

УДК 622.23.054

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНОГО ЧИСЛА РЕЗЦОВ В ЛИНИЯХ РЕЗАНИЯ БАРАБАННЫХ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ ОРГАНОВ ГЕОХОДОВ

## DETERMINATION OF THE RATIONAL NUMBER OF PICKS IN THE CUTTING LINES OF GEOKHOD'S CUTTING DRUM

**Хорешок Алексей Алексеевич,**

доктор техн. наук, директор горного института, e-mail: haa.omit@kuzstu.ru

**Khoreshok Aleksei A.,** Dr. Sc., Director of Mining Institute

**Ананьев Кирилл Алексеевич,**

кандидат техн. наук, доцент, e-mail: oneflow@yandex.ru

**Ananiev Kirill A.,** C. Sc. (Engineering), Associate professor

**Ермаков Александр Николаевич,**

кандидат техн. наук, научный сотрудник, e-mail: cnnb@yandex.ru

**Ermakov Aleksander N.,** C. Sc. (Engineering), researcher

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 650000, Россия,  
г. Кемерово, ул. Весенняя, 28

T. F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, 28, Vesennyaya st., Kemerovo, 650000, Russia

**Аннотация.** Особенность работы геохода с барабанным исполнительным органом приводит к неравенству скоростей подачи рабочего инструмента на забой. По этой причине число резцов не может быть одинаковым во всех линиях резания, а будет расти по мере удаления линии резания от центра геохода к периферии. Вариативность возможных решений с различным числом резцов (схемных решений) приводит к задаче определения рационального числа резцов в линиях резания на барабанных исполнительных органах геоходов. Определение рационального числа резцов основано на сопоставлении ряда конструктивных и кинематических параметров для различных схемных решений, среди которых выявлены параметры, оказывающие наибольшее влияние на выбор рационального решения.

**Abstract.** Operation of the geokhod with cutting drum is such that it leads to unequal speed of the cutter feed to the face. For this reason, the number of picks cannot be the same in all cutting lines, and it will grow with the increase in the distance of cutting line from the centre of geokhod to the periphery. The variability of possible solutions with different numbers of picks leads to the task of determining the rational number of picks in the cutting lines on the geokhod cutting drums. The determination of a rational number of picks is based on the comparison of structural and kinematic parameters for the various variants, which include identified parameters having the greatest influence on the selection of a rational solution.

**Ключевые слова:** геоход, барабанный исполнительный орган, резцы, линии резания.

**Keywords:** geokhod, cutting drum, picks, cutting lines.

Исследования последних лет, направленные на поиск путей снижения стоимости и интенсификации проведения горных выработок различного назначения, привели к разработке и созданию опытного образца геохода (нового класса горных машин) [1-4], оснащенного барабанным исполнительным органом (ИО) [5-7].

Своеобразный характер перемещения геохода [8] обуславливает особенность подачи ИО на забой. В отличие от режущих барабанов (шнеков) очистных и проходческо-очистных комбайнов непрерывного действия [9], при работе барабанного ИО скорость подачи разрушающего инструмента, установленного на барабанах в различных линиях резания, различается – при удалении линии

резания от центра геохода к периферии (рис. 1) скорость подачи возрастает:

$$V_{Пj} = n_r \sqrt{h_b^2 + (\pi r_j)^2},$$

где  $n_r$  – частота вращения головной секции геохода;  $h_b$  – шаг винтовой лопасти внешнего движителя;  $r_j$  – радиус положения  $j$ -ой линии резания на барабане относительно центра геохода.

Это приводит к неравномерности толщин снимаемых стружек в различных линиях резания. Так, для опытного образца геохода с параметрами, приведенными в табл. 1, скорость подачи инструмента меняется более чем в четыре раза по длине барабана  $l_6$ . Так же будут изменяться и толщины стружек в линиях резания.

На толщину стружки кроме скорости подачи влияют частота вращения барабана и число резцов в линии резания. Ввиду уже описанных обстоятельств, связанных с неравенством подачи ИО, число резцов не может быть одинаковым во всех линиях резания, а барабан будет разделен на зоны с различным числом резцов. Пример варианта схемы набора резцов на барабане с числом резцов в различных линиях резания от одного до трех представлен на рис. 2.

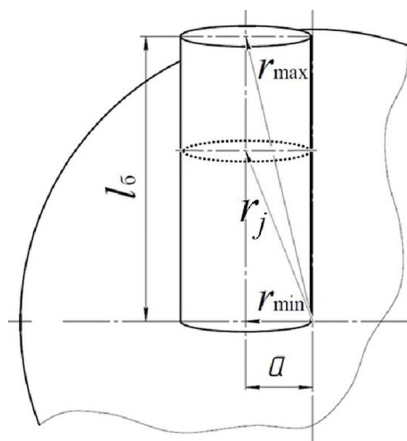


Рис. 1. Положения линий резания на барабане

Вариативность возможных решений схем набора инструмента определяет задачу исследования: определение рационального числа резцов в линиях резания на барабанном ИО опытного образца геолода с параметрами, представленными в табл. 1.

Решение поставленной задачи предполагает: 1) наличие вариантов схем с различным числом резцов в линиях резания (далее схемных решений); 2) выбор критериев оценки схемных решений; 3) анализ схемных решений.

В рамках данных исследований рассмотрены варианты с двумя, тремя, четырьмя и пятью резцами в периферийной линии резания.

Поиск рационального варианта основан на сравнении таких рабочих параметров ИО, как суммарный путь резания  $L_c$  (или удельный расход инструмента), средние толщины стружек  $h_{cp}$ , удельная энергоёмкость разрушения забоя  $H_w$  и суммарное число резцов на барабане  $z_p$ .

Исходя из того, что условия резания для каждого схемного решения будут схожими, считаем удельную энергоёмкость разрушения забоя одинаковой для любого из рассматриваемых вариантов.

