

BOHREN DER RÜCKLAUFBOHRUNGEN VON ROLLENWAGEN

Assoc. Prof. Dr.-Ing L. Stoev, MSc. T. Popov
Faculty of Machine Technology – Technical University - Sofia, Bulgaria

Abstract: *In der vorliegenden Publikation sind die Forschungsergebnisse beim Bohren der Rücklaufbohrungen von Rollenwagen mit zwei unterschiedlichen Arten von Bohrwerkzeugen dargestellt. Das Ziel der durchgeführten Vergleichsversuche ist die Auswirkung der Schnittdaten beim Bohren und der Einfluss der spezifischen geometrischen Parameter der Werkzeuge auf die vorgeschriebene Maß- und Formgenauigkeit und auf die Rauheitsgüte der Rücklaufbohrungen der Rollenwagen festzustellen.*

Keywords: *Bohren, Rücklaufbohrungen, Rollenwagen*

Einführung

Die Verwendung von Rollenwagen, Fig. 1 bei den gegenwärtigen Werkzeugmaschinen gewährleistet hohe Genauigkeit der geradlinigen Bewegung der verschiebbaren Baugruppen. Profilverteile für solche Rolleinheiten werden in der Firma Petrov PM GmbH [1] in Mittelgroßserienfertigung produziert. Alle Typvarianten kennzeichnen sich durch vorhandene Rücklaufbohrungen. In diesen werden zylindrischen Rollen verschoben, die mit den Maschinenführungen kontaktieren und die gleichmäßige, reibungslose und schwingungsarme Verschiebung der Einheiten auch bei langsamen Vorschubbewegungen gewährleisten.

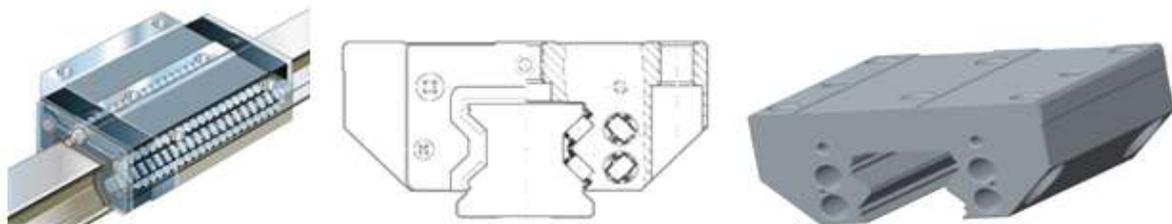


Fig. 1 Rollenwagen mit Rücklaufbohrungen

Um den Anforderungen der Firma Bosch Rexroth AG [2] für Produktivitätserhöhung bei der Bearbeitung der Rücklaufbohrungen der Rollenwagen gerecht zu werden, bei gleichzeitiger Gewährleistung der vorgeschriebenen Maß-, Formgenauigkeit und Rauheitsgüte, wurden zwei Arten von Werkzeugen beim Bohren von Tiefbohrungen bei Variation der Schnittparameter untersucht.

Ausstellung

Die angenommene Folge bei der Bearbeitung der Rücklaufbohrungen in der Firma Petrov PM GmbH beinhaltet ein anfängliches Bohren einer kegeligen Führungsfläche mit Stufenbohrer mit Durchmesser $\varnothing 11.05$ mm, der auch die Anfangsfase formt. Bei dem nächsten Gang werden endgültig die Rücklaufbohrungen mit einem zweiten Werkzeug bearbeitet.

Um den Prozess Bohren der Rücklaufbohrungen der Rollenwagen von legierter Stahl 100CrMo7-3 zu erforschen, wurde am Anfang ein Hartmetallbohrer der deutschen Firma MK-Tools [3], Fig. 2 angewendet. Er hat einen Durchmesser von $\varnothing 11.03$ H7 und folgende charakteristische Merkmale: Hartmetallausführung K30/K40, zwei Hauptschneiden, verschleißfeste Beschichtung MxF, Seitenspanwinkel 30° , Verjüngung 0.25-0.2/100 mm, wie auch spezielle „Quadro V10“-Geometrie. Diese Konstruktion gewährleistet eine Selbstausrichtung des Werkzeuges beim Bohren und garantiert die Erhaltung der vorgeschriebenen Rauigkeit der bearbeiteten Oberflächen.

