

Научная статья**УДК 629.232****DOI: 10.26730/1816-4528-2025-4-69-75**

Аксенов Владимир Валерьевич¹, Маметьев Леонид Евгеньевич²,
Пашков Дмитрий Алексеевич^{1, 2, *}

¹ Институт угля Федерального Исследовательского Центра угля и углехимии СО РАН

² Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева

* для корреспонденции: ddm.tm@kuzstu.ru

СИЛОВЫЕ ПАРАМЕТРЫ ГЕОХОДА ПРИ ШАГОВОМ РЕЖИМЕ ДВИЖЕНИЯ

Аннотация.

В статье представлены зависимости для определения силовых параметров геохода при шаговом режиме движения. Отмечена перспективность геоходной технологии проходки горных выработок. Приведена отличительная особенность геоходной технологии. Сделан вывод, что во всей горнопроходческой технике для увеличения усилий увеличиваю ее вес. Базовый элемент геоходной технологии (Геоход) использует геосреду для формирования тягового и напорного усилий, что приводит к отсутствию влияния веса машины на тяговые и напорные усилия. Отмечается, что изменение крепости породы при проходке горных выработок негативно влияет на создание напорных и тяговых усилий. Увеличиваются энергозатраты, в связи с тем, что при незначительном наличии крепких пород в породах средней или мягкой крепости большую часть времени довольно мощная горнопроходческая машина создает усилия как при проходке выработки в крепких породах. При тех же условиях машина, предназначенная для проходки выработок в породах средней крепости, встретив на пути крепкую породу, может вовсе не создать необходимого тягового и напорного усилия для ее разрушения. В случае проходки горных выработок геоходом возможно уменьшение силовых параметров за счет изменения режима движения геохода с совмещенного к шаговому. Целью работы является определение силовых параметров при шаговом режиме движения геохода в геосреде. Разработана математическая модель движения геохода в геосреде при шаговом режиме. Представлена схема сил, действующих на системы геохода при его движении в геосреде, и наименования этих сил. Установлено, что при шаговом режиме движения возникает дополнительное усилие подтягивания стабилизирующего модуля к тяговому. Полученные выражения позволяют определить силовые параметры геохода при шаговом режиме движения в геосреде.

Информация о статье

Поступила:
31 мая 2025 г.

Одобрена после
рецензирования:
30 июня 2025 г.

Принята к печати:
01 августа 2025 г.

Опубликована:
28 августа 2025 г.

Ключевые слова:

проходка, горная выработка,
геоход, геоходная технология,
геосреда, режимы движения

Для цитирования: Аксенов В.В., Маметьев Л.Е., Пашков Д.А. Силовые параметры геохода при шаговом режиме движения // Горное оборудование и электромеханика. 2025. № 4 (180). С. 69-75. DOI: 10.26730/1816-4528-2025-4-69-75, EDN: SSBYHZ

Благодарность

Работа выполнена в рамках государственного задания ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр угля и углехимии Сибирского отделения Российской академии наук» проект FWEZ-2024-0024 «Разработка эффективных технологий добычи угля роботизированными горнодобывающими комплексами без постоянного присутствия людей в зонах ведения горных работ, систем управления и методов оценки технического состояния и диагностики их ресурса и обоснование обеспечения воспроизводства минерально-сырьевой базы. 2024-2025 гг.» (рег. № 124041100071-9).

Введение

Перспективной технологией проходки горных выработок различного назначения, а главное, расположения в пространстве, является геоходная. Отличительная особенность геоходной технологии заключается в том, что проходка рассматривается как процесс движения твердого тела в твердой сре-

де. Под твердым телом понимается проходческий подземный аппарат (геоход), а под твердой средой – геосреда [1-3].

Геоход использует геосреду для формирования тягового и напорного усилий. Данный принцип позволяет с увеличением крепости породы увеличивать тяговое и напорное усилие без изменения

веса машины. Во всей горнотранспортной технике для увеличения усилий увеличивают ее вес [4-6]. Существующие горнотранспортные машины классифицируются по весу, если вес машины больше, значит, можно создать большие тяговые и напорные усилия [7-9]. У геохода данных ограничений нет.

При проходке горных выработок существуют случаи, когда крепость породы меняется в несколько раз [10-12]. Тогда необходимо учитывать наиболее крепкую породу и применять горнотранспортную машину, способную проходить выработки в подобных условиях. Данному способу проходки характерны высокие энергозатраты [13-15] в связи с тем, что при незначительном наличии крепких пород в породах средней или мягкой крепости большую часть времени довольно мощная горнотранспортная машина создает усилия как при проходке выработки в крепких породах. При тех же условиях машина, предназначенная для проходки выработок в породах средней крепости, встретив на пути крепкую породу, может вовсе не создать необходимого тягового и напорного усилия для ее разрушения.

В случае проходки горных выработок геоходом возможно уменьшение силовых параметров за счет изменения режима движения геохода с совмещенного к шаговому.

Целью работы является определение силовых параметров при шаговом режиме движения геохода в геосреде.

