

Ways of Enhancing Endurance of Fastening for Cutting Bits of Coal Mining Machines

This article presents the outcomes of a research project to determine the mechanisms of loads imposed on fasteners of cutting bits as well as the resulting wear. Reasons have been identified for the deterioration of the cutting steel under static loads during

different cutting profiles. In this context research has also been undertaken to identify means to increase the useful life of fasteners under varying operating conditions.

Verlängerung der Betriebsdauer von Meißelhalterungen an schneidenden Kohlegewinnungsmaschinen

In diesem Artikel werden die Untersuchungsergebnisse zur Identifizierung der Ursachen für Belastungen auf Meißelhalterungen und deren Verschleiß dargelegt. Es wurden die Gründe für die Abnutzung des Schneidstahls bei statischen Belastungen während der Nutzung unter verschiedenen Schnittverläufen bestimmt.

In diesem Zusammenhang wurden ferner Untersuchungen zur Bestimmung von Möglichkeiten zur Erhöhung der Betriebsdauer der Befestigungen von Schneidwerkzeugen für unterschiedliche Einsatzbedingungen durchgeführt.

During coal cutting by coal mining machines, cutting bits often fall out of tool holders. This makes up to 30 % in total failure rate of cutting bits and is, in many instances, connected with imperfection of fastening currently in service. The pertinent research has been undertaken to determine the mechanism of loads imposed on fasteners of cutting bits in the course of deterioration of nests of tool holders. Leaving aside the analysis of methodology and findings of the research, the basic outcomes of the research are presented below.

1. Under static loading along the axis of the cutting force Z (Figure 1) up to a certain level of the latter, the steady-state force $P_{z,st}$ applied to a fastener first grows and then levels off. This takes place after blocking of cutting bit in tool holder, which stops an increase in the tilt angle χ_t and, consequently, in strains in the fastener. All other conditions being equal, when the length of the cutting bit shank, l_{shank} , is increased, $P_{z,st}$ lowers owing to reduction in the angle χ_t and abatement of the fastener straining.
2. Under real operating conditions, fasteners of cutting bits experience cyclic loading. When a cutting bit penetrates rock, the fastening is subjected to the force P_z , which grows to its peak value $P_{z,max}$ and then relaxes down to $P_{z,min}$ when the cutting bit comes out from rock face. In other words, the fastener loading frequency and the drum rotation speed are in conformity.

Beim Betrieb der Gewinnungsgeräte wird ein erheblicher Anteil des Meißelausfalls – bis zu 30 % aller Meißelausfälle – aus dem Werkzeughalter festgestellt. Dies ist in vielen Fällen mit der Unvollkommenheit der verwendeten Befestigungsmittel verbunden. In diesem Zusammenhang wurden Untersuchungen durchgeführt, in deren Verlauf der Belastungsmechanismus auf die Meißelhalter während des Verschleißprozesses der Werkzeughalterbuchsen analysiert. Ohne ins Detail der methodischen Aspekte und der Analyse der erhaltenen Daten zu gehen, werden nachfolgend die wesentlichen Ergebnisse dargelegt:

1. Bei der statischen Belastung in Angriffsrichtung der Schneidkraft Z (Bild 1) bis zu einem bestimmten Wert erhöht sich zuerst die Kraftgröße $P_{z,st}$ an der Halterung und stabilisiert sich dann auf einem Niveau. Dies geschieht nach dem Auskeilen des Meißelschafts im Werkzeughalter. Hierdurch wird die Winkelerweiterung χ_t und damit die Verformung der Halterung begrenzt. Bei sonst gleichen Bedingungen verringert sich mit zunehmender Länge des Schafts l_{shank} , die Größe $P_{z,st}$, da sich der Winkel χ_t und die Halterungsdeformation verringern.
2. Unter realen Betriebsbedingungen erfolgt eine zyklische Belastung der Meißelhalterung. Beim Durchgang des Meißels durch das Gestein wird sie mit der Kraft P_z beansprucht, bis das Maximum $P_{z,max}$ erreicht wird. Nach Austritt des Meißels

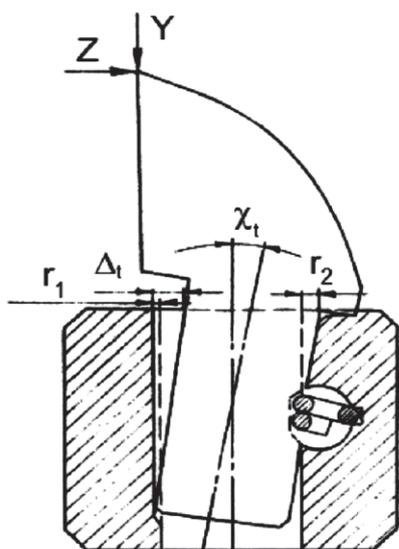


Fig. 1. Cutting bit and fastener interaction pattern in worn tool holder.
Bild 1. Schematische Darstellung der Interaktion des Schneidstahls mit der Halterung in einem abgenutzten Werkzeughalter.