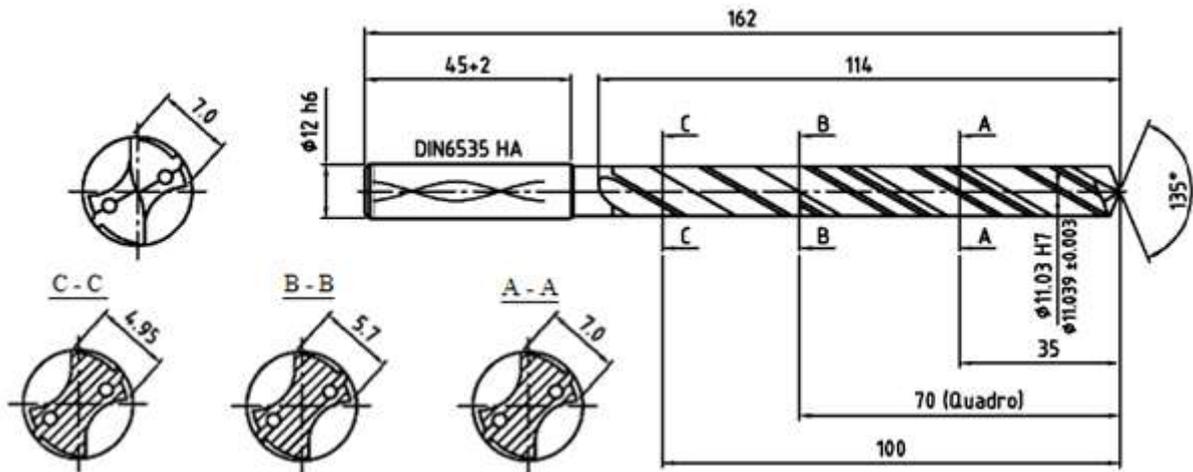


Fig.2 Hartmetallbohrer $\phi 11.03$ H7 mit Innenkühlung der Firma MK-Tools [3]

Die Versuche wurden an einer spezialisierten Bohrmaschine BUSCH mit zwei Spindeln und numerischer Steuerung Sinumerik 840C der Firma Siemens durchgeführt. Um die Produktivität beim Bohren zu erhöhen werden zwei Rohlinge in hydraulischer Mehrspannvorrichtung aufgespannt, Fig. 3 und es wurden zwei Rücklaufbohrungen gleichzeitig bearbeitet [4].

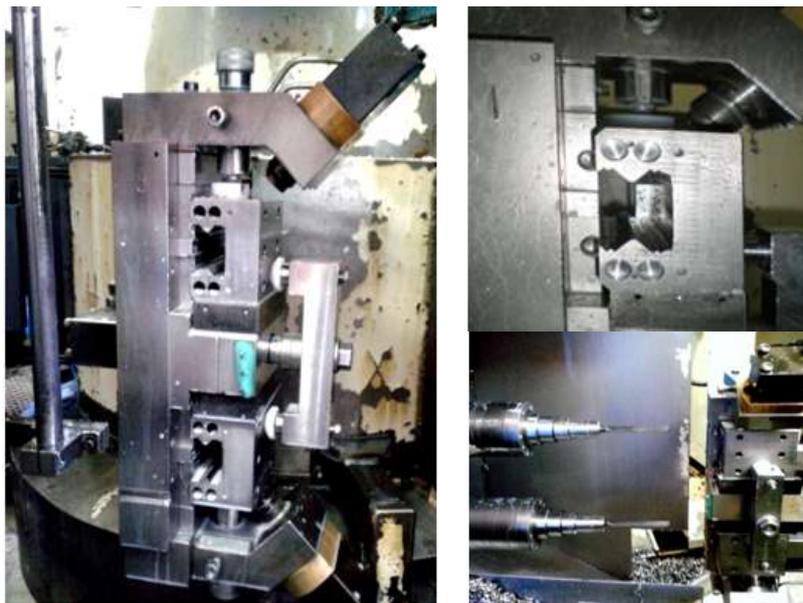


Fig.3 Gleichzeitige Bearbeitung von zwei Rücklaufbohrungen der Rollenwagen, die in einer Mehrspannvorrichtung aufgespannt sind

Die konstanten Bedingungen bei den durchgeführten Versuchen waren:

- Material der bearbeiteten Rohlinge: 100CrMo7-3;
- Beschichtung des Bohrers: TiAlN;
- Bohrungslänge: 90 mm;
- 6 %-ge Lösung des Kühlmittels: Simpro 45 und Druck der Kühlschmierflüssigkeit: 25 bar.