Математическая модель движения геохода в геосреде при шаговом режиме

Перемещение геохода осуществляется путем вращательно-поступательного движения тягового модуля (ТМ) и поступательного движения стабилизирующего модуля (СМ) [16-18].

Поступательному движению геохода характерен

основной закон динамики поступательного движения

$$\sum F = m \cdot a, \quad (1)$$

где $\sum F$ – сумма сил, действующих на геоход, Н; m – масса геохода, кг; a – ускорение геохода, м/с².

Сумму сил, действующих на геоход, исходя из рассматриваемой расчетной схемы (Рис. 1), можно представить в виде выражения

$$\sum F = F_t - \sum F_{\text{сопр}}, \quad (2)$$

где F_t – сила тяги, Н;

$\sum F_{\text{сопр}}$ – сумма сопротивлений поступательному движению геохода (лобовое сопротивление), Н.

Основное уравнение динамики вращательного движения

$$\sum M = J \cdot \varepsilon, \quad (3)$$

где $\sum M$ – суммарный момент всех сил, действующих на геоход, Н·м;

J – момент инерции геохода, кг·м²;

ε – угловое ускорение геохода, с⁻².

Суммарный момент всех сил, действующих на геоход, можно представить в виде выражения

$$\sum M = M_{\text{вр}} - \sum M_{\text{сопр}}, \quad (4)$$

где $M_{\text{вр}}$ – вращающий момент, выдаваемый приводом геохода, Н·м;

$\sum M_{\text{сопр}}$ – суммарный момент всех сопротивлений вращению геохода, Н·м.

В случае равномерного прямолинейного перемещения геохода линейное a и угловое ε ускорения геохода будут равняться нулю.

Тогда

$$F_t = \sum F_{\text{сопр}}, \quad (5)$$

$$M_{\text{вр}} = \sum M_{\text{сопр}}. \quad (6)$$

На Рис. 2 показаны силы, действующие на системы геохода при его движении в геосреде.

Наименования обозначений, примененных на схеме, приведены в Таблице 1.

При шаговом режиме движения геохода перемещение ТМ не сопровождается перемещением СМ (Рис. 3). СМ стоит неподвижно. Движение ТМ относительно СМ реализуется за счет телескопического механизма выдвижения между модулями. После полного выдвижения механизма происходит подтягивание СМ. В этот момент исполнительные органы элементов противовращения (ЭП) формируют продольные каналы для ЭП.

При движении ТМ геохода сила тяги должна превышать сумму сопротивлений геосреды движению исполнительными

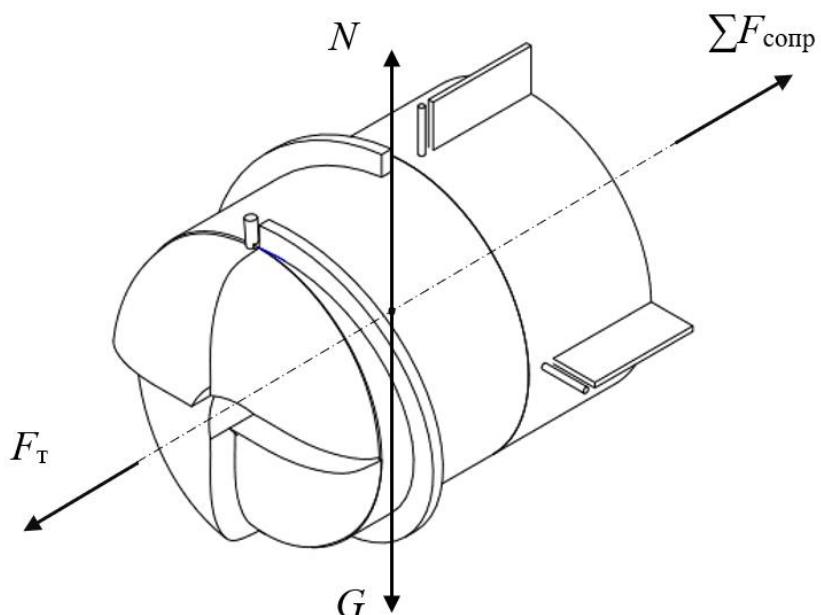


Рис. 1. Силы, действующие на геоход при его движении в геосреде
Fig. 1. Forces acting on the geokhod as it moves in the geo environment