Суммарный путь резания  $L_c$  определяется сложением путей резания каждого  $i$ -го резца. Путь

Таблица 1. Параметры опытного образца геолода

Параметр	Значение
Диаметр геолода по внешней оболочке, $D_r$ , м	3,2
Шаг винтовой лопасти внешнего движителя, $h_b$ , м	0,8
Смещение оси барабана относительно оси геолода $a$ , м	0,35
Максимальная частота вращения головной секции геолода $n_r$ , об/час	6
Угол наклона барабана к плоскости забоя $\beta_b$ , град	12
Диаметр барабана по резцам $d_b$ , м	0,667
Длина барабана $l_b$ , м	1,51

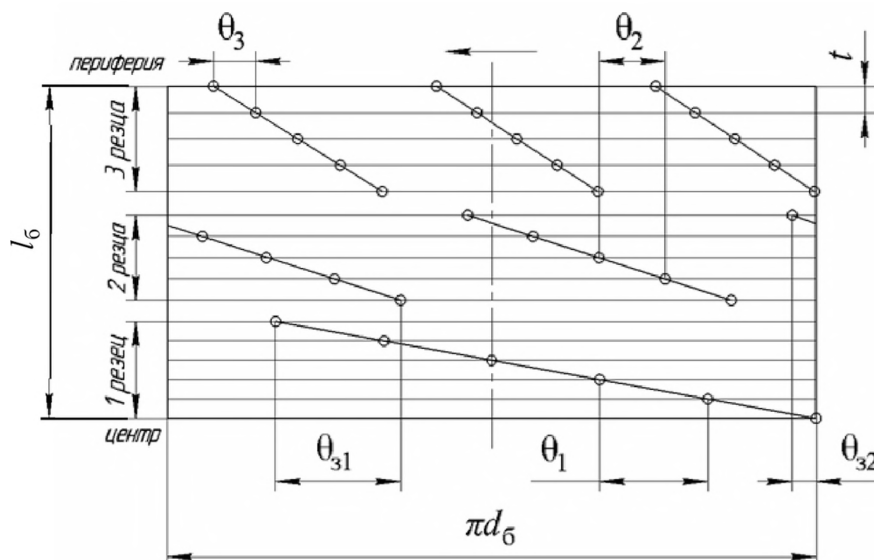


Рис. 2. Схема изменения числа резцов по зонам барабана:  $t$  – расстояние между линиями резания;  $\theta_1, \theta_2, \theta_3$  – угловые расстояния между соседними резцами для зон с одним, двумя и тремя резцами в линии резания;  $\theta_{31}, \theta_{32}$  – угловые расстояния между крайними резцами в соседних зонах

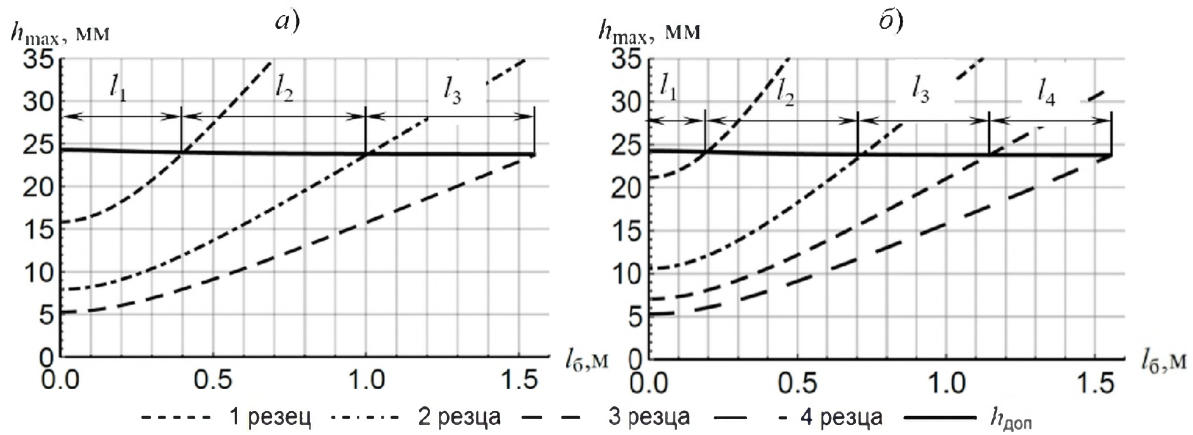


Рис. 3. Зависимость максимальной толщины стружки от положения линии резания на барабане для трех резцов в периферийной линии резания (а) и четырех резцах в периферийной линии резания (б):  $l_1, l_2, l_3$  и  $l_4$  – длины зон на барабане с одним, двумя, тремя и четырьмя резцами в линиях резания

резания  $i$ -го резца  $L_i$  определяется по уравнению [10]

$$L_i = \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} d\varphi \sqrt{(a + 0,5d_б(1 + i_\omega \cos\beta_б) \cos i_\omega\varphi)^2 + (l_i \sin\beta_б + 0,5d_б(i_\omega + \cos\beta_б) \sin i_\omega\varphi)^2 + \left(\frac{h_в}{2\pi} - i_\omega 0,5d_б \sin\beta_б \cos i_\omega\varphi\right)^2}$$

где  $l_i$  – положение рассматриваемой линии резания относительно нижнего основания барабана, м;  $0 \leq l_i \leq l_б$ ;  $i_\omega$  – отношение угловых скоростей головной секции геолода и барабана;  $\varphi_1$  и  $\varphi_2$  – углы поворота барабана, при которых происходит начало и конец резания;  $\varphi_1 \leq \varphi \leq \varphi_2$ .

