УДК 621.9.015

А.Ю. Горелова, М.Г. Кристаль

ФОРМИРОВАНИЕ ПОГРЕШНОСТЕЙ ОБРАБОТКИ ОТВЕРСТИЙ ГИЛЬЗ ГИДРОЦИЛИНДРОВ КАК ПРОЯВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ ПОГРЕШНОСТЕЙ ЗАГОТОВКИ

Аннотация. Предложена математическая модель формирования огранки как проявления технологической наследственности отклонения от прямолинейности оси отверстия заготовки. На основании расчетов, проведенных по предложенной математической модели, установлено, что именно величина Δ определяет процесс формирования огранки. Увеличение отклонения Δ приводит к росту амплитуды колебаний результирующего момента сил M_o, действующего в центре масс расточной головки, что и является причиной возникновения поперечных колебаний инструмента. От величины отклонения Δ оси заготовки зависит также степень *m* огранки (количество граней) и величина *H* отклонения профиля сечения отверстия от круглости. Теоретические положения подтверждены методом компьютерного моделирования процесса формообразования при чистовом растачивании глубокого отверстия гильзы гидроцилиндра телескопирования стрелы автокрана. Предложена модернизированная конструкция расточной головки, оснащенной направляющими шпонками, выполненными с галтелью в продольном сечении. При этом радиус галтели предложено назначать, исходя из длины *e* направляющей шпонки и величины Δ отклонения от прямолинейности оси отверстия заготовки, по соотношению $r = e^2/\Delta$.

Ключевые слова: огранка отверстия, погрешности при растачивании, компьютерное моделирование растачивания, математическая модель растачивания.

DOI: 10.25018/0236-1493-2018-7-0-108-115

Введение

В состав горнодобывающего комплекса входят механизмы, содержащие гидроцилиндры. Большую их долю составляют силовые гидроцилиндры, которые используют в механизированных шахтных крепях и подъемных механизмах. Качество обработки гильз этих гидроцилиндров определяет распределение силовых нагрузок и герметичность изделия, а значит, обеспечивает безопасность их эксплуатации [6].

Заготовкой гильзы гидроцилиндра является длинномерная нежесткая труба, которую обрабатывают методом растачивания на специализированных глубокорасточных станках, с использованием расточного инструмента. Наиболее распространенной схемой обработки глубоких отверстий в подобных заготовках является растачивание невращающимся инструментом, обладающим движением подачи, вращающейся заготовки, закрепленной в роликовых люнетах.

Обработка глубоких отверстий сопровождается возникновением характерных погрешностей: огранки поперечного сечения; уводом и отклонением от прямолинейности оси продольного сечения глубокого отверстия. В качестве

ISSN 0236-1493. Горный информационно-аналитический бюллетень. 2018. № 7. С. 108–115.
© А.Ю. Горелова, М.Г. Кристаль. 2018.

основной причины возникновения указанных погрешностей выделяют вибрации технологической системы, негативно влияющие на процесс формообразования глубокого отверстия [2, 4, 5, 7, 11, 12, 13].

Известные технологические приемы и разработанные расточные головки, оснащенные виброгасителями, способствуют снижению общего уровня вибраций контактной пары «инструмент-заготовка», однако этого в некоторых случаях недостаточно для обеспечения высокой точности обработки отверстия [1, 3, 10, 11, 12, 14, 15, 16].

Теоретическим исследованиям в области повышения точности производства изделий, содержащих глубокие отверстия посвящены работы отечественных ученых Ф.С. Сабирова., И.Б. Шендерова, Ю.Ф. Набатникова, Н.Ф. Уткина, А.И. Ушакова и др. Разработанные математические модели процесса формообразования погрешностей при обработке глубоких отверстий [7, 8, 9] дают достаточно общее представление о механизмах возникновения огранки, что не позволяет определить пути ее снижения при растачивании гильз гидроцилиндров.

Описанные теоретические и практические методы повышения точности позволяют минимизировать погрешности, возникающие при обработке глубоких отверстий, однако не учитывают влияние погрешностей заготовки на механизм их формирования.

Актуальной задачей является разработка математической модели формирования огранки при обработке глубоких отверстий с учетом влияния погрешностей заготовки и разработка методов повышения точности растачивания на ее основе.