3. Under certain χ_t , an increase in the cutting force Z at sharp cutting bits goes with a linear increment in the force ΔP_z (Figure 2a), and the rate of the increase in the forces is higher with the larger χ_t .

4. In coal cutting with chamfer bits (Figure 1), broken coal flow affects the chamfer at the tool rest holder-cutting bit junction and promotes drawing out (ejection) of the cutting bit from the nest of the tool holder. Higher wear of a tool holder contributes to better conditions for ejection of a cutting bit in as much as the angle χ_t grows in this case and the direction of broken coal flow verges towards the direction of the cutting bit displacement in the tool holder. The axial displacement of the cutting bit generates complimentary pressure on the tool holder from the side of the slot of the bit shank, which is eventually the source for the increment in the load $\Delta P_{z,max}$ by the value ΔP_z . The proof of the supposition is the fact that static loading of chamfer bits induces no increase in the forces imposed on tool holders.

When the rate of advance of a cutting machine is increased and the forces grow, the incremental force probability $P_{\Delta P_z}$ on fasteners comes up, too (Figure 2b) as fragments of broken coal become larger, which contributes to ejection of cutting bits from tool holders.

5. As cutting bits grow blunt, pressing out forces from the rock face run high, which redirects the resultant of the cutting force Z and the bit thrust Y in the opposite direction of the bit ejection from tool holders. As a consequence, under cutting with a chamfer bit, the maximum force increment $\Delta P_{z,max}$ and the incremental force probability $P_{\Delta P_z}$ on the active fasteners decrease (Figure 3) and, at a certain wear of cutting bits, level off at a level of loads conforming with the static loading of the cutting bits.

aus dem Gestein verringert sich die Kraft zu $P_{z,min}$. Es kann eine Übereinstimmung der Beanspruchungsfrequenz am Meißelhalter mit der Schneckendrehung beobachtet werden.

3. Für scharfe Meißel besteht bei einem Wert χ_t , ein linearer Zusammenhang zwischen der Schneidkraft Z und der Kraft ΔP_z (Bild 2a), wobei die Intensität des Kraftanstiegs umso größer ist, je größer der Verbindungswinkel χ_t ist.

4. Beim Schneiden des Kohleflözes mithilfe eines Meißels mit abgeschrägtem Schneidkopf (Bild 1) wirkt der Strom des zerstörten Materials auf die Abschrägung am Übergang vom Halter zur Schneidkante ein. Dies fördert das Herausdrücken des Meißels aus dem Werkzeughaltergehäuse. Dabei gilt: Je größer der Verschleiß des Werkzeughaltergehäuses ist, desto günstiger sind die Bedingungen für das Herausdrücken des Meißels, da es in diesem Fall zur Vergrößerung des Winkels χ_t kommt, und sich damit die Strömungsrichtung der gebrochenen Kohlemasse der Translationsrichtung des Meißels im Werkzeughalter annähert.

Die axiale Verschiebung des Meißels erzeugt an der Halterung einen zusätzlichen Druck von der Seite der Schaftnut. Dies ist