Средние  $h_{ср}$  и максимальные  $h_{\max}$  толщины стружек взаимосвязаны, отличаются лишь пропорциональным снижением первых в зависимости от угла охвата  $\gamma_{охв}$  [11]:

$$h_{i\text{ср}} = h_{i\text{max}} \frac{1 - \cos\gamma_{охв}}{\gamma_{охв}} \quad (1)$$

Фактическая максимальная толщина срезаемой стружки  $h_{i\text{max}}$  в произвольной линии резания описывается выражением

$$h_{i\text{max}} = \frac{n_\Gamma \sqrt{h_в^2 + (\pi r_j)^2}}{n_б z_{j\text{р.лр}}} \quad (2)$$

где  $z_{j\text{р.лр}}$  – число резцов в  $j$ -ой линии резания;  $n_б$  – частота вращения барабанов,  $\text{с}^{-1}$ .

Определение требуемой частоты вращения барабанов  $n_б$  основано на наличии максимально допустимой толщиной стружки при резании поро-

ды  $h_{\text{доп}}$ . Максимально допустимая толщина стружки задается или находится из соображений обеспечения рационального режима разрушения породы или возможностей резца, а частота вращения барабана должна иметь значение, при котором фактическая максимальная толщина стружки в периферийной линии резания равнялась максимально допустимой:

$$n_б = \frac{V_{\text{п max}}}{h_{\text{доп}} z_{\text{р.лр}}} \quad \text{или}$$

$$n_б = \frac{n_\Gamma \sqrt{h_в^2 + (\pi r_{\text{max}})^2}}{h_{\text{доп}} z_{\text{р.лр}}},$$

где  $z_{\text{р.лр}}$  – число резцов в периферийной линии резания.

В таблице 2 представлены значения параметров различных схемных решений барабанного ИО опытного образца геолода. Результаты получены с использованием разработанной имитационной модели работы ИО [12, 13].

В таблице отсутствуют максимальные (или средние) толщины стружек так как они неодинаковы в различных линиях резания. На рис. 3 показаны графики изменения максимальных глубин резания, построенные по уравнению (2) при  $h_{\text{доп}} = 24$  мм для двух различных схемных решений.

Результаты анализа графиков на рис. 3 свидетельствуют, что для различных вариантов схем доля резцов, работающих с большей глубиной резания, неодинакова и для определения рационального количества резцов в периферийных ли-

Таблица 2. Кинематические и энергетические параметры барабанных ИО при различном количестве резцов в периферийных линиях резания

Параметр	Число резцов в периферийных линиях резания			
	2	3	4	5
Частота вращения барабанов, $\text{с}^{-1}$	0,38	0,25	0,19	0,15
Число резцов на барабане, шт.	45	62	78	97
Суммарный путь резания за один оборот головной секции геолода, м/об	5877,9	5403,5	5240,0	5170,8

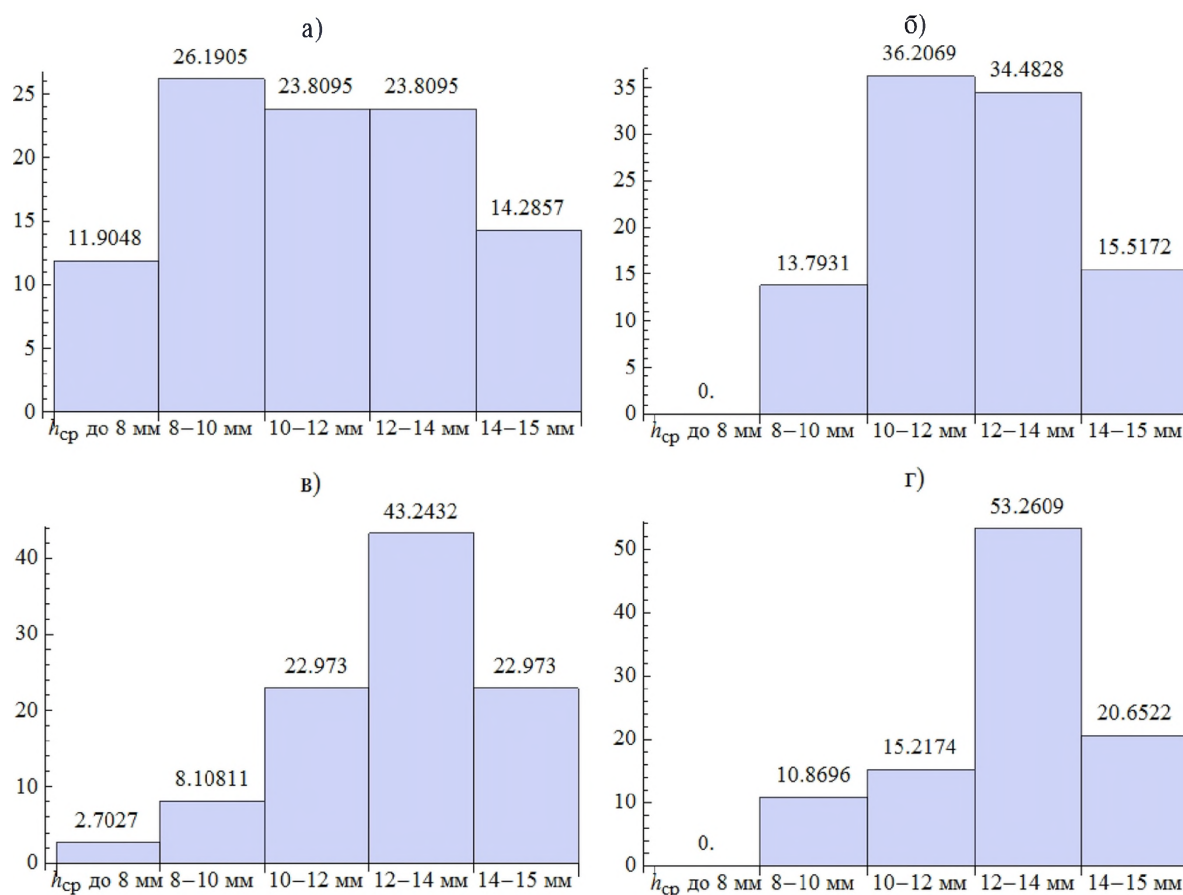


Рис. 4. Гистограммы распределения средних толщин стружек по резцам: а) – с двумя резцами в периферийной линии резания; б) – с тремя резцами в периферийной линии резания; в) – с 4-мя резцами; г) – с 5-ю резцами

ниях резания необходимо учесть равномерность толщин срезаемых стружек в различных зонах барабана (с различным количеством резцов в линиях резания).