Теоретические основы

Наличие отклонения от прямолинейности оси заготовки приводит к тому, что направляющие шпонки расточной головки испытывают различную силу поджатия, а ввиду призматической формы продольного профиля шпонки контактируют с обрабатываемой поверхностью по одной из двух вершин призмы (рис. 1). За один оборот заготовки дважды возникает момент обращения в нуль пары сил поджатия оппозитно расположенных направляющих шпонок. При этом результирующий момент сил (рис. 2), приведенный к центру масс расточной головки, изменяет знак на противоположный. Частота этого скачкообразного изменения момента равна удвоенной частоте вращения заготовки. Это периодическое ступенчатое изме-

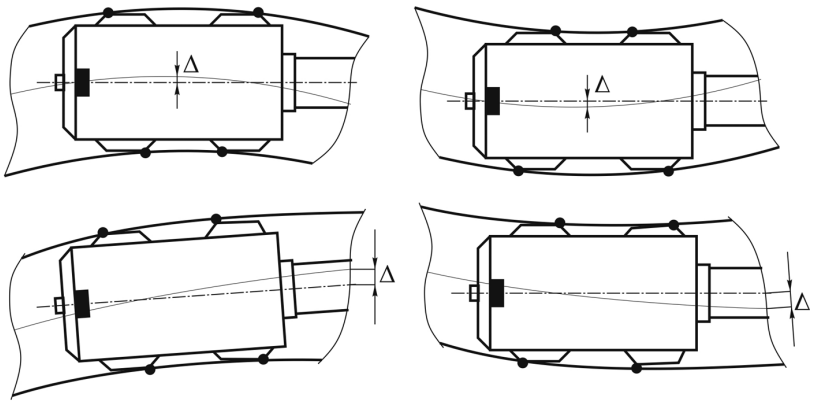


Рис. 1. Точки контакта направляющих шпонок с поверхностью заготовки
Fig. 1. Guiding keys and workpiece surface contact points

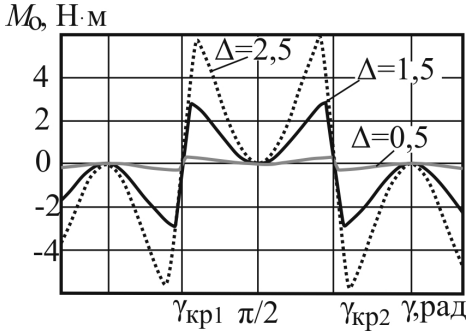


Рис. 2. Изменение результирующего момента сил, действующего в центре масс расточной головки по мере вращения заготовки
Fig. 2. Changes of the resulting moment of force, applied to the mass center of the boring bar, as a function of workpiece revolutions

нение результирующего момента сил может быть представлено в виде набора n гармоник, с частотами, кратными удвоенной частоте вращения заготовки.

Среди описанных частот могут присутствовать близкие к частоте собственных колебаний расточной головки, что приведет к резонансу на частоте каждой из этих гармоник, поперечным колебаниям инструмента и огранке поперечного профиля глубокого отверстия.

Математическая модель формирования огранки поперечного сечения глубокого отверстия

Уравнение движения расточной головки может быть записано в виде:

$$J\ddot{\varphi}(t) + M_F\varphi(t) + k_д\dot{\varphi}(t) = f(\gamma_{кр}) \quad , \quad (1)$$

где J — момент инерции расточной головки; $\varphi(t)$ — отклонение оси расточной головки от заданного положения в текущий момент времен t; M_F — момент силы упругого подвеса направляющих шпонок относительно центра масс расточной головки; $k_д$ — коэффициент демпфирования; $f(\gamma_{кр})$ — результирующий момент сил, действующих на расточную головку в момент поворота заготовки на угол $\gamma_{кр}$.

Момент силы упругого подвеса направляющих шпонок может быть получен из выражения:

$$M_F = l_м \cdot \frac{4Es}{(1-\mu^2)YD_1^2} \cdot$$

$$\cdot\left[\left(s_{max}n - s\right)\left(s_{max}n - \frac{s}{2}\right)t_1 + t_1^3\right]$$

где $l_м$ — расстояние от плоскости расположения пакета пружин до направляющей шпонки; E — модуль упругости; s — текущая деформация пакета пружин; μ — коэффициент Пуассона; Y — коэффициент, зависящий от типоразмера пружины; D_1 — наружный диаметр пружины; s_{max} — максимальная деформация пружины; s — рабочая деформация пружины; n — количество пружин в пакете; t_1 — толщина пружины.