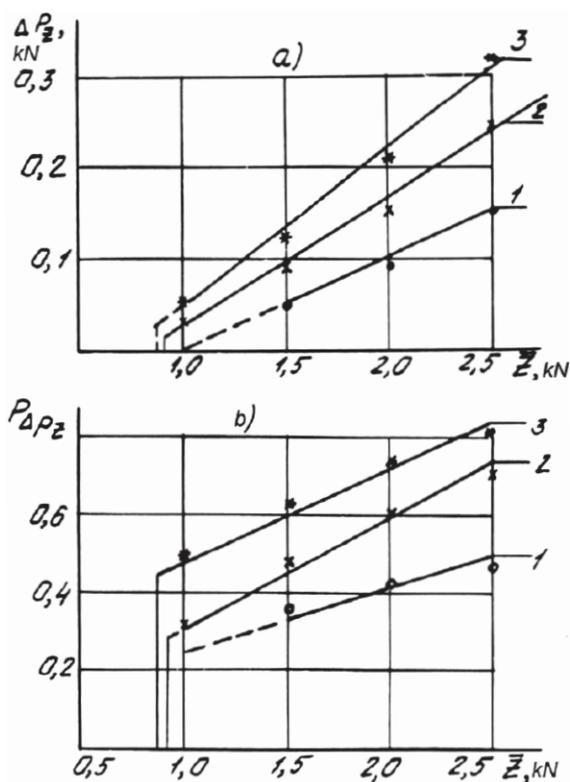


Fig. 2. The incremental force ΔP_z (a) and the incremental force probability $P_{\Delta P_z}$ (b) on fastener versus the cutting force Z for sharp cutting bits at the different tilt angles in worn tool holders:
1 - $\chi_t = 1.3^\circ$; 2 - $\chi_t = 2.54^\circ$; 3 - $\chi_t = 5.4^\circ$.

Bild 2. Abhängigkeit des Kraftinkrements ΔP_z (a) an der Halterung und der Wahrscheinlichkeit ihres Auftretens $P_{\Delta P_z}$ (b) von der Schnitkraft Z beim Schneiden mit scharfen Meißeln mit unterschiedlichen Neigungswinkeln in abgenutzten Werkzeughaltern
1 - $\chi_t = 1.3^\circ$; 2 - $\chi_t = 2.54^\circ$; 3 - $\chi_t = 5.4^\circ$.

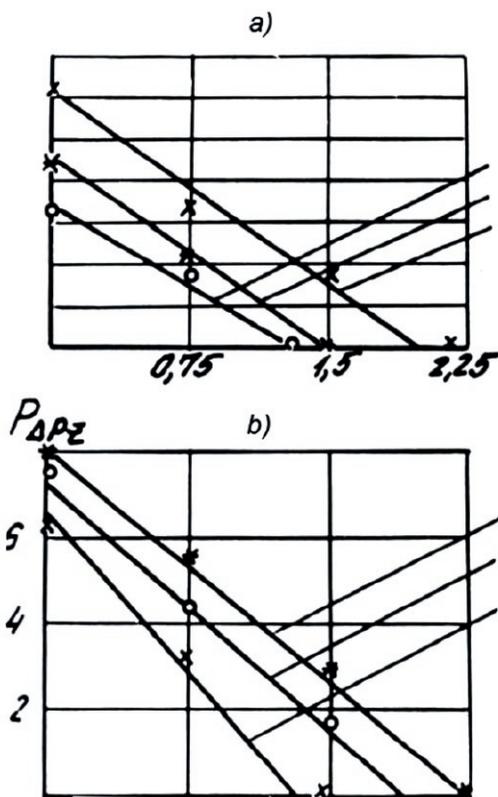


Fig. 3. Curves of the incremental force ΔP_z (a) on active fastener, the incremental force probability $P_{\Delta P_z}$ (b) and the bit front dulling U_{dull} .
Bild 3. Abhängigkeit des Kraftinkrements ΔP_z (a) an der aktiven Halterung und die Wahrscheinlichkeit des Zuwachses $P_{\Delta P_z}$ (b) von der Abstumpfung der Schneidstähle auf der vorderen Kante U_{dull} .

6. As the tilt angle χ_t of cutting bits grows in the course of deterioration of tool holders, the force increment ΔP_z on fasteners increases in case of both sharp and blunt cutting bits. Accordingly, the above research findings allow a conclusion that reliability of the active bit fastening in current service is connected with the cyclic loading exerted from the side of the bit shank, which results in deformation of the fasteners. Severe wear of the tool holder nest aggrandizes maximum load and deformation of the bit fastener and, consequently, lowers the fastener endurance. In this connection, the further study has been focused on determination and improvement of endurance of cutting bit fasteners.

With respect to the correlation between a fastener and an effector, fasteners are grouped as fasteners belonging in the structure of cutting bits and fasteners included in the drum design. The first type fasteners are one-time use, and, therefore, their endurance should conform with the endurance of cutting bits, at the least. The endurance of the fasteners belonging in the drum design should fit the time between overhauls of the drum.

Estimating the required endurance of one-time-use fasteners, we express the mean cycles between failures of the fasteners, $T_{L,fast.bit}$, in terms of the length of the drum cutting path and assume that the latter should not be lower than the mean cycles to wear-out of cutting bits, $T_{L,bit.wear}$ under conditions of minimum wear of cutting bits. Such conditions are rank I-1 standard conditions of

letztlich die Ursache für die erhöhte Belastung $\Delta P_{z,max}$ auf den Wert von ΔP_z . Der Beweis für diese Annahme ist die Tatsache, dass bei statischer Beaufschlagung des Meißels der Kraftanstieg an der Halterung mit einem abgeschrägten Schneidkopf nicht gegeben ist.