Таблица 1. Обозначения на схеме
Table 1. Designations in the diagram

Обозначение величины	Наименование
$P_{\text{иогз}}$	Лобовое сопротивление геосреды движению исполнительного органа главного забоя
$R_{\text{иогз}}$	Проекция сопротивления геосреды движению исполнительного органа главного забоя на фронтальную плоскость
$G_{\text{ио}}$	Вес модуля исполнительного органа
$N_{\text{ио}}$	Сила реакции геосреды на модуль исполнительного органа
$T_{\text{ио}}$	Сопротивление геосреды движению модуля исполнительного органа от сил трения
$F^{\text{ио-т}}_{\text{вз}}$	Сила взаимодействия между модулями исполнительного органа и тяговым
$M^{\text{ио-т}}_{\text{вз}}$	Момент взаимодействия между модулями исполнительного органа и тяговым
$P_{\text{иовд}}$	Сопротивление геосреды движению исполнительного органа внешнего движителя
$R_{\text{иовд}}$	Проекция составляющей силы резания исполнительным органом внешнего движителя на плоскость, перпендикулярную оси вращения геохода
$G_{\text{т}}$	Вес тягового модуля
$N_{\text{т}}$	Сила реакции геосреды на тяговый модуль
$T_{\text{т}}$	Сопротивление геосреды движению тягового модуля от сил трения
$T_{\text{вд}}$	Сопротивление геосреды движению внешнего движителя от сил трения
$R_{\text{вд}}$	Реакция вмещающей породы на внешний движитель
$F^{\text{т-с}}_{\text{вз}}$	Сила взаимодействия между тяговым и стабилизирующими модулями
$M^{\text{т-с}}_{\text{вз}}$	Момент взаимодействия между тяговым и стабилизирующими модулями
$P_{\text{иоэп}}$	Сопротивление геосреды движению исполнительного органа элемента противовращения
$R_{\text{иоэп}}$	Проекция составляющей силы резания исполнительным органом элемента противовращения на плоскость, перпендикулярную оси вращения геохода
$G_{\text{с}}$	Вес стабилизирующего модуля
$N_{\text{с}}$	Сила реакции геосреды на стабилизирующий модуль
$T_{\text{с}}$	Сопротивление геосреды движению стабилизирующего модуля от сил трения
$T_{\text{эп}}$	Сопротивление геосреды движению элементу противовращения от сил трения

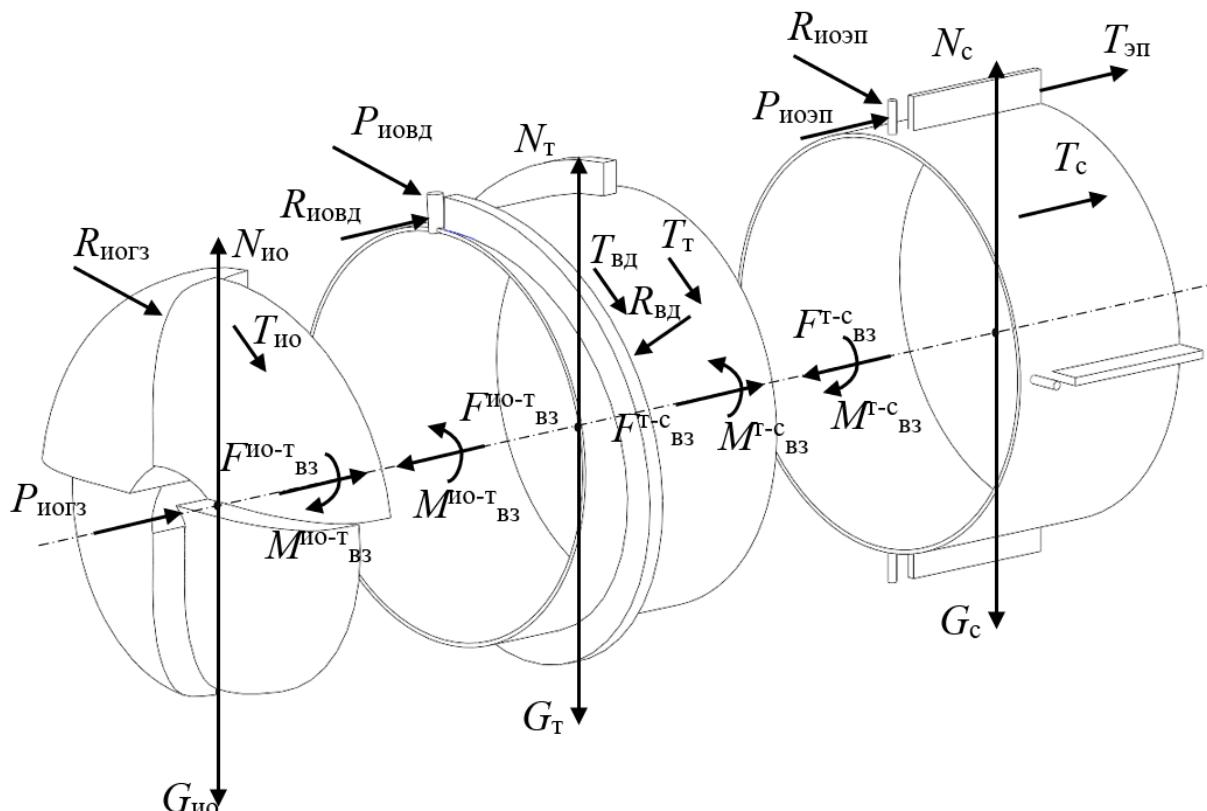
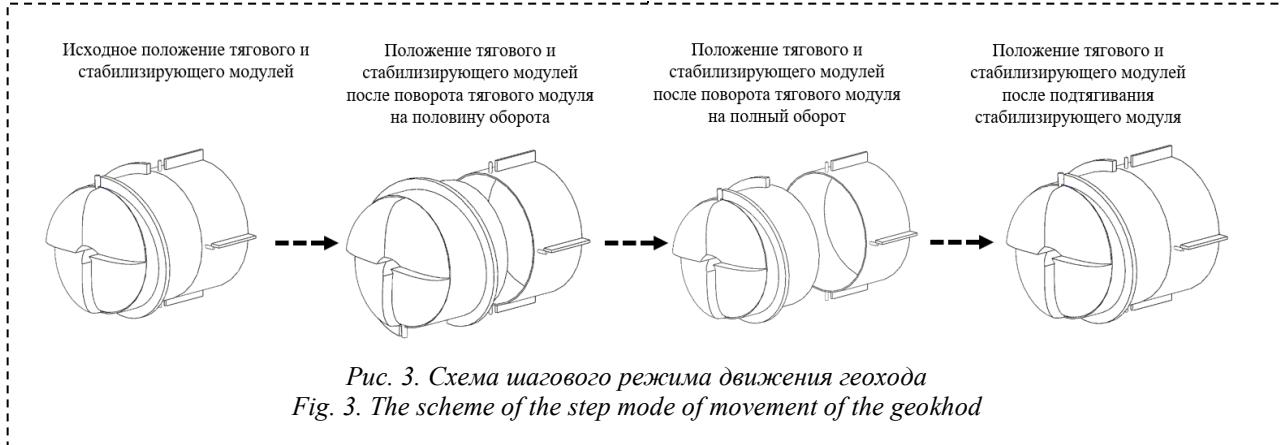