Величину текущей деформации пакета пружин определяют исходя из отклонения Δ от прямолинейности оси отверстия заготовки по выражению:

$$s = \Delta\cos(\gamma + \beta)$$

где γ — текущий угол поворота заготовки; β — угловое положение плоскости, в которой находятся рассматриваемые направляющие шпонки.

Скачкообразное изменение момента сил определено как:

$$f(\gamma) = -M_0 \cdot \frac{\gamma - \gamma_{kp}}{|\gamma - \gamma_{kp}|}, \quad (2)$$

где M_0 — результирующий момент сил, действующих на расточную головку, $\gamma = \omega t$ — текущий угол поворота заготовки при удвоенной заданной скорости вращения заготовки, $\gamma_{кр}$ — значение угла поворота заготовки, при котором величина M_0 меняет знак.

Ступенчатый характер функции $f(\gamma)$ представим в виде тригонометрического ряда Фурье вида:

$$f(\gamma) = \frac{1}{2}a_0 + b_1\sin(\gamma) +$$

$$+b_2\sin(2\gamma) + b_k\sin(k\gamma) + \ldots + b_n\sin(n\gamma)$$

В соответствии с обозначениями:
$\omega_0 = \sqrt{c / J}$ — частота собственных колебаний расточной головки,
$h_0 = a_0 / J$, $H_0 = b_k / J$, $\xi = k_д / J$
уравнение (1) принимает вид:

$$\ddot{\varphi}(t) + \omega_0^2 \varphi(t) + \xi\dot{\varphi}(t) = \frac{1}{2}h_0 + \sum_{k=1}^{n} H_0 \cdot \sin(k\gamma) \qquad (3)$$

Частное решение уравнения (3) имеет вид:

$$\frac{1}{2}h_0 + \sum_{k=1}^{n} \frac{H_0}{\omega_0{}^2 - k^2\omega^2} \cdot \sin(k\omega t)$$

При этом частота $\mu = k \cdot \omega$ и амплитуда $A = H_0(\omega_0{}^2 - k^2\omega^2)^{-1}$ колебаний определяют величину *H* и степень *m* огранки поперечного сечения глубокого отверстия в текущем сечении следующим образом [7]:

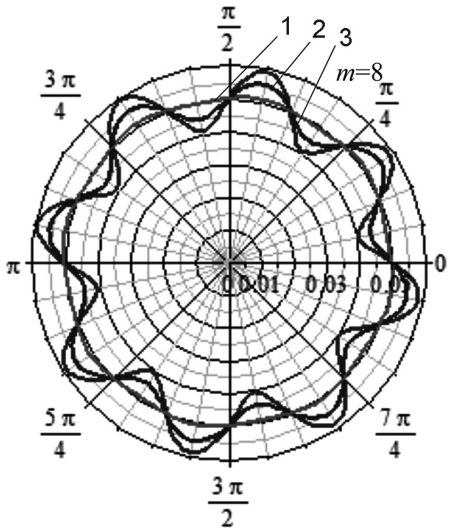
$$H = A\sin(k\gamma + \Theta)$$

где *k* — отношение частоты поперечных колебаний $k\omega$ расточной головки к частоте вращения заготовки ω; γ — угол поворота заготовки; Θ — сдвиг фазы колебаний. Окончательно величина *H* равна:

$$H = \frac{JM_0 \sin(\gamma_{kp} \cdot k)\sin(k)}{\omega^2(k_\omega^2 - k^2)} \qquad (4)$$

На основании расчетов, проведенных по предложенной математической модели, установлено, что увеличение величины Δ отклонения от прямолинейности оси заготовки приводит к росту амплитуды «скачка» изменения результирующего момента сил M_0, что расширяет диапазон содержащихся в нем гармоник, на частоте одной из которых происходят резонансные явления колебаний инструментальной головки, приводящие к появлению огранки. Установлено, что от величины Δ зависит величина *H* и степень *m* огранки глубокого отверстия (рис. 3).

Для минимизации погрешности огранки отверстия предложено в продольном сечении призматических направляющих шпонок расточной головки сформировать галтель. Это позволит избежать скачкообразного изменения величины момента сил M_0, приводящего к возникновению огранки поперечного профиля отверстия.