Bei zunehmender Vortriebsgeschwindigkeit des Walzenladers und beim Kraftanstieg erhöht sich die Wahrscheinlichkeit des Kraftinkrements $P_{\Delta P_z}$ an der Halterung (Bild 2b). Dies hängt mit der Zunahme der Partikelgröße des geschnittenen Guts zusammen, welche das Risiko eines Herausdrückens des Meißels aus der Halterung erhöht.

5. Während sich die Meißel abnutzen, steigen auch die auf die Meißel wirkenden Auspresskräfte. Infolgedessen ändert sich die Richtung der resultierenden Schnittkräfte Z und der Penetrationskräfte Y in die entgegengesetzte Richtung der Werkzeugausgabe aus dem Werkzeughalter. Als Ergebnis werden das Inkrement der maximalen Kräfte $\Delta P_{z,max}$ und die Wahrscheinlichkeit des Zuwachses $P_{\Delta P_z}$ auf der aktiven Halterung beim Schneiden mit einem abgeschrägten Schneidkopf reduziert (Bild 3). Unter bestimmten Werten der Schneidstahlabnutzung stabilisieren sie sich auf der Ebene der Lasten, die der jeweiligen statischen Belastung des Schneidstahls entspricht.
6. Mit zunehmendem Drehwinkel des Meißels χ_t unter Verschleiß des Werkzeughalters erhöht sich der Wert des Kraftinkrements ΔP_z an der Halterung sowohl mit einem spitzen Schneidstahl als auch mit einem abgestumpften Schneidstahl. Aus den obigen Ergebnissen lässt sich der Schluss ziehen, dass die Lebensdauer der Meißelhalterung mit den zyklischen Belastungen zusammenhängt, die vom Meißelschaft auf diese einwirken und eine Verformung der Halterungen verursachen. Dabei gilt: Je größer der Verschleiß der Werkzeughalterbuchse ist, desto höher ist die maximale Belastung an der Halterung und damit seine Verformung, wodurch die Haltbarkeit der Halterung niedriger wird. In diesem Zusammenhang wurden Untersuchungen durchgeführt, welche die Lebensdauer von Kohlegewinnungsgeräten verbessern.

Bei Projektierung der Halterungen werden zwei Halterungsarten unterschieden:

- a) Halterungen, deren Lebensdauer sich nach dem Meißel richtet. Diese sind demzufolge für den einmaligen Gebrauch konzipiert.
- b) Halterungen, deren Lebensdauer sich nach dem Instandhaltungsintervall des Gewinnungsgeräts richten.

Für die Bestimmung der notwendigen Lebensdauer der Halterung vom Typ a) ist davon auszugehen, dass die Nutzungsdauer, ausgedrückt in der Schneidbahn der Schnecke $T_{L,fast.bit}$, nicht kleiner sein darf als die Nutzungsdauer des Einsatzwerkzeugs. Dies gilt unter Bedingungen, unter denen die Werkzeugabnutzung minimal ist. Solchen Bedingungen entsprechen Kohleflöze mit einem Schneidwiderstand von $A_{eqv} \leq 200$ N/mm ohne Zwischenmittel oder Kohleflöze, die schwache Argillitzwischenmittel beinhalten. Es entspricht der Typgruppe I-1 unter Nutzungsbedingungen der Einsatzwerkzeuge (1).

Ranks of operating conditions	A_{eqv} and K_u in absolute and relative units					
	A_{eqv} in absoluten und relativen Einheiten nach Verschleißintensivität der Kohleflöze					
	I		II		III	
Art der Kohleflöz- struktur	A_{eqv} , from – to average	K_u	A_{eqv} , from – to average	K_u	A_{eqv}	K_u
1	$\frac{70 - 190}{137}$	0.63	$\frac{150 - 230}{176}$	0.81	280	1.29
2	$\frac{109 - 375}{168}$	0.77	$\frac{155 - 311}{217}$	1.00	315	1.45
3	$\frac{127 - 610}{252}$	1.16	$\frac{172 - 711}{280}$	1.29	330	1.52

Table 1. Equivalent coal cuttability A_{eqv} and cutting tool use factor K_u , per ranks of operating conditions.