Рис. 2. Схема сил, действующих на системы геокхода при его движении в геосреде
Fig. 2. Diagram of the forces acting on the geokhod systems during its movement in the geo environment



органами, сумму сопротивлений геосреды движению элементов, взаимодействующих с геосредой от сил трения, а также сопротивление отбитой горной массы движению геохода.

$$F_t - \sum F_{io} - \sum F_{tp} - P_o^{por} = m \cdot a . \quad (7)$$

где $\sum F_{io}$ – сумма сопротивлений геосреды движению исполнительным органам, Н;

$\sum F_{tp}$ – сумма сопротивлений геосреды движению элементов, взаимодействующих с геосредой, от сил трения, Н;

P_o^{por} – сопротивление отбитой горной массы движению геохода, Н.

Вращающий момент должен превышать сумму моментов сопротивления геосреды движению исполнительным органам, сумму моментов сопротивления геосреды движению вращающихся элементов геохода, взаимодействующих с геосредой от сил трения, а также момент сопротивления отбитой горной массы движению геохода.

$$M_{vp} - \sum M_{io} - \sum M_{tp} - M_{por} = J \cdot \varepsilon ; \quad (8)$$

где $\sum M_{io}$ – сумма моментов сопротивления геосреды движению исполнительным органам, Н·м;

$\sum M_{tp}$ – сумма моментов сопротивления геосреды движению вращающихся элементов геохода, взаимодействующих с геосредой, от сил трения, Н·м;

M_{por} – момент сопротивления отбитой горной массы движению геохода, Н·м.

При схеме шагового режима движения геохода сумма сопротивлений геосреды движению исполнительным органам, сумма сопротивлений геосреды движению элементов, взаимодействующих с геосредой от сил трения, сумма моментов сопротивления геосреды движению исполнительным органам и сумма моментов сопротивления геосреды движению вращающихся элементов геохода, взаимодействующих с геосредой от сил трения, будут определяться по выражениям (9), (10), (11) и (12) соответственно.

$$\sum F_{io} = P_{oionoz} + P_{oivd} . \quad (9)$$

$$\sum F_{tp} = T_t + T_{vd} . \quad (10)$$

$$\sum M_{io} = M_{io} + M_{vd}^{3d} ; \quad (11)$$

где M_{io} – момент сопротивления геосреды движению исполнительного органа главного забоя, Н·м; M_{vd}^{3d} – момент сопротивления геосреды движению исполнительного органа ВД, Н·м.

$$\sum M_{tp} = M_{vd} + M_{tay} ; \quad (12)$$

где M_{vd} – момент сопротивления геосреды движению ВД от сил трения, Н·м;

M_{tay} – момент сопротивления геосреды движению ТМ от сил трения, Н·м.

В случае движения геохода в геосреде в шаговом режиме необходимо дополнительно создавать усилие, подтягивая СМ к ТМ, которое будет определяться из выражения

$$\sum F_{подтя} = P_{oien} + T_c + T_{ep} . \quad (13)$$

Выводы

Установлено, что при шаговом режиме движения возникает дополнительное усилие подтягивания СМ к ТМ. Полученные выражения позволяют определить силовые параметры геохода при шаговом режиме движения в геосреде. Полученные зависимости учитывают особенности шагового режима движения и позволяют вести дальнейшие исследования, направленные на уменьшение силовых параметров геохода при его работе.