1 Δ=0,2 мм *H*=0,009 мм 2 Δ=1,5 мм *H*=0,015 мм
3 Δ=2,5 мм *H*=0,025 мм

Рис. 3. Величина H огранки глубокого отверстия при некоторых значениях отклонения от прямолинейности оси заготовки
Fig. 3. Faceting pattern value H for some hole's axis straightness error values

Методика проведения экспериментов

Эксперимент выполнен на основе компьютерного моделирования процесса растачивания. Твердотельная компьютерная модель расточной головки (рис. 4) состоит из корпуса *1*, в котором установлены планки *2* с направляющими шпонками *3* и резцовый блок *4*. Направляющие шпонки *3* выполнены в двух видах: призматическими, согласно известной конструкции; и имеющими галтель в продольном сечении. Заготовка *5* имеет отклонение от прямолинейности Δ, варьируемое в диапазоне $\Delta \subset [1...2, 5]$ мм, длина составляет 7000 мм, требуемый диаметр обработки *D* = 127 мм, толщи-

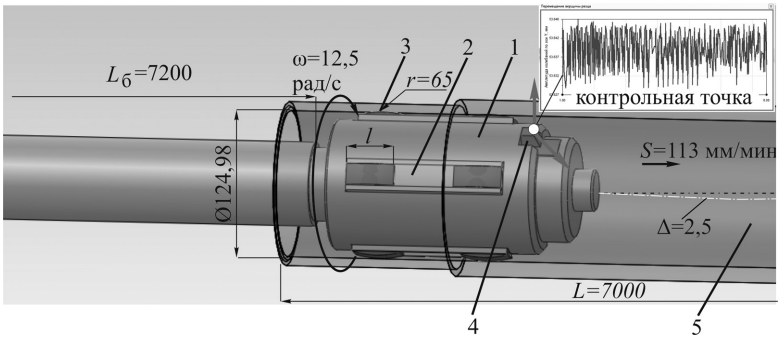


Рис. 4. Постановка задачи компьютерного моделирования процесса растачивания
Fig. 4. Boring process computer modeling: problem definition

на стенок 14 мм. Заготовка, расточная головка и борштанга расположены на одной оси. Все направляющие шпонки и вершины каждого из резцов контактируют с внутренней поверхностью заготовки и расположены внутри заходного отверстия.

Борштанга оснащена элементом «линейный двигатель» скорость которого соответствует величине подачи инструмента S = 113 мм/мин, заготовка оснащена элементом «двигатель вращения», скорость которого соответствует скорости вращения заготовки n = 125 об/мин. На вершине каждого резца фиксировалась контрольная точка (рис. 4), перемещение которой в двух плоскостях регистрировалось на протяжении прохождения длины растачиваемого отверстия и отображались на экране программы. Значения перемещения вершин резцов автоматически экспортировались в Excel, где производилась их обработка. Для оценки величины огранки глубокого отверстия в Excel определялась максимальная амплитуда A колебаний резцов, как половина разницы максимального значения перемещения и минимального, и частота колебаний вершины резца, как частота гармоники с максимальной

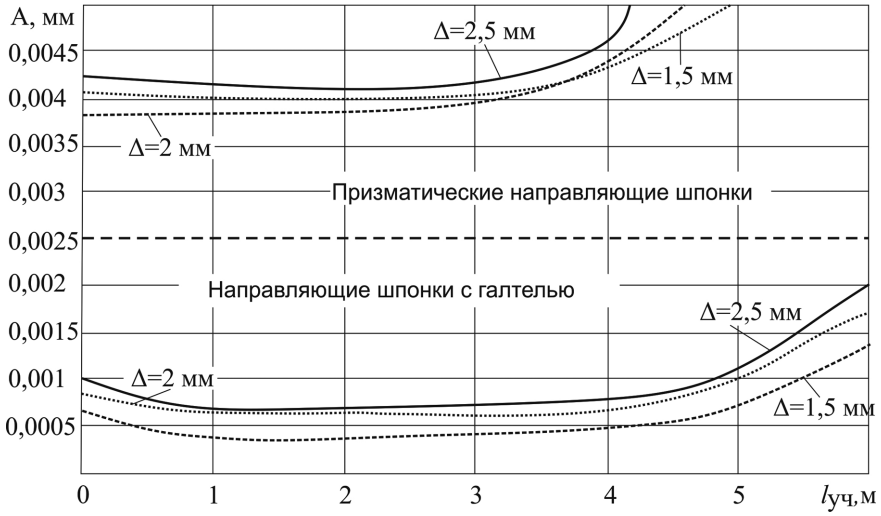


Рис. 5. Амплитуда колебаний расточной головки с различной формой направляющих шпонок
Fig. 5. Boring head oscillations magnitude with respect to the shape of the guiding key