Tabelle 1. Aufteilung der typisierten Bedingungen bei der Verwendung der Einsatzwerkzeuge in Abhängigkeit des äquivalenten Schichtwiderstands eines Kohleflözes zur Schneidbarkeit A_{eqv} .

drum use in coal with the equivalent cuttability $A_{eqv} \leq 200$ N/mm, without dirt bands, or with soft layers of argillite (1). Based on the fact that the mean cycles to failure of cutting bits should equal the length of friction path run by a bit until its critical wear, it has been found that under rank I-1 standard conditions, the mean distance to failure of fasteners should be not less than 470 km. Since properties of coal can vary greatly even within the same production face area, the following condition should be satisfied:

$$T_{Lfast.bit} \geq T_{Lbit.wear} + 2\sigma_{wear} \quad (1)$$

where $\sigma_{bit.wear}$ mean square deviation of the mean cycles to wear-out of cutting bit. From the calculations, at probability of no failure of 0.8, the mean distance to failure of a one-time-use fastener is to be not less than 600 km.

The endurance of multiuse fasteners should agree with the mean period to wear-out of nests of tool holders, T_{Lnest} , calculated from formula (2) based on the limit wear $r_{nest.lim}$ of tool holder nests. Considering variation in mean period to failure:

$$T_{Lfast.bit} = T_{Lnest} + 2\sigma_{T.Lwear} \quad (2)$$

where $\sigma_{nest.Lwear}$ CV of time to wear-out of tool holder nest.

As has been calculated, given 80% probability of failure-free operation, the mean distance to failure of multiuse fasteners should be not less than 1,570 km under standard operating conditions from rank II-2 (average coal cuttability and average content of dirt bands) and not less than 2,590 km under rank I-1 standard conditions of operation.

The life of active fasteners for radial bits can be given by

$$N_{fast} = \frac{T_{Lfast.bit}}{\pi D_{Drum}} \quad (3)$$

From the calculations using the latter formula, engineering of one-time-use fasteners should proceed from the maximum possible cycles of fastener loading, $N_{lim} = 606$, for the drums with a diameter $D_{drum} = 0.63$ m.

Let us determine the required life of multiuse fasteners for cutting bits to operate under standard conditions I-1, II-2 and III-3, which are mild, medium and severe operating conditions, respectively. The values of A_{eqv} for the listed groups of operating conditions are given in Table 1.

The calculations have been performed for different diameter drums with two cutting bits in a cutting line, with active fas-

Ausgehend davon, dass die Werkzeugabnutzung gleich dem Reibungsweg sein soll, fährt der Meißel bis zu seinem maximal zulässigen Verschleiß. Es wurde festgestellt, dass die Nutzungsdauer unter den Bedingungen der Gruppe I-1 nicht kleiner als 470 m sein darf.

Sogar im Bereich des passiven Orts gibt es eine Variation der Kohleflöz-Eigenschaften, es gilt daher

$$T_{Lfast.bit} \geq T_{Lbit.wear} + 2\sigma_{wear} \quad (1)$$

mit $\sigma_{bit.wear}$ als Standardabweichung der Nutzungsdauer der Halterung. Es wurde durch die Berechnungen festgestellt, dass mit einer Wahrscheinlichkeit von 0,8 die Nutzungsdauer der Halterung bei einmaliger Verwendung mehr als 600 km sein muss.

Bei der Projektierung der Halterungen für das Einsatzwerkzeug für die Bedingungen der mehrmaligen Nutzung muss die Lebensdauer für die Werkzeugabnutzung der Halterung T_{Lnest} entsprechen und wird nach der Formel (2) unter ihrem maximal zulässigen Verschleiß $r_{nest.lim}$ bestimmt. Bei gegebener Variation $T_{Lfast.bit} = T_{Lnest} + 2\sigma_{T.Lwear}$ (2) ist $\sigma_{nest.Lwear}$ der Variationskoeffizient des Verschleißes vor der Abnutzung des Werkzeughalters.

Es wurde bestimmt, dass mit einer Wahrscheinlichkeit von 0,8 die Werkzeugabnutzung der Halterung für mehrmalige Nutzung (Gruppe II-2) für einen störungsfreien Betrieb mindestens 1,570 km sein soll, sowie in der Gruppe I-1 mindestens 2.590 km.

Die zyklische Lebensdauer der Halterung der radialen Meißel kann nach folgender Formel berechnet werden:

$$N_{fast} = \frac{T_{Lfast.bit}}{\pi D_{Drum}} \quad (3)$$

Die Berechnungen gemäß dieser Formel haben gezeigt, dass die Projektierung der Halterungen auf die maximal mögliche Zyklenzahl bei ihrer Anwendung auf Walzen mit einem Durchmesser von $D_{drum} = 0.63$ m mit einer Festigkeitsbeaufschlagung von $N_{lim} = 606$ durchgeführt werden muss.