Bei den durchgeführten Versuchen wurden folgende optimale Schnittdaten beim Bohren der Rücklaufbohrungen festgestellt: Schnittgeschwindigkeit $v_c = 73$ m/min und Vorschub pro Zahn $f_z = 0.052$ mm/Zahn. Bei diesen Bedingungen wurde eine minimale Streuung von $6 \mu\text{m}$ der Durchmesser der nacheinander bearbeiteten vier Bohrer eines Rollenwagens festgestellt. Die Rundabweichungen jeder Bohrung wurden in

16 gleichmäßig verteilten Punkten in einigen Querschnitten der Bohrungslänge mit Koordinatenmessmaschine Aberlink [5], Fig.4 vermessen.



Fig.4 Vermessung der Genauigkeit der Durchmesser der Rücklaufbohrungen eines Rollwagens mit Koordinatenmessmaschine Aberlink [5]

Auf Fig. 5 sind Beispielergebnisse von den Vermessungen in Längsrichtung einer Bohrung mit dem Messgerät TESA Rugosuf 90G [6] veranschaulicht. Nacheinander sind folgende charakteristische Merkmale dargestellt: Primärprofil, Welligkeit und Rauigkeit der Bohrung, die bei den optimalen Schnittdaten bearbeitet ist. Die automatisch berechnete Rauigkeit ist: $R_a = 0.769 \mu\text{m}$.