амплитудой по полученным графикам колебаний в обеих плоскостях. Это дало возможность по известной формуле [7] определить величину H отклонения профиля сечения отверстия от круглости и степень огранки m глубокого отверстия.

Выводы и результаты

При моделировании процесса чистового растачивания отверстия заготовки длиной L = 7000 мм, диаметром D = = 127 мм с различным отклонением оси от прямолинейности $\Delta \subset [1...2, 5]$ мм расточным инструментом с призматической формой продольного профиля направляющей шпонки и формой, при которой направляющая шпонка имеет галтель радиуса r, установлено, что амплитуда колебаний расточной головки, оснащенной шпонками с галтелью, на порядок ниже амплитуды, полученной при моделировании обработки с призматическими шпонками без указанной галтели (рис. 5). При этом минимальное значение H отклонения профиля отверстия от круглости достигается при радиусе галтели r = 70 мм для данных параметров моделирования.

Определены оптимальные параметры: жесткости упругих подвесов, длины и радиуса r галтели направляющих шпонок, обеспечивающие минимальную амплитуду колебаний модели расточного инструмента для обработки описанной заготовки и связанные с этим параметры огранки. Они составили: $c_0 \subset$ $\subset [930...1430]$ Н/мм; $e \subset [44...48]$ мм; $r \subset [65...75]$ мм.

Результаты компьютерного моделирования процесса растачивания глубокого отверстия подтверждают адекватность предложенной математической модели, так как экспериментальные данные имеют сравнительно небольшой разброс относительно теоретических.

Предложен расчет радиуса галтели направляющей шпонки исходя из ее длины e и величины Δ отклонения от прямолинейности оси отверстия заготовки: $r = e^2/\Delta$, позволяющий снизить погрешность обработки глубокого отверстия гильзы гидроцилиндра.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Горелова А. Ю., Кристаль М. Г.* Инструмент для обработки гильз гидростоек, оснащенный стабилизатором // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2015. — № 9. — С. 131—135.

2. *Горелова А. Ю., Кристаль М. Г.* Инструмент для обработки глубоких отверстий // Обработка металлов (технология, оборудование, инструмента). — 2015. — № 3. — С. 75—81.

3. *Кирсанов С. В. и др.* Обработка глубоких отверстий в машиностроении: справочник. — М.: Машиностроение, 2010. — 344 с.

4. *Козочкин М. П., Сабиров Ф. С., Порватов А. Н., Боган А. Н.* Вибрационный контроль технологического оборудования в производстве // Вестник МГТУ «Станкин». — 2012. — № 4. — С. 8—14.

5. *Минков М. А.* Технология изготовления глубоких точных отверстий. — М., Л.: Машиностроение, 1968. — 183 с.

6. *Набатников Ю. Ф.* Повышение точности изготовления силовых гидроцилиндров механизированных крепей путем совершенствования технологического процесса сборки: Дисс. ... докт. техн. наук. — М., 2012. — 262 с.

7. *Уткин Н. Ф., Кижняев Ю. Н., Плужников С. К., Шаманин А. А., Дроздов Ф. М., Немцев Б. А., Бычков Н. А., Борзов В. Ф.* Обработка глубоких отверстий. — Л.: Машиностроение, 1988. — 269 с.

8. *Ушаков А. И.* Динамические процессы при обработке глубоких отверстий: дис. канд. техн. наук. — М., 1974. — 177 с.

9. *Шендеров И. Б.* Управление качеством при растачивании глубоких отверстий в интерактивном технологическом процессе изготовления трубных заготовок // Вестник ИжГТУ имени М.Т. Калашникова. — 2012. — № 1. — С. 30—33.