Die gewünschte Stufe der zyklischen Lebensdauer der Halterung wird unter Bedingungen der mehrmaligen Verwendung für die Gruppen I-1, II-2 und III-3 typisierten Bedingungen (1) definiert. Diese Bedingungen sind in leichte, mittlere und schwere Betriebsbedingungen der Einsatzwerkzeuge aufgeteilt. Die Wer-

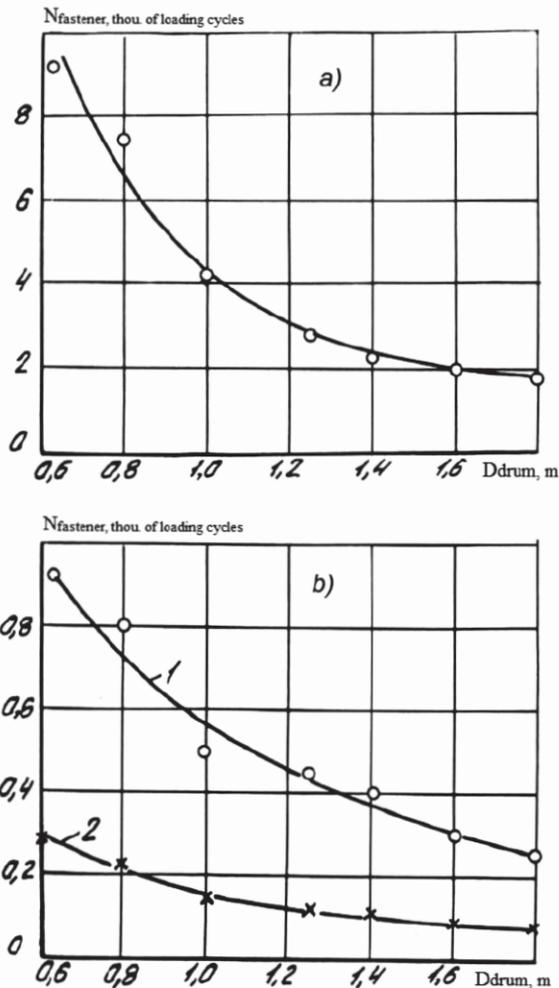


Fig. 4. Multiple use fastener life $N_{fastener}$ versus drum diameter D_{drum} under different operating conditions: (a) rank I-1; (b) 1-rank II-2, 2-rank III-3. Bild 4. Abhängigkeit der zyklischen Lebensdauer $N_{fastener}$ der Meißelhalterungen für mehrmalige Verwendung vom Walzendurchmesser (D_{drum}) im Betrieb unter verschiedenen Bedingungen: (a) Gruppe I-1; (b) 1-Gruppe II-2, 2-Gruppe III-3.

tening. The speed of the drum rotation was always assumed as 50 min^{-1} , the velocity of the cutting machine advance $V_{advance} = 5; 2.5; 1.5 \text{ m/min}$ for cutting machine operation under standard condition ranks I-1, II-2 and III-3, respectively.

Figure 4 shows the fastener life $N_{fastener}$ as a function of the drum diameter. It can be seen that with an increase in D_{drum} , $N_{fastener}$ decreases along a hyperbolic curve. Furthermore, with the change from the mild operating conditions (rank I-1) to the more difficult operating environment (ranks II-2 and III-3), the required endurance of fasteners lowers.

Manufacture of multiple use fasteners should be based on standard operating conditions of rank I-1, where the overhaul period of drums and, consequently, the number of loading cycles on fasteners are maximal. At the same time, manufacture of fasteners of this type may involve considerable expenditures economically unsound in reference to the other ranks of operating conditions. In connection with this, we study economical constraints expectable in engineering of fasteners.

Design of a fastener should consider such factors as the fastening reliability and the cost of the cutting bit-fastener-tool

te A_{eqv} für bestimmte Bedingungsgruppen sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Die Berechnungen wurden für Walzen verschiedener Durchmesser und mit zwei radialen Meißeln durchgeführt. Die Drehzahl des Einsatzwerkzeugs betrug in allen Fällen 50 min^{-1} , die Vorschubgeschwindigkeit der Walzenlader betrug $V_{advance} = 5; 2.5; 1.5 \text{ m/min}$ unter den in den Gruppen I-1, II-2 und III-3 typisierten Bedingungen.

