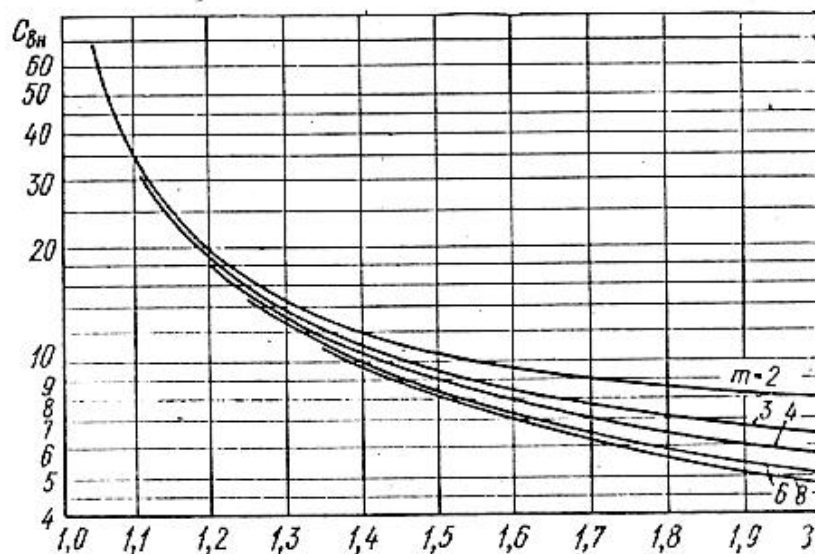


Abb. 4.21. Koeffizient C_{BH} zur Bestimmung der Spannungen in der neutralen Bogenzone beim Kriechen.

Literatur

45. Качанов Л.М.: Теория ползучести. Москва: Физматгиз, 1960.
 Kačanov, L/azar/ M/arkovič/: Teorija polzučesti. Moskva: Fizmatgiz, 1960.
 Engl.Übers.: The Theory of creep. By L.M. Kachanov. Part I (Chapters I - VII) and II (Chapters VIII - XII). Translation by E. Bishop. Edited by A.J. Kennedy. Boston Spa./Yorkshire: 1967, 430 S. (National Lending Library for Science and Technology)
65. Нахалов В.А.: Расчетная оценка длительной прочности изогнутых труб, нагруженных внутренним давлением. – Теплоэнергетика. Москва, 25 (1978), № 8, стр. 49 – 51.
 Deutsche Übersetzung: Berechnung der Dauerfestigkeit von Rohrbogen, die durch Innendruck belastet sind. - Zentralinstitut für Information und Dokumentation - Zentraler Übersetzungsnachweis, Nr 237-1687.
69. Нахалов В.А., Шрон Р.З., Брагина В.И., Слободчикова Н.И.: Оценка долговечности гибов труб при высоких температурах. – В книге: Повышение надежности и экономичности энергетических блоков. Челябинск: Южно-Уральское книжное издательство, 1979, стр. 156 – 161. (Труды. Всесоюзный теплотехнический научно-исследовательский институт им. Ф.Е. Дзержинского. 21)
 Nachalov, V.A.; Šron, R.Z.; Bragina, V.I.; Slobodčikova, N.I.: Ocenka dolgovečnosti gibov trub pri vysokich temperaturach. - In: Povyšene nadežnosti i ekonomičnosti energetičeskich blokov. Čeljabinsk: Južno-Ural'skoe knižnoe izdatel'stvo, 1979, S. 156 - 161. (Trudy. Vsesojuznyj teplotehničeskij naučno-issledovatel'skij institut im. F.E. Dzeržinskogo. 21)
 /Bewertung der Dauerfestigkeit von Rohrbogen bei hohen Temperaturen; russ./

Stuttgart, den 21. Mai 1996

übersetzt von

Ottmar Pertschi
 (Dipl.-Übersetzer)