На рис. 4 представлены гистограммы распределения средних толщин стружек по резцам, пересчитанных с максимальных по уравнению (2).

Для варианта с двумя резцами в периферийных линиях резания (рис. 4, а) около 38 % резцов, установленных на барабане, работают со средней толщиной стружки менее 10 мм, а 12 % – 6-8 мм, при этом уменьшение толщины стружки не влияет на износ инструмента [14, 15]. Сравнение остальных вариантов не приводит к очевидным выводам по предпочтительности какого-либо решения, так как в диапазоне толщин стружек 10-15 мм при трех резцах в периферийных линиях резания работает 86 %

резцов, при 4 и 5 резцах – 89 %.

Максимальное отличие в значениях параметров суммарного пути резания (или удельного расхода резцов) для 3, 4 и 5 резцов, приведённых в таблице 2, составляет 4%.

Более существенно отличается число резцов на барабане. Так, при сравнении вариантов с 3 и 4 резцами отличие составляет 16 резцов или 20%. Такой же процент будет при сравнении вариантов с 4 и 5 резцами.

Таким образом при сравнении вариантов с числом резцов в периферийных линиях резания 3, 4 и 5 наиболее рациональным является вариант с наименьшим числом резцов, имеющий три резца в периферийных линиях резания, два резца в промежуточных линиях и один резец – в центральных (см. рис. 2).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Создание нового инструментария для формирования подземного пространства / В. В. Аксенов, А. А. Хорешок, А. Б. Ефременков, А. А. Казанцев, В. Ю. Бегляков, А. В. Вальтер // Горная техника. – 2015. – №1. – С. 15.

2. Sadovets V. Y., Beglyakov V. Y., Aksenov V. V. Development of math model of geokhod bladed working body interaction with geo-environment // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – IOP Publishing, 2015. – Vol. 91. – №. 1. – P. 012085.

3. Формирование структурного портрета геологов / В. В. Аксенов, А. Б. Ефременков, В. Ю. Садовец, Е. В. Резанова // Вестник кузбасского государственного технического университета. – 2010. – №01. – С. 35-41.
4. Justification of creation of an external propulsor for multipurpose shield-type heading machine–GEO-WALKER / V. V. Aksenov, A. A. Khoreshok, V. Y. Begljakov // Applied mechanics and materials. – Trans Tech Publications. – 2013. – Vol. 379. – P. 20-23.
5. Выбор принципиальной компоновочной схемы барабанных исполнительных органов разрушения забоя для геологов / К. А. Ананьев, В. В. Аксенов, А. А. Хорешок, А. Н. Ермаков // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2014. – №. 11. – С. 141-143.
6. Обзор существующих решений исполнительных органов для формирования каналов за контурами выработки / А. Н. Ермаков, В. В. Аксенов, А. А. Хорешок, К. А. Ананьев // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2014. – №. 12. – С. 20-24.
7. Разработка схемных решений исполнительных органов геологов / В. В. Аксенов, А. А. Хорешок, К. А. Ананьев, А. Н. Ермаков // Известия вузов. Горный журнал. – 2014. – № 3. – С. 73-76.
8. Компоновочные решения машин проведения горных выработок на основе геовинчестерной технологии / В. В. Аксенов, А. Б. Ефременков, В. Ю. Бегляков, П. В. Бурков, М. Ю. Блащук, А. В. Сапожкова // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2009. – №. 1. – С. 251-259.
9. Drum Cutting Specific Energy Consumption Model Built by Cutting Curves Analysis / Kui-Dong G., Chang-Long D., Hong-Xiang J. // TELKOMNIKA. – 2013. – Vol. 11. – №. 7. – P. 4122-4128.
10. Пушкина, Н.Б. Разработка методов и программных средств проектирования исполнительных органов винтоповоротных проходческих агрегатов (на примере агрегата ЭЛАНГ): автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.13.16; 05.05.06 / Пушкина Нина Борисовна. – Кемерово, 1991. – 19 с.
11. Проектирование и конструирование горных машин и комплексов: Учебник для вузов / Г.В. Малеев, В.Г. Гуляев, Н.Г. Бойко, П.А. Горбатов, В.А. Межаков. – Москва: Недра, 1988. – 368 с.
12. Определение силовых и кинематических параметров исполнительных органов геолога методом имитационного моделирования / В. В. Аксенов, А. А. Хорешок, К. А. Ананьев, А. Н. Ермаков // Вестник кузбасского государственного технического университета. – 2016. – № 1. – С. 25-30.
13. Оценка возможности применения методов имитационного моделирования для определения параметров законтурных исполнительных органов геолога / В. В. Аксенов, А. А. Хорешок, К. А. Ананьев, А. Н. Ермаков // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2016. – №. 2. – С. 145-152.
14. Формирование усилий резания на резцах исполнительного органа проходческого комбайна с учетом их затупления / О.Е. Шабаев, Н.В. Хиценко, И.И. Бридун // Прогресивні технології і системи машинобудування. – 2014. – № 2. – С. 177-183.
15. Estimating the Peak Indentation Force of the Edge Chipping of Rocks Using Single Point-Attack Pick / R.H. Bao, L.C. Zhang, Q.Y. Yao, J. Lunn // Rock Mechanics and Rock Engineering. – 2011. – Vol. 44. – №3. – P. 339-347.