In Bild 4 ist die Abhängigkeit der zyklischen Lebensdauer der Meißelhalterungen $N_{fastener}$ von der Funktion des Walzendurchmessers (D_{drum}) dargestellt. Es ist ersichtlich, dass mit zunehmendem D_{drum} der Wert $N_{fastener}$ hyperbolisch abfällt. Mit dem Übergang aus der leichten (Gruppe I-1) in die schwereren Betriebsbedingungen (Gruppe II-2 und III-3) verringert sich die erforderliche Lebensdauer der Halterung.

Bei der Herstellung von Halterungen für die mehrmalige Verwendung sollte man sich an der Gruppe I-1 der typisierten Bedingungen orientieren, in der die Walzenlebensdauer ohne Instandsetzung und die Anzahl der Beanspruchungen auf die Halterungen maximal sind. Gleichzeitig kann die Herstellung derartiger Halterungen aufgrund beträchtlicher Mehrkosten unwirtschaftlich werden. In diesem Zusammenhang wurden die wirtschaftlichen Bedingungen untersucht, die für die Projektierung der Werkzeughalterungen relevant sind.

Dabei sind sowohl Alternativen gleicher Zuverlässigkeit und unterschiedlicher Kosten als auch solche von unterschiedlicher Zuverlässigkeit bei gleichen Kosten möglich. Offensichtlich ist, dass unter den analysierten Alternativen die optimale Alternative jene ist, die im Betrieb minimale Kosten pro produzierter Tonne gewährleistet. Daher sollte die Konstruktion der Schneidstahlbefestigung nach den minimalen spezifischen Kosten für die Schneidstahlbefestigung ausgewählt werden, zu berechnen mithilfe der Formel:

$$\tilde{N}_{fastassem} = C_{f.oper} / Q \quad (4)$$

Dabei steht $C_{f.oper}$ für die Kosten im Zusammenhang mit der Herstellung und der Nutzung der Schneidstahlbefestigung in Euro, Q steht für die Produktion in einem betrachteten Zeitraum t .

$$\tilde{N}_{f.oper} = C_{fast} + C_{fail} + C_{loss} \quad (5)$$

Dabei ist C_{fast} der Wert des Komplexes Meißel – Befestigung – Werkzeughalter, C_{fail} steht für den Gesamtwert der defekten Befestigungen und der verlorenen, weil aus der Schneidstahlhalterung gefallenen Meißel in der entsprechenden Prüfzeit, während C_{loss} die Ausgabekosten in Abhängigkeit vom Produktionsausfall während des Meißelwechsels darstellt.

Die Analyse und Verallgemeinerung der experimentellen Forschungsergebnisse haben gezeigt, dass eine höhere Zuverlässigkeit der aktiven Befestigungsmittel durch die Beseitigung von Verschleiß der Werkzeughalterbuchsen oder durch die Beseitigung der durch die Schneidstahlhalterung wirkenden Kräfte P_z auf die Befestigung erreicht werden kann. Der zweite Weg ist zu bevorzugen, da keine Veränderungen in der Befestigungskonstruktion verlangt werden. Die Bedingungen, unter denen bis zu einem bestimmten, im Voraus festgelegten Wert des maximal zulässigen Verschleißes r_{lim} auf die Befestigung, keine Kraft P_z wirkt (Befestigung passiv) stellt Bild 5 dar.

$$\Delta_{clear} > G, \text{ mit } G = (1 - 11) \sin \chi_t; \quad (6)$$

$$\Delta_{clear} > h, \text{ mit } \delta_{clear} = 0.6(\Delta_t - \Delta_{t0}) = 0.6(\sin \chi_t - \sin \chi_{t0}). \quad (7)$$