Для проведения дальнейших исследовательских работ необходимо:

- определить влияние режимов движения геохода на его силовые и энергетические параметры;

- определить влияние параметров геохода и геосреды на силовые и энергетические параметры при шаговом режиме движения геохода в геосреде.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коперчук А. В., Казанцев А. А., Бегляков В. Ю., Филонов В. В. Обоснование необходимости разработки стартового устройства геохода // Технологии и материалы. 2015. № 1. С. 29–30.

2. Ефременков А. Б. Разработка научных основ создания систем геохода: специальность 05.05.06 "Горные машины": диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Ефременков Андрей Борисович. Кемерово, 2016. 314 с.

3. Бегляков В. Ю. Обоснование параметров поверхности взаимодействия исполнительного органа геохода с породой забоя : специальность 05.05.06 "Горные машины" : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Бегляков Вячеслав Юрьевич. Юрга, 2012. 139 с.

4. Аксенов В. В., Казанцев А. А., Пашков Д. А. Геоходная технология строительства подземных выработок: необходимость создания // Горная промышленность. 2023. № S2. С. 83–89. DOI: 10.30686/1609-9192-2023-S2-83-89.
5. Садовец В. Ю., Садовец Р. В., Резанова Е. В. Разработка параметрической модели контура режущей кромки ножа исполнительного органа геохода // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. 2023. № 1. С. 16–24. DOI: 10.21440/0536-1028-2023-1-16-24.
6. Козлов И. В., Садовец В. Ю., Садовец Р. В., Разработка методики построения твердотельной модели тела ножевого исполнительного органа геохода // Техника и технология горного дела. 2022. № 2(17). С. 67–86. DOI: 10.26730/2618-7434-2022-2-67-86.
7. Аксенов В. В., Садовец В. Ю., Бегляков В. Ю. Синтез конструктивных решений исполнительных органов геоходов // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2010. № S3. С. 49–54.
8. Chen S.L. Three dimensional analysis of earth pressure balance (EPB) shield tunneling in soft bedrock // Proc. of the Seventh Intl. Conf. on Advances in Civil, Structural and Mechanical Engineering – CSM. 2018. DOI: 10.15224/978-1-63248-163-4-18.
9. Dziuban B., Ling H. I., Li L. Failure mechanisms of shallow tunnel in sandy ground // Transp. Infrastructure. Geotech. 2018. № 5. Pp. 318–331. DOI: 10.1007/s40515-018-0062-1.
10. Bewick R. The Strength of Massive to Moderately Jointed Rock and its Application to Cave Mining. 2020. DOI: 10.13140/RG.2.2.30960.99848.
11. Bewick R.P., Elmo D. Size effect and rock mass strength // Canadian Geotechnical Journal. 2025. № 62. Pp. 1–18. DOI: 10.1139/cgj-2024-0531.
12. Šancer J., Petroš V., Hudeček V., Zapletal P. Strength and Deformation of Pillars during Mining in the Shaft Pillar // Applied Sciences. 2024. №14(12). 5003. DOI: 10.3390/app14125003.
13. Lee C. J., Jeon Y. J., Kim S. H., Park I. J. The influence of tunneling on pre-existing piled foundation in weathered soil // Geom. and Eng. J. 2016. № 11(4). Pp. 553–570. DOI: 10.12989/gae.2016.11.4.553.
14. Raid R. A., Madhat S. A., Osamah I. A. Effect of Tunnel Progress on the Settlement of Existing Piled Foundation // Studia Geot. et Mech. 2019. № 41(2). Pp. 102–113 (2019). <https://doi.org/10.2478/sgem-2019-0008>.
15. Waad A. Z., Qasim A. M., Halah H. M. Prediction of stresses and settlement for TBM tunnel surrounding soil // Diyala J. of Eng. Sci. 2019. № 12(4). Pp. 50–59. DOI: 10.26367/DJES/VOL.12/NO.4/5.
16. Khoreshok A., Ananyev K., Ermakov A., Babarykin A. Estimation of the Overall Dimensions of the Outer Elements of Geokhod // E3S Web of Conferences: IVth International Innovative Mining Symposium. 2019. Vol. 105. P. 03007. DOI: 10.1051/e3sconf/201910503007.
17. Blaschuk M. Yu., Dronov A. A., Ganovichev S. S. Calculation of Free Interior Dimensions in Geokhod Transmission with Hydraulic Cylinders // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2016. P. 012033. DOI: 10.1088/1757-899X/127/1/012033.
18. Blaschuk M. Yu., Dronov A. A., Ganovichev S. S. Calculation of geometrical parameters of geokhod transmission with hydraulic cylinders // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering: electronic edition. National Research Tomsk Polytechnic University. 2016. Vol. 142. P. 12128. DOI: 10.1088/1757-899X/142/1/012128.

