

BOHREN DER RÜCKLAUFBOHRUNGEN VON ROLLENWAGEN

Stoev L.*, Popov T.

TU-Sofia, Faculty of Industrial Technology, Department Technology of Machine Tools and Manufacturing

*e-mail: lstoev@abv.bg

În acest articol sunt prezentate rezultatele cercetărilor privind burghierea găurilor de recirculare în căruciori cu role cu două tipuri diferite de instrumente de burghiere. Scopul experimentelor comparative efectuate este efectul de reducere a datelor în timpul burghierii și influența parametrilor geometrici specifici ale instrumentelor asupra dimensiunilor prescrise, formei, preciziei și rugozității găurilor de recirculare a cărucioarelor cu role.

Cuvinte-cheie: birghiere, gaură de recirculare, cărucior cu role.

In this publication the research results during the drilling of the recirculation holes of roller carriages are presented with two different types of drilling tools. The aim of the performed comparative experiments is the effect of cutting data while drilling and the influence of specific geometric parameters of the tools on the prescribed dimensions, shape, accuracy and the roughness the recirculation holes of the roller carriage.

Keywords: drilling, recirculation hole, roller carriage.

EINFÜHRUNG

Die Verwendung von Rollenwagen, Fig. 1 bei den gegenwärtigen Werkzeugmaschinen gewährleistet hohe Genauigkeit der geradlinigen Bewegung der verschiebbaren Baugruppen. Profilteile 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.

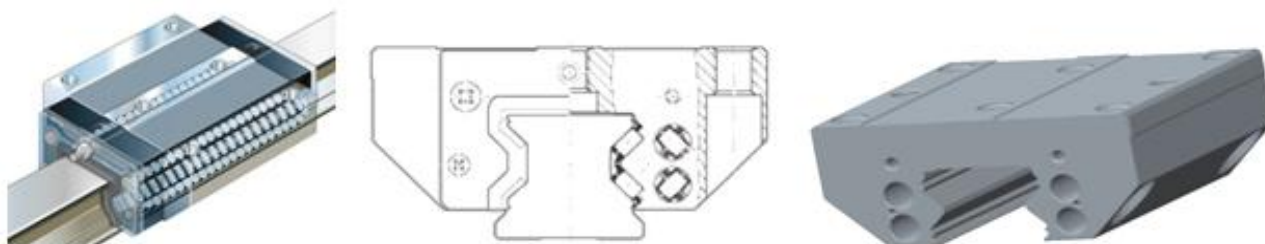


Fig. 1. Rollenwagen mit Rücklaufbohrungen

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 $\phi 11.03$ 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.