10. *Deqing M, Tianrong K, Albert J.S, Zichen C.* Magnetorheological fluid-controlled boring bar for chatter suppression // Journal of Materials Processing Technology. 2009. P. 1861—1870.
11. *Lu X, Chen F, Altintas Y.* Magnetic actuator for active damping of boring bars // Annals of the CIRP. 2014. P. 369—372.
12. *Matsubara A, Maeda M, Yamaji I.* Vibration suppression of boring bar by piezoelectric actuators and LR circuit // CIRP Annals—Manufacturing Technology. 2014. P. 373—376.
13. *Munoa J., Beudaert X., Dombovari Z., Altintas Y., Budak E., Brecher C., Stepan G.* Chatter suppression techniques in metal cutting // CIRP Annals — Manufacturing Technology. 2016. P. 785—808.
14. *Горелова А.Ю., Плешаков А.А., Кристаль М.Г.* Патент 152126 РФ МПК B23B29/00. Резцедержатель, демпфирующий вибрации. Опубл. 10.05.2015. Бюл. № 13.
15. *Михик П.* Патент 2365471 РФ МПК B23B29/00. Резцедержатель, демпфирующий вибрации. Опубл. 27.08.2009. Бюл. № 24.
16. *Bernd Aschenbach* Patent DE 102004024170 A1 Int. Cl. B23C 9/00, B23B 29/12. Die folgenden Andaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen. 01.12.2005. ГИАБ

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Горелова Ася Юрьевна[1] — аспирант, e-mail: forasyoo@gmail.com,
Кристаль Марк Григорьевич[1] — доктор технических наук, профессор,
e-mail: crysmar@mail.ru,
[1] Волгоградский государственный технический университет.

ISSN 0236-1493. Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'. 2018. No. 7, pp. 108–115.

Formation of working errors in making holes of hydraulic cylinder barrels as the technologically hereditary characteristic of work piece manufacturing error

Gorelova A.Yu.[1], Graduate Student, e-mail: forasyoo@gmail.com,
Kristal M.G.[1], Doctor of Technical Sciences, Professor, e-mail: crysmar@mail.ru,
[1] Volgograd State Technical University, 400005, Volgograd, Russia.

Abstract. The common cause of errors in long hole boring is different nature vibrations. The known methods and technological approaches aimed to reduce vibrations in a manufacturing system are insufficiently effective in modification of vibration parameters during boring. The current mathematical models of errors in long hole boring allows finding relations of some process parameters which ensure the most favorable conditions of work, while the models of facet pattern formation are empirical, which limits their applicability. The authors propose a mathematical model of the facet pattern formation as the event of technologically inherited nonstraightness Δ of the work piece hole axis. The calculations based on the proposed mathematical model yield that the value of Δ governs the process of facet pattern formation. An increase in Δ results in the higher amplitude fluctuation of the force moment M_0 in the center of masses of the boring head, which causes transverse vibrations of the tool. The value of the work piece axis nonstraightness Δ also conditions the facet pattern degree m (number of facets) and the value of circularity deviation H of the hole area profile. The theory is confirmed by the computer-aided modeling of fine boring of long hole in a barrel of the extendible autocrane beam cylinder. It is suggested to modernize the boring head design by equipping it with the guide keys with longitudinal astragal molding. The radius of the molding is to be set based on the length e of the guide key and the nonstraightness Δ of the work piece hole axis from the relation: $r = e^2/\Delta$.

Key words: facet pattern in hole, boring errors, computer-aided modeling of boring, mathematical model of boring.

DOI: 10.25018/0236-1493-2018-7-0-108-115

REFERENCES

1. Gorelova A. Yu., Kristal' M. G. Instrument dlya obrabotki gil'z gidrostoek, osnashchennyy stabilizatorom [Hole making tool equipped with a stabilizer for hydraulic cylinder barrels]. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. 2015, no 9, pp. 131—135. [In Russ].

2. Gorelova A.Yu., Kristal' M.G. Instrument dlya obrabotki glubokikh otverstiy [Long hole making tool]. *Obrabotka metallov (tekhnologiya, oborudovanie, instrumenta)*. 2015, no 3, pp. 75—81. [In Russ].

3. Kirsanov S.V. *Obrabotka glubokikh otverstiy v mashinostroenii*: spravochnik [Long hole making in machine building: Handbook], Moscow, Mashinostroenie, 2010, 344 p.

4. Kozochkin M.P., Sabirov F.S., Porvatov A.N., Bogan A.N. Vibratsionnyy kontrol' tekhnologicheskogo oborudovaniya v proizvodstve [Vibration control of process equipment in industry]. *Vestnik MGTU «Stankin»*. 2012, no 4, pp. 8—14. [In Russ].