© 2025 Автор. Эта статья доступна по лицензии Creative Commons «Attribution» («Атрибуция») 4.0 Всемирная (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Об авторах:

Аксенов Владимир Валерьевич – доктор технических наук, главный научный сотрудник, г. Кемерово, Российская Федерация, Институт угля ФИЦ УУХ СО РАН, главный научный сотрудник НЦЦТ, г. Кемерово, Российская Федерация, Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева; e-mail: 55vva42@mail.ru

Маметьев Леонид Евгеньевич – доктор технических наук, профессор, г. Кемерово, Российская Федерация, Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева;

Пашков Дмитрий Алексеевич – кандидат технических наук, старший научный сотрудник НЦЦТ, г. Кемерово, Российская Федерация, Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник, г. Кемерово, Российская Федерация, Институт угля ФИЦ УУХ СО РАН; e-mail: pashkovda@kuzstu.ru

Заявленный вклад авторов:

Попов Иван Петрович – постановка исследовательской задачи, концептуализация исследования, анализ данных, подведение итогов, написание текста, обзор актуальной литературы, сбор данных.

Аксенов Владимир Валерьевич – постановка исследовательской задачи, концептуализация исследования, написание текста.

Маметьев Леонид Евгеньевич – постановка исследовательской задачи, концептуализация исследования, написание текста.

Пашков Дмитрий Алексеевич – постановка исследовательской задачи, концептуализация исследования, написание текста.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Original article

DOI: 10.26730/1816-4528-2025-4-69-75

Vladimir V. Aksenov^{1,2}, Leonid E. Mametyev², Dmitry A. Pashkov^{1,2*}

¹ Institute of Coal of the Federal Research Center for Coal and Coal Chemistry SB RAS

² T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University

* for correspondence: pashkovda@kuzstu.ru

GEOKHOD POWER PARAMETERS IN STEP MODE

Abstract.

The article presents dependencies for determining the power parameters of a geohod in a step-by-step mode of motion. The prospects of the geohod technology of mining are noted. A distinctive feature of geohopping technology is given. It is concluded that in all mining equipment, its weight is increased to increase effort. The basic element of geohod technology (Geohod) uses a geo-environment to generate traction and pressure forces, which leads to the absence of the influence of machine weight on traction and pressure forces. It is noted that the change in rock strength during mining has a negative effect on the creation of pressure and traction forces. Energy consumption increases due to the fact that with a slight presence of strong rocks in rocks of medium or soft strength, most of the time a fairly powerful mining machine creates forces, as when sinking workings in strong rocks. Under the same conditions, a machine designed for digging workings in medium-strength rocks, encountering a strong rock on the way, may not create the necessary traction and pressure forces to destroy it at all. In the case of mining with a geohod, it is possible to reduce the power parameters by changing the mode of movement of the geohod from combined to stepper. The purpose of the work is to determine the power parameters during the step mode of movement of the geohod in the geo environment. A mathematical model of the movement of a geo-walker in a geo-environment in step mode has been developed. A diagram of the forces acting on the geohod's systems during its movement in the geo-environment and the names of these forces is presented. It is established that in the step mode of movement, an additional force is exerted to pull the stabilizing module towards the traction module. The expressions obtained make it possible to determine the power parameters of a geohod in a step-by-step mode of movement in a geo-environment.



Article info

Received:

31 May 2025

Accepted for publication:

30 June 2025

Accepted:

01 August 2025

Published:

28 August 2025

Keywords: sinking, mining, geokhod, geokhod technology, geomedia, driving modes

For citation: Aksenov V.V., Mametyev L.E., Pashkov D.A. Geokhod power parameters in step mode. Mining Equipment and Electromechanics, 2025; 4(180):69-75 (In Russ., abstract in Eng.). DOI: 10.26730/1816-4528-2025-4-69-75, EDN: SSBYHZ

REFERENCES

1. Koperchuk A.V., Kazantsev A. A., Beglyakov V.Yu., Filonov V.V. Substantiation of the need to develop a geohod launch device. *Technologies and Materials*. 2015; 1:29–30.
2. Efremenkov A.B. Development of scientific foundations for the creation of geohod systems: specialty 05.05.06 "Mining machines": dissertation for the degree of Doctor of Technical Sciences / Efremenkov Andrey Borisovich. Kemerovo, 2016. 314 p. (in Russian)
3. Beglyakov V.Y. Substantiation of the parameters of the interaction surface of the executive body of the geohod with the face rock : specialty 05.05.06 "Mining machines" : dissertation for the degree of candidate of technical Sciences / Beglyakov Vyacheslav Yuryevich. Yurga, 2012. 139 p.
4. Aksenov V.V., Kazantsev A.A., Pashkov D.A. Geohod technology for the construction of underground workings: the need to create. *Mining industry*. 2023; S2:83–89. DOI: 10.30686/1609-9192-2023-S2-83-89.