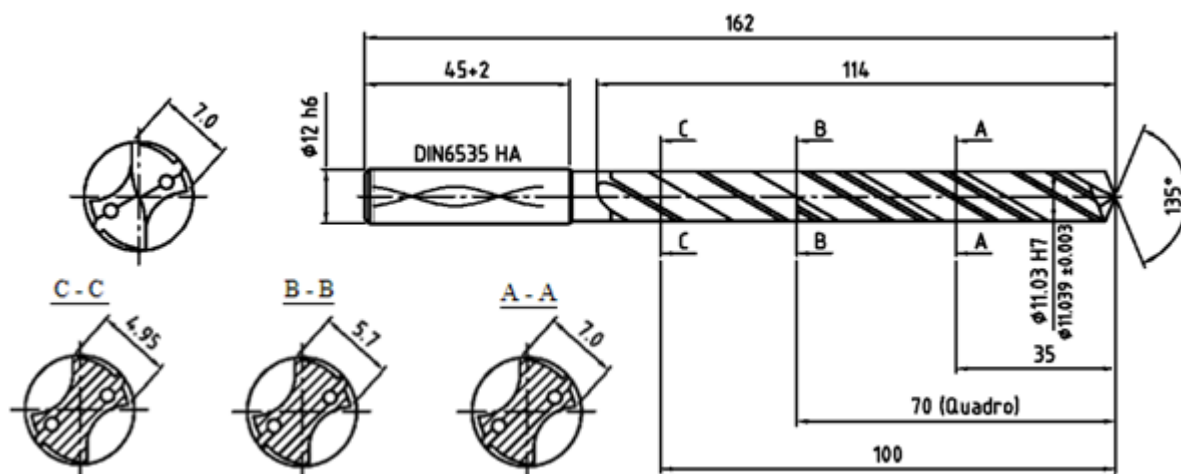


Fig.2 Hartmetallbohrer $\phi 11.03$ H7 mit Innenkühlung der Firma MK-Tools [3]

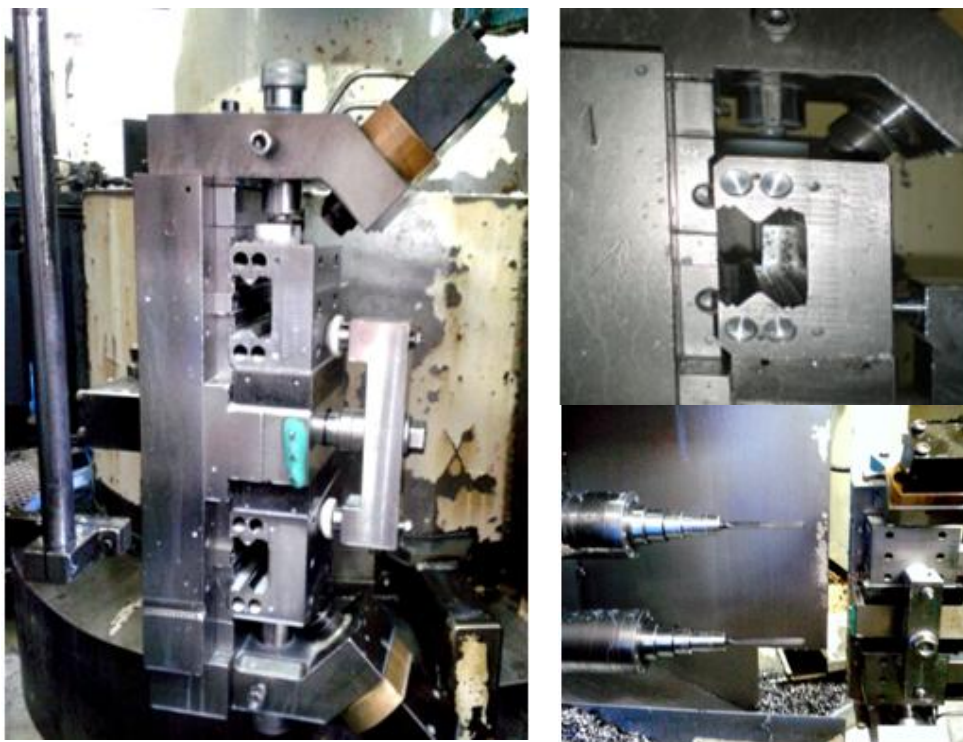


Fig. 3. Gleichzeitige Bearbeitung von zwei Rücklaufbohrungen der Rollenwagen, die in einer Mehrspannvorrichtung aufgespannt sind

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].

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 Rollwagens festgestellt. Die Rundabweichungen jeder Bohrung wurden in 16 gleichmäßig verteilten Punkten in einigen Querschnitten der Bohrungslänge mit Koordinatenmessmaschine Aberlink [5], Fig.4 vermessen.