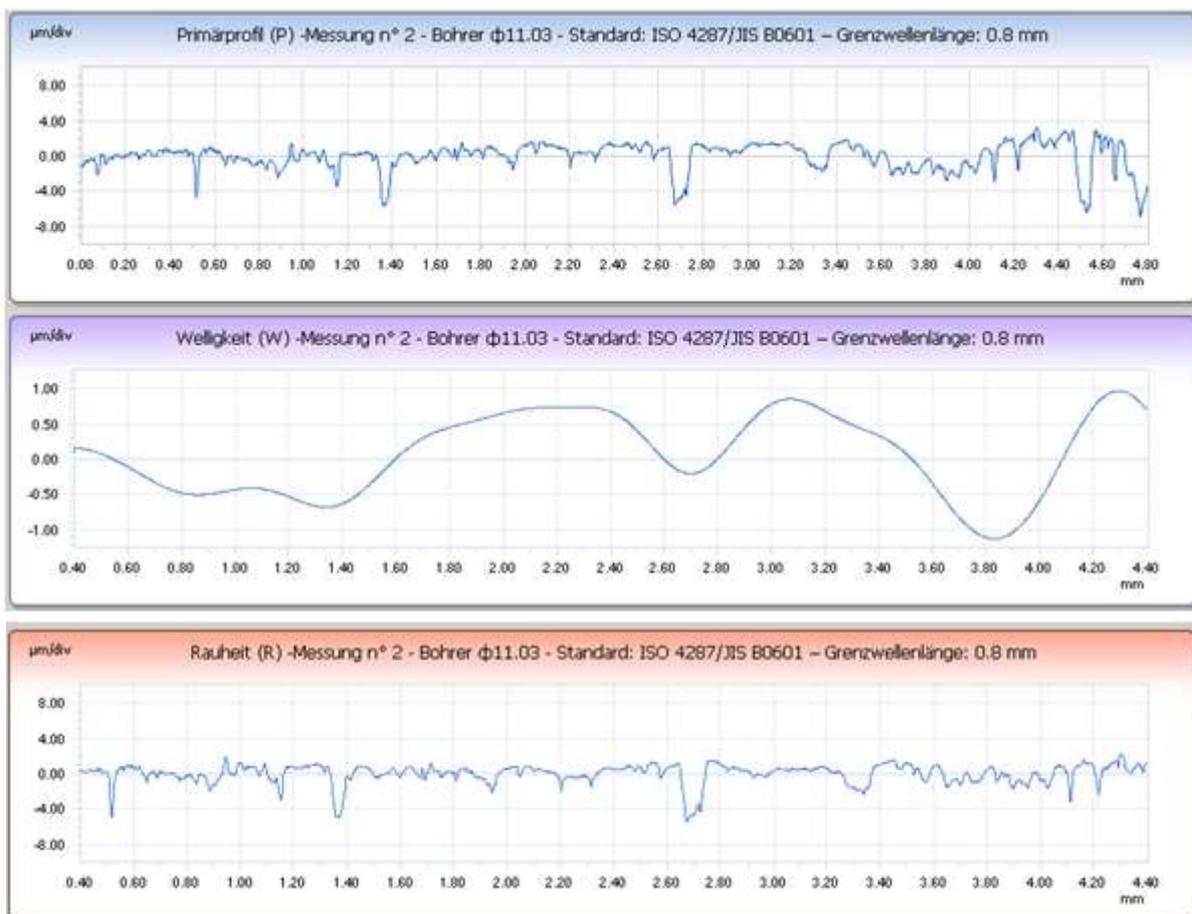


Fig.5 Versuchsdaten für das Primärprofil, Welligkeit und Rauigkeit einer Rücklaufbohrung, die mit Bohrer $\phi 11.03 \text{ H7}$ der Firma MK-Tools bearbeitet ist

Die Lebensdauer des Bohrers $\phi 11.03 \text{ H7}$ der Firma MK-Tools, die als Gesamtlänge der bearbeiteten Bohrungen ermittelt ist, erreichte 50 m. In Fig 6 sind die Form und die Abmaßen von abgeschnittenen Spänen

dargestellt, die ein gutes Spanbruch nachweisen. Die Oberfläche der bearbeiteten Bohrungen sieht optisch sehr gut aus, was die Forderungen der Firma Bosch Rexroth erfüllte.



Fig. 6 Form und Abmaßen von abgeschnittenen Spänen beim Bohren von Rücklaufbohrungen mit dem Bohrer $\varnothing 11.03$ H7 der Firma MK-Tools

Auf Fig. 7 ist der gleichmäßige Verschleiß der Hauptschneiden des Bohrers $\varnothing 11.03$ H7 entlang seiner Länge dargestellt, was ein Nachweis für richtig ermittelte Schnittdaten und passende Schneidbedingungen ist.



Fig.7 Verschleiß der Hauptschneiden des Hartmetallbohrers $\varnothing 11.03$ H7 nach 50 m Gesamtlänge der bearbeiteten Bohrungen

Bei den nächsten Versuchen wurde die Operation Bohren der Rücklaufbohrungen von Rollenwagen mit einem Hartmetallbohrer $\varnothing 11.03$ H7, Fig. 8 mit Innenkühlung der italienischen Firma Sau, durchgeführt. Diese Konstruktion unterscheidet sich von der vorherigen durch das Vorhandensein von noch zwei zusätzlichen Kühlbohrungen, die in der Nähe der Bohrer Spitze situiert sind. Ihre Position verbessert die Abfuhr der Späne und die Abkühlung der Hauptschneiden.

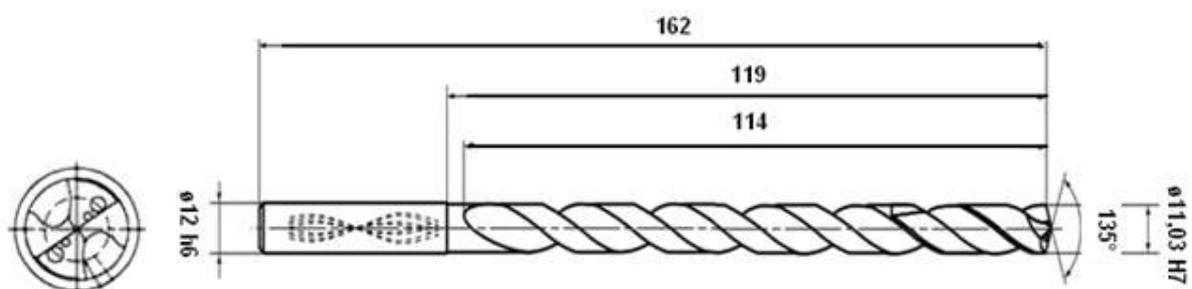


Fig.8 Hartmetallbohrer mit 4 Kühlbohrungen

Bei den ersten Vergleichsversuchen mit dem Werkzeug der Firma Sau wurden die schon festgestellten optimalen Schnittdaten für den Bohrer der Firma MK-Tools: $v_c = 73$ m/min, $f_z = 0.052$ mm/Zahn verwendet. Es

wurde aber ein schlechter Spanbruch, Fig. 9a und Auftreten von erhöhten Schwingungen festgestellt, die zu einem intensiven und unregelmäßigen Verschleiß, so auch zu Durchmesser- und Formabweichungen führten.