5. Sadovets V.Yu., Sadovets R.V., Rezanova E.V. Development of a parametric model of the contour of the cutting edge of the knife of the executive body of the geohod. *News of higher educational institutions. Mining Journal.* 2023; 1:16–24. DOI: 10.21440/0536-1028-2023-1-16-24.
6. Kozlov I.V., Sadovets V.Yu., Sadovets R.V. Development of a methodology for constructing a solid-state model of the body of a knife executive body of a geohod. *Mining engineering and technology.* 2022; 2(17):67–86. DOI: 10.26730/2618-7434-2022-2-67-86.
7. Aksenov V.V., Sadovets V.Yu., Beglyakov V.Yu. Synthesis of constructive solutions of executive bodies of geohouses. *Mining information and Analytical bulletin (scientific and technical journal).* 2010; S3:49–54.
8. Chen S.L. Three dimensional analysis of earth pressure balance (EPB) shield tunneling in soft bedrock. *Proc. of the Seventh Intl. Conf. on Advances in Civil, Structural and Mechanical Engineering – CSM.* 2018. DOI: 10.15224/978-1-63248-163-4-18.
9. Dziuban B., Ling H.I., Li L. Failure mechanisms of shallow tunnel in sandy ground. *Transp. Infrastructure. Geotech.* 2018; 5:318–331. DOI: 10.1007/s40515-018-0062-1.
10. Bewick R. The Strength of Massive to Moderately Jointed Rock and its Application to Cave Mining. 2020. DOI: 10.13140/RG.2.2.30960.99848.
11. Bewick R.P., Elmo D. Size effect and rock mass strength. *Canadian Geotechnical Journal.* 2025; 62:1-18. DOI: 10.1139/cgj-2024-0531.
12. Šancer J., Petroš V., Hudeček V., Zapletal P. Strength and Deformation of Pillars during Mining in the Shaft Pillar. *Applied Sciences.* 2024; 14(12):5003. DOI: 10.3390/app14125003.
13. Lee C.J., Jeon Y.J., Kim S.H., Park I.J. The influence of tunneling on pre-existing piled foundation in weathered soil. *Geom. and Eng. J.* 2016; 11(4):553–570. DOI: 10.12989/gae.2016.11.4.553.
14. Raid R.A., Madhat S.A., Osamah I.A. Effect of Tunnel Progress on the Settlement of Existing Piled Foundation. *Studia Geot. et Mech.* 2019; 41(2):102–113. DOI: 10.2478/sgeom-2019-0008.
15. Waad A.Z., Qasim A.M., Halah H.M. Prediction of stresses and settlement for TBM tunnel surrounding soil. *Diyala J. of Eng. Sci.* 2019; 12(4):50–59. DOI: 10.26367/DJES/VOL.12/NO.4/5.
16. Khoreshok A., Ananyev K., Ermakov A., Babarykin A. Estimation of the Overall Dimensions of the Outer Elements of Geokhod. *E3S Web of Conferences: IVth International Innovative Mining Symposium.* 2019; 105:03007. DOI: 10.1051/e3sconf/201910503007.
17. Blaschuk M.Yu. Dronov A.A., Ganovichev S.S. Calculation of Free Interior Dimensions in Geohod Transmission with Hydraulic Cylinders. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering.* 2016. P. 012033. DOI: 10.1088/1757-899X/127/1/012033.
18. Blaschuk M.Yu., Dronov A.A., Ganovichev S.S. Calculation of geometric parameters of geohod transmission with hydraulic cylinders. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering: electronic edition.* National Research Tomsk Polytechnic University. 2016; 142:12128. DOI: 10.1088/1757-899X/142/1/012128.

© 2025 The Author. This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>). The authors declare no conflict of interest.

About the author:

Vladimir V. Aksenov – Doctor of Technical Sciences, Chief Researcher, Kemerovo, Russian Federation, Institute of Coal of the Russian Academy of Sciences, Chief Researcher of the Scientific Research Center, Kemerovo, Russian Federation, T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University; e-mail: 55vva42@mail.ru

Leonid E. Mametyev – Doctor of Technical Sciences, Professor, Kemerovo, Russian Federation, T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University;

Dmitry A. Pashkov – Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher at the Scientific and Technical Center, Kemerovo, Russian Federation, T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher, Kemerovo, Russian Federation, Institute of Coal of the Russian Academy of Sciences; e-mail: pashkovda@kuzstu.ru

Contribution of the authors:

Vladimir V. Aksenov – setting a research task, conceptualizing research, writing a text.

Leonid E. Mametyev – formulation of a research problem, conceptualization of research, writing a text.

Dmitry A. Pashkov – formulation of a research problem, conceptualization of research, writing a text.

Authors have read and approved the final manuscript.



ГОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА



4₍₁₈₀₎♦2025

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ГОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА

12+

4(180)
2025

Основан в 2000 году

Выходит 6 раз в год

ISSN 1816-4528

Главный редактор:
Хорешок А.А., д.т.н., проф.

Зам. гл. редактора:
Лагунова Ю.А., д.т.н., проф.
Кантович Л.И., д.т.н., проф.