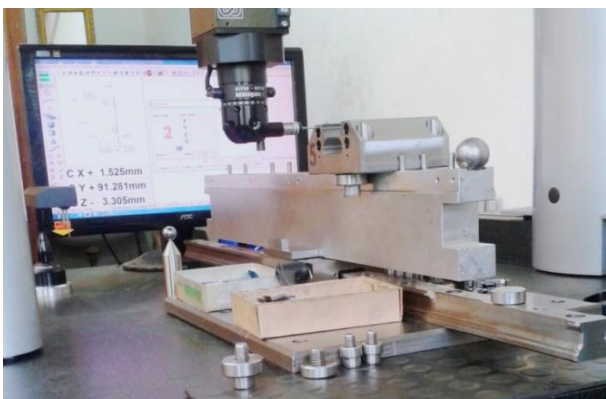


Fig. 4. Vermessung der Genauigkeit der Durchmesser der Rücklaufbohrungen eines Rollwagens mit Koordinatenmessmaschine Aberlink [5]

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: $R_a = 0.769 \mu\text{m}$.

Die Lebensdauer des Bohrers $\varnothing 11.03$ 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.

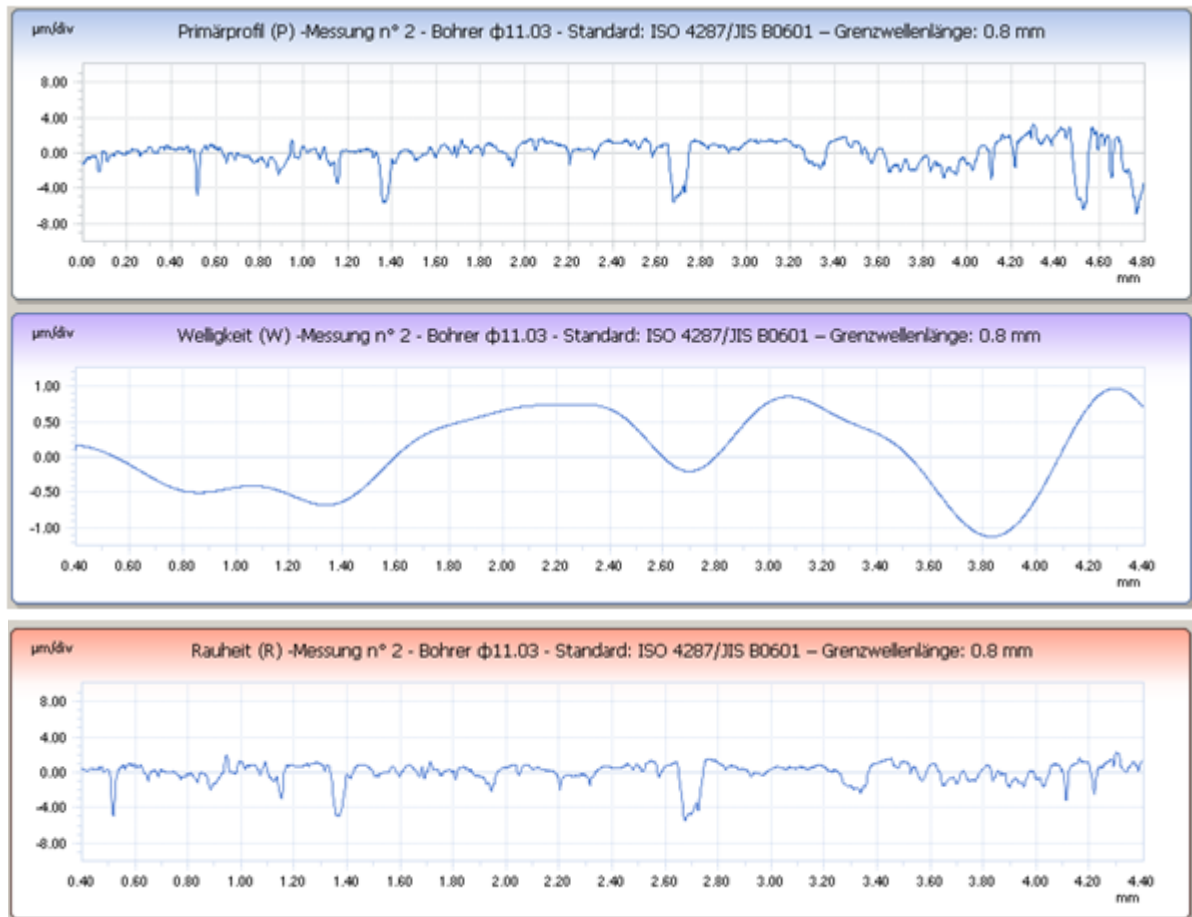


Fig. 5. Versuchsdaten für das Primärprofil, Welligkeit und Rauigkeit einer Rücklaufbohrung, die mit Bohrer $\phi 11.03$ H7 der Firma MK-Tools bearbeitet ist



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

Auf Fig. 7 ist der gleichmäßige Verschleiß der Hauptschneiden des Bohrers $\phi 11.03$ H7 entlang seiner Länge dargestellt,

was ein Nachweis für richtig ermittelte Schnittdaten und passende Schneidbedingungen ist.



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