5. Minkov M.A. *Tekhnologiya izgotovleniya glubokikh tochnykh otverstiy* [Technology of accurate long hole making], Moscow, Leningrad, Mashinostroenie, 1968, 183 p.

6. Nabatnikov Yu.F. *Povyshenie tochnosti izgotovleniya silovykh gidrotsilindrov mekhanizirovannykh krepey putem sovershenstvovaniya tekhnologicheskogo protsessa sborki* [Enhancement of manufacturing accuracy of powered support booster jacks by the assembly process improvement], Doctor's thesis, Moscow, 2012, 262 p.

7. Utkin N.F., Kizhnyaev Yu.N., Pluzhnikov S.K., Shamanin A.A., Drozdov F.M., Nemtsev B.A., Bychkov N.A., Borzov V.F. *Obrabotka glubokikh otverstiy* [Long hole making operations], Leningrad, Mashinostroenie, 1988, 269 p.

8. Ushakov A.I. *Dinamicheskie protsessy pri obrabotke glubokikh otverstiy* [Dynamic processes in long hole making operations], Candidate's thesis, Moscow, 1974, 177 p.

9. Shenderov I.B. Upravlenie kachestvom pri rastachivanii glubokikh otverstiy v interaktivnom tekhnologicheskom protsesse izgotovleniya trubnykh zagotovok [Quality control in long hole making operations in interactive process of manufacturing of tube shells]. *Vestnik IzhGTU imeni M.T. Kalashnikova*. 2012, no 1, pp. 30—33. [In Russ].

10. Deqing M, Tianrong K, Albert J.S, Zichen C. Magnetorheological fluid-controlled boring bar for chatter suppression. *Journal of Materials Processing Technology*. 2009. P. 1861—1870.

11. Lu X, Chen F, Altintas Y. Magnetic actuator for active damping of boring bars. *Annals of the CIRP*. 2014. Pp. 369—372.

12. Matsubara A, Maeda M, Yamaji I. Vibration suppression of boring bar by piezoelectric actuators and LR circuit. *CIRP Annals—Manufacturing Technology*. 2014. Pp. 373—376.

13. Munoa J., Beudaert X., Dombovari Z., Altintas Y., Budak E., Brecher C., Stepan G. Chatter suppression techniques in metal cutting. *CIRP Annals Manufacturing Technology*. 2016. Pp. 785—808.

14. Gorelova A.Yu., Pleshakov A.A., Kristal' M.G. *Patent RU152126 MPK B23B29/00*, 10.05.2015.

15. Mikhik P. *Patent RU2365471 MPK B23B29/00*, 27.08.2009.

16. Bernd Aschenbach *Patent DE 102004024170 A1 Int. Cl. B23C 9/00, B23B 29/12*. Die folgenden Andaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen. 01.12.2005.

РУКОПИСИ, ДЕПОНИРОВАННЫЕ В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ «ГОРНАЯ КНИГА»

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭКОНОМИЧНЫХ ПРИВОДОВ ГОРНЫХ МАШИН

(№ 1133/07-18, 1134/07-18 от 21.05.2018 г.; 6 с.)

Слободняк Т.М. — кандидат технических наук, доцент, НИТУ «МИСиС»,
Никитина О.А. — кандидат технических наук, доцент,
Магнитогорский государственный технический университет им Г.И. Носова.

Рассмотрено проектирование экономичных приводов горных машин. С этой целью проведена оценка экономической составляющей нескольких вариантов приводов, используемых в горной технике.

Ключевые слова: привод, трансмиссия, горные машины, редуктор, клиноременная передача, плоскоременная передача, планетарная передача.

ECONOMIC DRIVES FOR MINING MACHINESDESIGN

Slobodnyak T.M., Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor,
National University of Science and Technology «MISiS», 119049, Moscow, Russia,
Nikitina O.A., Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor,
Magnitogorsk State Technical University named after G.I. Nosov, 455000, Magnitogorsk, Russia.

The design of economical drives of mining machines is considered. To this end, the economic component of several variants of drives used in mining equipment was evaluated.

Key words: drive, transmission, mining machinery, reducer, V-belt drive, ploskorelefnoj transmission, a planetary gear set.