## REFERENCES

1. Sozдание novogo instrumentariya dlya formirovaniya podzemnogo prostranstva. V. V. Aksenov, A. A. Khoreshok, A. B. Efremenkov, A. A. Kazantsev, V. Yu. Beglyakov, A. V. Val'ter. Gornaya tekhnika. 2015. №1. P. 15.
2. Sadovets V. Y., Beglyakov V. Y., Aksenov V. V. Development of math model of geokhod bladed working body interaction with geo-environment // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. IOP Publishing, 2015. Vol. 91. №. 1. P. 012085.
3. Formirovanie strukturnogo portreta geohodov [Determination of the structural portrait of geochod]. V. V. Aksenov, A. B. Efremenkov, V. Ju. Sadovec, E. V. Rezanova. Vestnik kuzbasskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta [Bulletin of the Kuzbass State Technical University]. 2010. №01. P. 35-41.
4. Justification of creation of an external propulsor for multipurpose shield-type heading machine–GEO-WALKER / V. V. Aksenov, A. A. Khoreshok, V. Y. Begljakov // Applied mechanics and materials. Trans Tech Publications. 2013. Vol. 379. P. 20-23.
5. Vybory principial'noj komponovochnoj shemy barabannyh ispolnitel'nyh organov razrushenija zaboja dlja geohodov [The choice of geochod's drum cutter fundamental design]. K. A. Anan'ev, V. V. Aksenov, A. A. Horeshok, A. N. Ermakov. Gornyj informacionno-analiticheskij bjulleten' (nauchno-tehnicheskij zhurnal) [Mining informational and analytical bulletin (Scientific and technical journal)]. 2014. №. 11. P. 141-143.
6. Obzor sushhestvujushhih reshenij ispolnitel'nyh organov dlja formirovaniya kanalov za konturami vyrabotki [Review of existing constructions of out of tunnel cross section cutters]. A. N. Ermakov, V. V.

Aksenov, A. A. Horeshok, K. A. Anan'ev. Gornyj informacionno-analiticheskij byulleten' (nauchno-tehnicheskij zhurnal) ) [Mining informational and analytical bulletin (Scientific and technical journal)]. 2014. №. 12. P. 20-24.

7. Razrabotka skhemnykh resheniy ispolnitel'nykh organov geokhodov / V. V. Ak-senov, A. A. Khore-shok, K. A. Anan'ev, A. N. Ermakov // Izvestiya vuzov. Gornyy zhurnal [News of the Higher Institutions. Mining Journal]. 2014. № 3. P. 73-76.

8. Komponovochnye resheniya mashin provedeniya gornyykh vyrabotok na osnove geovinchesternoy tekhnologii [Layout solutions for mining machinery based on screw drilling technology]. V. V. Aksenov, A. B. Efremenko, V. Yu. Beglyakov, P. V. Burkov, M. Yu. Blashchuk, A. V. Sapozhkova. Gornyy informatsionno-analiticheskij byulleten' (nauchno-tehnicheskij zhurnal) [Mining informational and analytical bulletin (Scientific and technical journal)]. 2009. №. 1. P. 251-259.

9. Drum Cutting Specific Energy Consumption Model Built by Cutting Curves Analysis / Kui-Dong G., Chang-Long D., Hong-Xiang J. // TELKOMNIKA. 2013. Vol. 11. №. 7. P. 4122-4128.

10. Pushkina, N.B. Razrabotka metodov i programmnykh sredstv proektirovaniya ispolnitel'nykh organov vin-topovorotnykh prohodcheskikh agregatov (na primere agregata JeLANG): avtoref. dis. ... kand. tehn. nauk: 05.13.16; 05.05.06 / Pushkina Nina Borisovna. Kemerovo, 1991. 19 p.

11. Proektirovanie i konstruirovaniye gornyykh mashin i kompleksov: Uchebnyk dlja vuzov. G.V. Maleev, V.G. Guljaev, N.G. Bojko, P.A. Gorbatov, V.A. Mezhaikov. Moskva, Nedra, 1988. 368 p.

12. Opredelenie silovykh i kinematicheskikh parametrov ispolnitel'nykh organov geohoda metodom imitacionnogo modelirovaniya [Estimation of force and kinematic parameters of cutting drums of geokhod]. V. V. Aksenov, A. A. Horeshok, K. A. Anan'ev, A. N. Ermakov. Vestnik kuzbasskogo gosudarstvennogo tehniceskogo universiteta [Bulletin of the Kuzbass State Technical University]. 2016. № 1. P. 25-30.

13. Ocenka vozmozhnosti primeneniya metodov imitacionnogo modelirovaniya dlja opredeleniya parametrov zakonturnykh ispolnitel'nykh organov geohoda / V. V. Aksenov, A. A. Horeshok, K. A. Anan'ev, A. N. Ermakov // Gornyj informacionno-analiticheskij byulleten' (nauchno-tehnicheskij zhurnal) [Mining informational and analytical bulletin (Scientific and technical journal)]. 2016. №. 2. P. 145-152.

14. Formirovanie usilij rezanija na rezcah ispolnitel'nogo organa prohodcheskogo kombajna s uchetoм ih zatuplenija. O.E. Shabaev, N.V. Hicenko, I.I. Bridun. Progresivni tehnologii i sistemi mashinobuduvannja. 2014. № 2. – P. 177-183.

15. Estimating the Peak Indentation Force of the Edge Chipping of Rocks Using Single Point-Attack Pick. R.H. Bao, L.C. Zhang, Q.Y. Yao, J. Lunn // Rock Mechanics and Rock Engineering. 2011. Vol. 44. №3. P. 339-347.