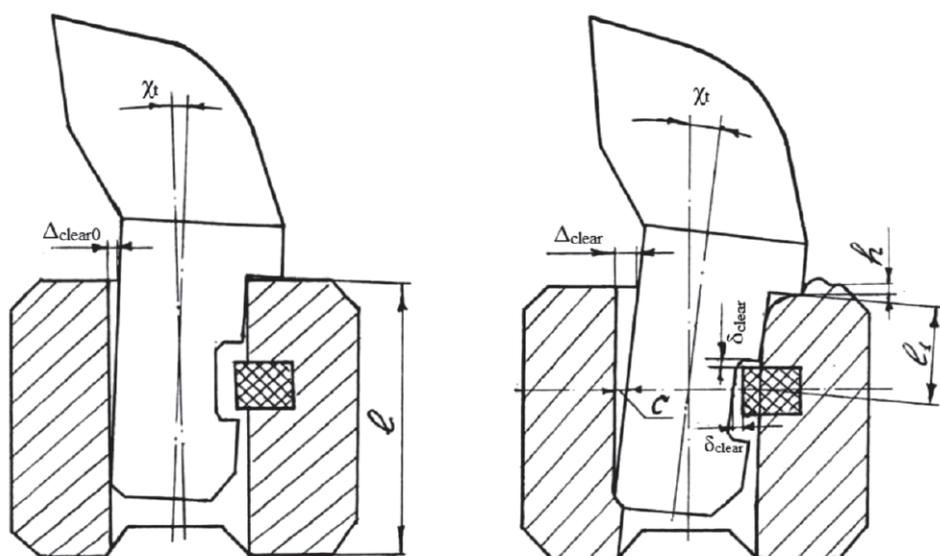


Fig. 5. Passive fastening of cutting bits in a new and worn tool holder.
Bild 5. Passive Befestigung des Schneidstahls in einer neuen und abgenutzten Schneidstahlhalterung.

holder assembly. The possible alternatives may have the same reliability and different cost, or different reliability at the same cost.

Among the analyzed modifications of a cutting bit-fastener-tool holder assembly, the optimum alternative is evidently the assembly ensuring minimum cost per ton of production output. It is suggested to select cutting bit fastening based on a minimum cost per unit given by:

$$\tilde{N}_{f,astassem} = C_{f,oper} / Q \quad (4)$$

where $C_{f,oper}$ is the cost of manufacture and operation of a fastening assembly for cutting bits, RUB; Q is the output per certain time period t .

$$\tilde{N}_{f,oper} = C_{fast} + C_{fail} + C_{loss} \quad (5)$$

where C_{fast} is the cost of the fastener, C_{fail} means the overall cost of failed and lost fasteners (fallen out from tool holders) over a test period, C_{loss} is the cost connected with loss in production output during replacement of cutting bits.

The analysis and generalization of experimental data have shown that it is feasible to enhance reliability of active fasteners by eliminating wear of tool holder nests, or through suppression of the forces P_z affecting fasteners from the side of tool rest holders. It is preferable to follow the second way as it entails no redesigning of fastening.

The conditions of the absence of P_z on a fastener (the fastener is passive) until its tolerance wear r_{lim} are shown in figure 5.

$$\Delta_{clear} > G, \text{ where } G = (1 - 11) \sin \chi_t; \quad (6)$$

$$\Delta_{clear} > h, \text{ where } \delta_{clear} = 0.6(\Delta_t - \Delta_{t0}) = 0.6l(\sin \chi_t - \sin \chi_{t0}). \quad (7)$$

Conclusions

The tests of drum cutting of coal-cement blocks have proved the formulated conditions for passive fastening of cutting bits. Up to a clear height $\delta_{clear} \leq 2.1$ consistent with a clearance $\Delta_{clear} \leq 5.0$ mm, coal-cement cutting is not accompanied with the force P_z exerted on the fastener by the tool rest holder. With the mentioned values of δ_{clear} and Δ_{clear} , the fastener experiences only pressure of side wall of the tool rest holder socket when the tool undergoes ejection under broken rock flow. Moreover, such loading is only possible when a cutting bit has a canted tip.

Fazit

Die experimentelle Forschung, bei der eine Zerstörung von Kohle-/Zementblöcken durch die Walze durchgeführt wurde, bestätigt die Richtigkeit der ausformulierten Passivbedingungen der Schneidstahlbefestigung. Bei den Werten von bis $\delta_{clear} \leq 2,1$ mit der Fugengröße $\Delta_{clear} \leq 5,0$ mm ist die Kraft P_z , die von der Meißelhalterung auf die Befestigung wirkt, beim Schneiden der Kohle-/Zementblöcke nicht in Erscheinung getreten. Bis zu den angegebenen Größen δ_{clear} und Δ_{clear} ist die Wirkung der Kraft P_z bei einer solchen Schneidstahlbefestigung auf die Halterung möglich. Diese Wirkung kann über den Druck der Seitenwandnut auf die Werkzeughalterung durch die Strömung von zerstörter Gesteinsmasse verursacht werden, wobei solche Belastungen nur bei der Anwendung des Werkzeugs mit abgeschrägtem Kopf auftreten.

References / Quellenverzeichnis

- (1) Afanasev, V. Y., Linnik, Y. N.; Linnik V. Y.: Kohle Russlands: Zustand und Perspektiven, INFRA-M, 217 p. (in Russisch), 2014.

Authors / Autoren

Dr.-Ing. Alexej Zich, TU Bergakademie Freiberg, Prof. Dr.-Ing. Yuriy Nikolayevich Linnik und Prof. Dr. oec. Vladimir Yuryevich Linnik, Staatliche Universität für Management, Moskau/Russland