Bei den nächsten Versuchen wurde die Operation Bohren der Rücklaufbohrungen von Rollenwagen mit einem Hartmetallbohrer $\phi 11.03$ 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.

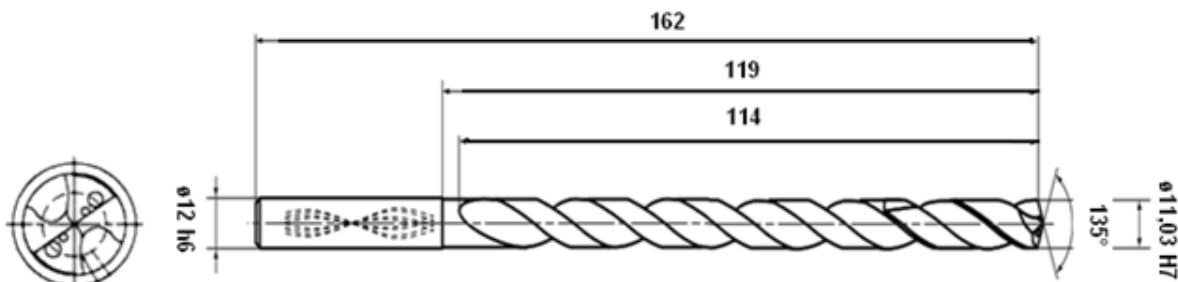


Fig. 8. Hartmetallbohrer mit 4 Kühlbohrungen

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.



$v_c = 73$ m/min, $f_z = 0.052$ mm/Zahn

a)



$v_c = 69$ m/min, $f_z = 0.06$ mm/Zahn

b)

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

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 Abmaßen der dargestellten Späne auf Fig. 9b nachweisen.



Fig. 10. Gleichmäßiger Schneidenschleiß und minimale Abmaßen der Späne beim Bohren mit dem Werkzeug $\phi 11.03H7$ der Firma Sau und bei $v_c = 66$ m/min und $f_z = 0.072$ mm/Zahn

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.

Beim Variieren der Schnittdaten wurde festgestellt, dass die Anforderungen an die Genauigkeit der Durchmesser, an die Form und Rauigkeit der bearbeiteten Rücklaufbohrungen bei $v_c = 66$ m/min und $f_z = 0.072$ mm/Zahn erreicht werden kann.