*Поступило в редакцию 24.04.2017*

*Received 24 April 2017*

ISSN 1999-4125

# ВЕСТНИК

КУЗБАССКОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО  
ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА



---

---

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

3-17



Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Кузбасский государственный технический университет  
имени Т.Ф. Горбачева»

# ВЕСТНИК

КУЗБАССКОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО  
ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА



№3 (121) 2017

Основан в 1997 году  
Выходит 6 раз в год  
ISBN 5-89070-074-X

## Редакционная коллегия:

Кречетов А.А., гл. редактор, к.т.н. (РФ)  
Костюк С.Г., зам. гл. ред., к.т.н. (РФ)  
Блюменштейн В.Ю., д.т.н. (РФ)  
Демирель Нурей, к.т.н. (Турция)  
Исмагилов З.Р., член-корреспондент РАН, д.т.н. (РФ)  
Каширских В.Г., д.т.н. (РФ)  
Клишин В.И., член-корреспондент РАН, д.т.н. (РФ)  
Клубович В.В., академик НАН Беларуси, д.т.н. (Беларусь)  
Колесников В.Ф., д.т.н. (РФ)  
Конторович А.Э., академик РАН, д.т.н. (РФ)  
Коротков А.Н., д.т.н. (РФ)  
Кузиев Д.А., к.т.н. (РФ)  
Малышев Ю.Н., академик РАН, д.т.н. (РФ)  
Маметьев Л.Е., д.т.н. (РФ)  
Мисников О.С., д.т.н. (РФ)  
Першин В.В., д.т.н. (РФ)  
Петрик П.Т., д.т.н. (РФ)  
Ренев А.А., д.т.н. (РФ)  
Серони Аньона, к.т.н. (Кения)  
Смирнов А.Н., д.т.н. (РФ)  
Фёт Штефан, д.т.н. (Германия)  
Хямяляйнен В.А., д.т.н. (РФ)  
Цзяо Ви-го, д.т.н. (Китай)  
Черкасова Т.Г., д.т.н. (РФ)  
Чехлар Михал, к.т.н. (Республика Словакия)  
Юй Шен-вэнь, д.т.н. (Китай)  
Яночко Юрай, д.т.н. (Республика Словакия)

Полнотекстовой доступ к электронной версии журнала  
на сайте [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)

Подписной индекс П4471 по электронному каталогу российской прессы  
«Почта России»

Издатель журнала: ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный  
технический университет имени Т.Ф. Горбачева»

© Кузбасский государственный технический университет  
имени Т.Ф. Горбачева, 2017

Уважаемые читатели!

Журнал издается с 1997 г.

Учредителем является Кузбасский гос-  
ударственный технический  
университет имени Т.Ф. Горбачева

Журнал зарегистрирован Федеральной  
службой по надзору в сфере связи, ин-  
формационных технологий и массовых  
коммуникаций – Свидетельство ПИ  
№77-060779 от 11 февраля 2015г.

Входит в Перечень ВАК РФ – ведущих  
рецензируемых научных журналов и  
изданий, в которых должны быть опу-  
бликованы основные научные резуль-  
таты диссертаций на соискание ученых  
степеней доктора и кандидата наук по  
направлениям 05.02.00 Машинострое-  
ние и машиноведение, 05.05.00 Транс-  
портное, горное и строительное маши-  
ностроение, 05.09.00 Электротехника,  
05.17.00 Химическая технология,  
25.00.00 Науки о Земле

Ответственный редактор -  
к.ф.-м.н., профессор кафедры  
прикладных информационных  
технологий  
М.А. Тынкевич

Технический редактор  
О.А. Останин

Дизайн обложки  
Ю.Е. Волчков, Д.А. Бородин

Адрес редакции:  
650000, Кемерово, ул. Весенняя 28,  
ФГБОУ ВО «Кузбасский  
государственный технический  
университет имени Т.Ф. Горбачева»

Тел.: +7-3842-39-63-14  
Сайт: [vestnik.kuzstu.ru](http://vestnik.kuzstu.ru)

Подписано к печати 26.06.2017

Формат 60×84 /8.  
Бумага офсетная.  
Отпечатано на МФУ  
Уч.-изд. л. 26,87.  
Тираж 150 экз.

Издательский центр УИП КузГТУ  
650000, Кемерово,  
ул. Д. Бедного, 4а



Russian Federation Ministry of Education and Science  
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education  
"T. F. Gorbachev Kuzbass State Technical University"

# BULLETIN

OF THE KUZBASS  
STATE TECHNICAL  
UNIVERSITY



№ 3 (121) 2017

Founded in 1997  
Issued 6 times a year  
ISBN 5-89070-074-X

## Editorial Team:

Krechetov A.A., editor-in-chief, PhD (Russia)  
Kostyuk S.G., deputy editor-in-chief, PhD (Russia)  
Blumenstein V.Yu., Dr. Sc. (Russia)  
Cehlár Michal, PhD (Slovak Republic)  
Cherkasova T.G., Dr. Sc. (Russia)  
Demirel Nuray, PhD (Turkey)  
Ismagilov Z.R., corresponding member of RAS, Dr. Sc. (Russia)  
Iui Sheng-wen, Dr. Sc. (PRC)  
Janocko Juraj, Dr. Sc. (Slovak Republic)  
Jiao Wi-guo, Dr. Sc. (PRC)  
Kashirskikh V.G., Dr. Sc. (Russia)  
Khyamyalyaynen V.A., Dr. Sc. (Russia)  
Klishin V.I., corresponding member of RAS, Dr. Sc. (Russia)  
Klubovitch V.V., academician of Belarus NAS, Dr. Sc. (Belarus)  
Kolesnikov V.F., Dr. Sc. (Russia)  
Kontorovitch A.E., academician of RAS, Dr. Sc. (Russia)  
Korotkov A.N., Dr. Sc. (Russia)  
Kuziev D.A., PhD (Russia)  
Malyshev Yu.N., academician of RAS, Dr. Sc. (Russia)  
Mametiev L.E., Dr. Sc. (Russia)  
Misnikov O.S., Dr. Sc. (Russia)  
Pershin V.V., Dr. Sc. (Russia)  
Petrik P.T., Dr. Sc. (Russia)  
Renev A.A., Dr. Sc. (Russia)  
Seroni Anyona, PhD (Kenya)  
Smimov A.N., Dr. Sc. (Russia)  
Vöth Stefan, Dr.-Ing., (Germany)

Full-text access to the electronic version of the journal is on website [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)

Subscription index is P4471 as per the electronic catalog of the Russian press "Post of Russia"

Publisher: T. F. Gorbachev Kuzbass State Technical University

© T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, 2017

Dear readers!