Bei den nächsten Versuchen wurde die Schnittgeschwindigkeit auf 69 m/min verringert und der Vorschub bis 0.06 mm/Zahn erhöht. Diese Maßnahmen eliminierten die erzwungenen Schwingungen, verbesserten den Spanbruch, wofür die Form und die Abmaße der dargestellten Späne auf Fig. 9b nachweisen.

Die erzielten Ergebnisse erfüllten die Anforderungen für Durchmesser- und Formgenauigkeit der bearbeiteten Rücklaufbohrungen, aber die festgestellte niedrige Lebensdauer erhöhte die Betriebskosten aufgrund der größeren Anzahl der verwendeten Bohrer und wegen ihres hohen Preises.



$v_c = 73 \text{ m/min}$, $f_z = 0.052 \text{ mm/Zahn}$
a)

$v_c = 69 \text{ m/min}$, $f_z = 0.06 \text{ mm/Zahn}$
b)

Fig.9 Form und Abmaßen der Späne beim Bohren von Rücklaufbohrungen mit dem Bohrer $\varnothing 11.03 \text{ H7}$ der Firma Sau bei den verschiedenen Schnittparameter

Beim Variieren der Schnittdaten wurde festgestellt, dass die Anforderungen an die Genauigkeit der Durchmesser, an die Form und Rauigkeit der bearbeiteten Rücklaufbohrungen bei $v_c = 66 \text{ m/min}$ и $f_z = 0.072 \text{ mm/Zahn}$ erreicht werden kann. Bei diesen Schnittbedingungen hat sich die Lebensdauer des Werkzeuges, als Gesamtschnittlänge ausgeprägt, bis 60 m erhöht. Es wurde ein gleichmäßiger Verschleiß der Hauptschneiden und verbesserter Spanbruch registriert, die auf Fig. 10 dargestellt sind.



Fig 10 Gleichmäßiger Schneidenverschleiß und minimale Abmaßen der Späne beim Bohren mit dem Werkzeug $\varnothing 11.03 \text{ H7}$ der Firma Sau und bei $v_c = 66 \text{ m/min}$ und $f_z = 0.072 \text{ mm/Zahn}$

Beim Bohren mit $v_c = 66 \text{ m/min}$ und $f_z = 0.072 \text{ mm/Zahn}$ wurde eine minimale Streuung der Durchmesser der nacheinander bearbeiteten vier Bohrungen der Rollenwagen von $4 \mu\text{m}$ festgestellt. Die optimierten Schnittparameter und der verbesserter Spanbruch gewährleisteten eine Verbesserung der Rauigkeit der Bohrungen bis $Ra = 0.241 \mu\text{m}$, was vom Fig. 11 ersichtlich ist.