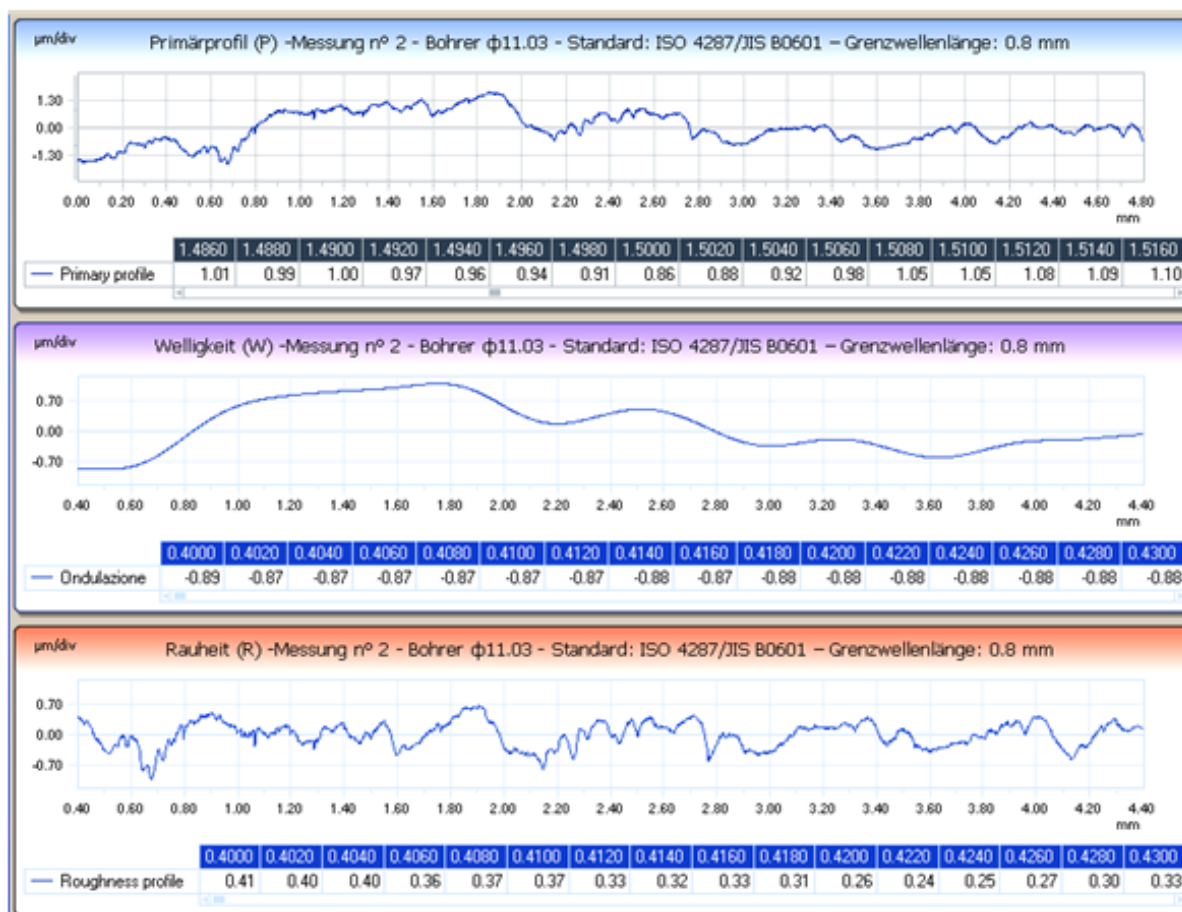


Fig. 11. Versuchsdaten für den Primärprofil, die Welligkeit und die Rauigkeit einer Rücklaufbohrung, die mit Bohrer $\phi 11.03H7$ der Firma Sau bearbeitet ist

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.

Beim Bohren mit $v_c = 66$ m/min und $f_z = 0.072$ mm/Zahn wurde eine minimale Streuung der Durchmesser der nacheinander bearbeiteten vier Bohrungen der Rollenwagen von 4 μ m festgestellt. Die optimierten Schnittparameter und der verbesserter Spanbruch gewährleisten eine Verbesserung der Rauigkeit der Bohrungen bis $R_a = 0.241 \mu$ m, was vom Fig. 11 ersichtlich 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., Александрова И.С.. 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.

Prezentat la redacție la 9 mai 2015