The journal is published since 1997.

Founded by T. F. Gorbachev Kuzbass  
State Technical University

The journal is registered by the Federal Service for Supervision in the Sphere of Communication, Information Technology and Mass Communications - Certificate PI No. 77-060779 of February 11, 2015.

It is included in the RF List of the Higher Attestation Commission being the list of the leading peer-reviewed scientific journals and publications in which the main scientific results of theses for the academic degrees of a doctor and candidate of sciences should be published in the following areas 05.02.00 Mechanical engineering and machine sciences, 05.05.00 Transport, mining and construction machinery, 05.09.00 Electrical engineering, 05.17.00 Chemical technology, 25.00.00 Earth sciences

Responsible editor -  
M. A. Tynkevich, PhD in Physics and Mathematics, Professor, Applied Information Technologies Department

Technical editor  
O. A. Ostanin

Cover design  
Yu.E. Volchkov, D.A. Borodin

Editorial office address:  
28, Vesennaya str., Kemerovo, 650000  
T. F. Gorbachev Kuzbass State Technical University

Tel.: +7-3842-39-63-14  
Web-site: [vestnik.kuzstu.ru](http://vestnik.kuzstu.ru)

Signed for publication on 26.06.2017

Format 60×84 /8.  
Offset paper.  
Imprinted on MFPs  
Published sheets 26,87.  
Edition 150 copies.

Publishing center UIP KuzSTU  
650000, Kemerovo,  
4a, D. Bednogo str,

## СОДЕРЖАНИЕ

### НАУКИ О ЗЕМЛЕ

- Анферов Б.А., Кузнецова Л.В.*  
Разработка Барзасского месторождения сапропелитовых углей
- Гридасов А.Г., Кузеванов К.И.*  
Схематизация гидрогеологических условий на участках добычи угольного метана в Кузбассе для обоснования прогнозных гидродинамических расчётов
- Torro V.O., Remezov A.V., Kuznetsov E.V., Kulikova A.A.*  
Определение аэродинамических параметров выработанных пространств при слоевой отработке мощных пластов
- Тациенко А.Л., Плаксин М.С., Понизов А.В.*  
Основные технические аспекты внедрения технологии гидроразрыва угольного пласта
- Соколов М.В., Простов С.М.*  
Геомеханическое обоснование параметров инъекционного закрепления неоднородного неустойчивого грунтового основания здания
- Голик В.И., Разоренов Ю.И., Ляшенко В.И.*  
Методы строительной механики при решении горно-геомеханических задач
- Голик В.И., Разоренов Ю.И., Габарев О.З.*  
Управление геомеханикой скального массива при подземной добыче руд
- Угляница А.В., Солонин К.Д.*  
Разработка технологии закладки вертикальных стволов шахт цилиндрическими крупногабаритными автоклавными шлакобетонными блоками
- Коларов М.Ф., Корецкая Г.А.*  
Оценка возможности применения сейсмомониторинга при разведке нефтегазовых месторождений
- Шабанов Е.А., Простов С.М.*  
Натурные испытания метода контролируемой электрохимической очистки грунта от нефтезагрязнений. Ч.III Электрофизический мониторинг зоны загрязнения

### ТРАНСПОРТНОЕ, ГОРНОЕ И СТРОИТЕЛЬНОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

- Бовин К.А., Гилёв А.В., Шигин А.О., Крицкий Д.Ю.*  
Промышленные исследования эффективности эксплуатации буровой техники в условиях Олимпиадинского ГОК АО «ПОЛЮС»
- Вальтер А.В., Аксенов В.В.*  
Оптимизация отклонений оболочек, возникающих при сборке корпусов геохода
- Маметьев Л.Е., Хорешок А.А., Цехин А.М., Борисов А.Ю.*  
Влияние условий эксплуатации на устойчивость проходческого комбайна с двухкорончатым реверсивным стреловидным исполнительным органом
- Хорешок А.А., Ананьев К.А., Ермаков А.Н.*  
Определение рационального числа резцов в линиях резания барабанных исполнительных органов геоходов
- Аксенов В.В., Садовец В.Ю., Пашков Д.А.*  
Определение силовых параметров ножевого исполнительного органа геохода для разрушения пород малой крепости