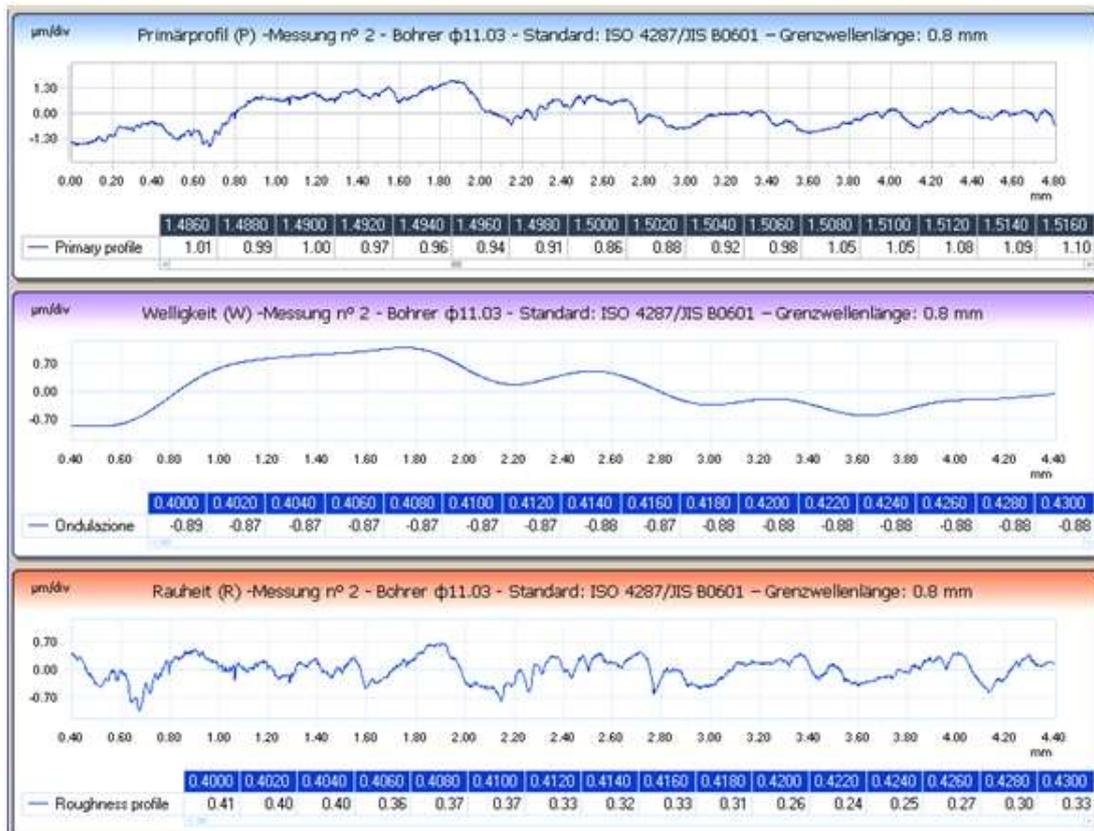


Fig. 11 Versuchsdaten für den Primärprofil, die Welligkeit und die Rauigkeit einer Rücklaufbohrung, die mit Bohrer ø11.03 H7 der Firma Sau bearbeitet ist

Die Versuchsergebnisse mit dem Bohrer der Firma Sau erfüllten die Anforderungen des Auftraggebers in Bezug auf Produktivität, Durchmessergenauigkeit, Form und Rauigkeit der bearbeiteten Rücklaufbohrungen. Die niedrigeren Betriebskosten und die erhöhte Lebensdauer der Werkzeuge sind wegen der optimierten Schnittparameter und der Konstruktion des Bohrers mit noch zwei zusätzlichen Kühlbohrungen erreicht, die verbesserte Spanabführung und Abkühlung der Hauptschneiden gewährleisten.

Zusammenfassung

Bei den durchgeführten Vergleichsversuchen ist die Auswirkung der Geometrie, der Konstruktion und der Schnittparameter beim Bohren mit Werkzeugen der Firmen MK-Tools und Sau auf die Durchmesser- und Formgenauigkeit, auf die Rauigkeit der bearbeiteten Rücklaufbohrungen von Rollenwagen erforscht. Es wurde festgestellt, dass bei der Anwendung von einem Hartmetallbohrer der Firma Sau, mit verbesserter Abkühlung der Hauptschneiden und Spanabführung und bei den optimierten Schnittparameter: $v_c = 66$ m/min und $f_z = 0.072$ mm/Zahn, die Anforderungen des Auftraggebers, Firma Bosch Rexroth an die Genauigkeit der Durchmesser, an die Form und Rauigkeit der Oberflächen bei gleichzeitiger Gewährleistung einer erhöhten Produktivität und niedrigeren Betriebskosten, erfüllt werden.

Literatur

- [1] <http://www.petrov-pm.com>, 13.03.2014
- [2] <http://www.boschrexroth.com>, 13.03.2014
- [3] <http://www.mk-tools-service.de>, 13.03.2014
- [4] Ненков, Н.Г., И.С. Александрова. Технологични системи и процеси в машиностроенето. Габрово, Университетско издателство "Васил Априлов", Габрово, 2006
- [5] <http://www.aberlink.com>, 13.03.2014
- [6] <http://www.tesagroup.com/>, 13.03.2014