## CONTENTS

### EARTH SCIENCES

- 5 *Anfyorov B.A., Kuznetsova L.V.*  
Development of Barzas deposit of sapropelic coals
- 12 *Gridasov A.G., Kuzevanov K.I.*  
Generalisation of hydrogeological conditions at coalbed methane fields in the Kuznetsk coal basin for predictive hydrodynamic calculations
- 22 *Torro V.O., Remezov A.V., Kuznetsov E.V., Kulikova A.A.*  
Determination of aerodynamic parameters of the mined out spaces at layered mining of thick seams
- 30 *Tatsienko A.L., Plaksin M.S., Ponizov A.V.*  
The main technical aspects of coal seam fracking technology implementation
- 37 *Sokolov M.V., Prostov S.M.*  
Geomechanical justification of the injection soil grouting parameters for nonhomogeneous unstable foundation soils
- 45 *Golik V.I., Razorenov Y.I., Liashenko V.I.*  
Methods of structural mechanics in solving of the mining and geomechanical problems
- 55 *Golik V.I., Razorenov Y.I., Gabaraev O.Z.*  
Management of rock mass geomechanics in underground ore mining
- 65 *Uglyanitsa A.V., Solonin K.D.*  
Development of the technology of vertical shaft backfilling with cylindrical large-size autoclave slag blocks
- 73 *Kolarov M.F., Koretskaia G.A.*  
Estimation of possibility of seismomonitoring application for exploration of oil and gas fields
- 80 *Shabanov E.A., Prostov S.M.*  
In situ testing of the method of controlled electrochemical cleaning of soil from oil spills.  
Ch.III. Electrical and physical monitoring of the pollution zone

### TRANSPORT, MINING, CONSTRUCTION MECHANICAL ENGINEERING

- 87 *Bovin K.A., Gilev A.V., Shigin A.O., Kritsky D.Y.*  
Industrial research of drilling equipment operating efficiency at Olimpiadinskiy GOK of AO "POLYUS"
- 94 *Walter A.V., Aksenov V.V.*  
The optimization of shells deviations resulting from an assembly of geokhod's bodies
- 103 *Mametyev L.E., Khoreshok A.A., Tsekhin A.M., Borisov A.Yu.*  
The influence of operating conditions on the stability of roadheader with two-bit reverse action boom-type cutting body
- 110 *Khoreshok A.A., Ananiev K.A., Ermakov A.N.*  
Determination of the rational number of picks in the cutting lines of geokhod's cutting drum
- 116 *Aksenov V.V., Sadovets V.Yu., Pashkov D.A.*  
Determination of force parameters of geokhod cutting body blade for destruction of strata of low hardness

	<i>Герике П.Б.</i>	126	<i>Gericke P.B.</i>
Новое в методике проведения испытаний энерго-механического оборудования горной техники			New in the testing technique for power and mechanical equipment of mining machines
<b>ЭЛЕКТРОТЕХНИКА</b>			
	<i>Семыкина И.Ю., Негадаев В.А.</i>	134	<i>Semykina I.Yu., Negadaev V.A.</i>
Методика повышения энергоэффективности много-двигательных частотно-регулируемых электроприводов магистральных ленточных конвейеров			Method of increasing energy efficiency of multi-motor frequency-controlled electric drives of the main belt conveyors
	<i>Негадаев В.А.</i>	143	<i>Negadaev V.A.</i>
Оптимизация магистральной сети электроснабжения ограниченной мощности			Optimization of the backbone power supply network of limited power
<b>МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ</b>			
	<i>Овчинников Н.П.</i>	154	<i>Ovchinnikov N.P.</i>
Опыт эксплуатации секционных насосов главного водоотлива подземного рудника «Удачный»			The experience of operation of sectional pumps of the main drainage of the underground mine «Udachny»
	<i>Овчинников Н.П.</i>	162	<i>Ovchinnikov N.P.</i>
Влияние состояния проточных каналов рабочего колеса на работоспособность электронасосного агрегата			The influence of the flow channels of the impeller on the performance of pump-motor unit
	<i>Рябинин А.А.</i>	170	<i>Ryabinin A.A.</i>
Исследование влияния предварительного термостатирования на противоизносные свойства минерального моторного масла ЛУКОЙЛ СТАНДАРТ 10W-40 SF/CC			Study of the influence of preliminary incubation on anti-wear properties of LUKOIL STANDARD 10W-40 SF mineral motor oil
<b>ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ</b>			
	<i>Черкасова Т.Г., Черкасова Е.В., Черкасов В.С.</i>	175	<i>Cherkasova T.G., Cherkasova E.V., Cherkasov V.S.</i>
Структуры двойных комплексных солей с термохромными свойствами			Structures of double complex salts with thermochromic properties
<b>ЭКОЛОГИЯ И ОХРАНА ТРУДА</b>			
	<i>Михайлов В.Г., Голофастова Н.Н., Коряков А.Г., Галанина Т.В.</i>	183	<i>Mikhailov V.G., Golofastova N.N., Koryakov A.G., Galanina T.V.</i>
Управление экологической безопасностью угледобывающего предприятия			Environmental safety and compliance management of coal producer
<b>ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ</b>			
	<i>Новоселов А.С., Маршалова А.С.</i>	189	<i>Novoselov A.S., Marshalova A.S.</i>
Актуальные проблемы разработки стратегии социально-экономического развития региона			Current issues of elaboration of strategy for regional socio-economic development
<b>ИСТОРИЧЕСКИЕ НАУКИ</b>			
	<i>Илюшин А.М., Онищенко С.С., Филиппова А.В.</i>	197	<i>Ilyushin A.M., Onischenko S.S., Filippova A.V.</i>
Домохозяйство кочевников развитого средневековья в долине реки Касьмы			Household of nomads of the developed middle ages in the valley of the river Kasma
<b>ИСТОРИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ</b>			
	<i>Масаев Ю.А., Политов А.П., Масаев В.Ю.</i>	207	<i>Masaev Y.A., Politov A.P., Masaev V.Y.</i>
Бетон в строительстве – с древнейших времен до наших дней			Concrete in construction - from ancient times to our days
	<i>Вниманию авторов</i>	214	<i>Instructions to authors</i>
<b>ELECTRICAL ENGINEERING</b>			
<b>MECHANICAL ENGINEERING AND MACHINE SCIENCES</b>			
<b>CHEMICAL TECHNOLOGY</b>			
<b>ECOLOGY AND LABOR PROTECTION</b>			
<b>ECONOMIC SCIENCES</b>			
<b>HISTORICAL SCIENCES</b>			
<b>THE HISTORY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY</b>			