Редакционный совет:
Трубецкой К.И., акад. РАН, д.т.н.
Галкин В.А., д.т.н.
Мерзляков В.Г., д.т.н., проф.
Блонменштейн В.Ю., д.т.н., проф.
Аксенов В.В., акад. АГН, д.т.н.

Редакционная коллегия:
Андреева Л.И., д.т.н.
Аникиуков Т.Ж., к.т.н., доц.
Воронова Э.Ю., д.т.н., проф.
Галкин В.И., д.т.н., проф.
Глебов А.В., к.т.н.
Жабин А.Б., д.т.н., проф.
Здринов И.В., д.т.н.
Ляхомский А.В., д.т.н., проф.
Певзнер Л.Д., д.т.н., проф.
Петров В.Л., д.т.н., проф.
Семыкина И.Ю., д.т.н., проф.
Топоров О.З., д.т.н., проф.
Трифонов Г.Д., д.т.н., проф.
Хазинович Г.Ш., д.т.н., проф.
Юнгтайстер Д.А., д.т.н., проф.

Учредитель и издатель:
ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева»

Адрес учредителя, издателя и редакции:
650000, Россия, Кемеровская область,
г. Кемерово, ул. Весенняя 28

Технический редактор:
Остапин О.А.

Дизайн обложки, компьютерная верстка: Бородин Д.А.

Телефон редакции:
+7 (384-2) 39-63-14

Email: gontash@kuzstu.ru
Сайт: <http://gontash.kuzstu.ru>

СОДЕРЖАНИЕ

ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ И СИСТЕМЫ

Виноградов А.Б., Сибирцев А.Н., Чистосердов В.Л., Гнездов Н.Е., Коротков А.А., Ермаков К.К. Расширенные функциональные возможности и импортозамещение в тяговом электрооборудовании карьерных самосвалов	3
Расторгова И.И., Труфанов С.А. Моделирование системы контроля и диагностики электротехнического комплекса буровой установки	12

ГОРНЫЕ МАШИНЫ

Косарев И.В., Мезников А.В., Косарев В.В., Андреев Г.В., Чайков Е.М. Принудительная циркуляционная система смазки высоконагруженных трансмиссий очистного комбайна КДК 1000	22
Андреева Л.И., Неволина Е.М. Контроль опасных производственных ситуаций как способ повышения квалификации ремонтного персонала в области обеспечения безопасности производства	37
Андреева Л.И. Планирование финансовых ресурсов в ремонтной службе горнодобывающего предприятия	49
Попов И.П., Бокарев А.И., Дубинкин Д.М. Анализ методик проектирования несущих систем карьерных самосвалов	60
Аксенов В.В., Маметьев Л.Е., Пашков Д.А. Силовые параметры геохода при шаговом режиме движения	69
Герине Н.Б., Герине Б.Л. Применение единых критерии для диагностики и прогнозирования технического состояния подшипников	76
Зайцев Л.А., Бокарев А.И., Дианов В.А., Нескин И.В., Садовец В.Ю., Закрасовский Д.И. Сбор экспериментальных данных об эксплуатации карьерных автосамосвалов БЕЛАЗ-7530 (часть 1)	83
Зайцев Л.А., Бокарев А.И., Дианов В.А., Нескин И.В., Садовец В.Ю., Тургенев И.А. Сбор экспериментальных данных об эксплуатации карьерных автосамосвалов БЕЛАЗ 7530 (часть 2)	91

Позиция редакции не всегда совпадает с точкой зрения авторов публикуемых материалов.

Полнотекстовый доступ к электронной версии журнала на сайте www.elibrary.ru
Налоговая льгота – Общероссийский классификатор продукции
Издание соответствует коду 58.14 ОКПД 2 ОК 034-2014 (КПЕС 2008)

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций – регистрационный номер ПИ № ФС77-76284 от 19 июля 2019 г.

Журнал включен в Перечень ВАК РФ – ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук по направлениям (технические науки)

- 2.5.5. Технология и оборудование механической и физико-технической обработки (технические науки)
- 2.4.2. Электротехнические комплексы и системы (технические науки)
- 2.8.8. Геотехнология, горные машины (технические науки)

Дата выхода в свет: 28.08.2025. Формат 60×84/8. Бумага офсетная. Отпечатано на МФУ. Уч.-изд. л. 12,5. Тираж 70 экз. Заказ 70. Цена свободная
Адрес типографии: Издательский центр КузГТУ
650000, Россия, Кемеровская область, г. Кемерово, ул. Д.Бедного, 4а

SCIENTIFIC AND PRACTICAL JOURNAL
MINING EQUIPMENT
AND ELECTROMECHANICS
GORNOE OBORUDOVANIE I ELEKTROMEKHANIKA

12+

4(180)

2025

Founded in 2000

Issued 6 times a year

ISSN 1816-4528

Editor-in-chief:

Khoreshok A. A., Dr. Sc., prof.

Deputy editor-in-chief:

Lagunova, Yu. a., prof.

Kantowicz L. I., Dr. Sc., prof.

Editorial board:

Trubetskoy K. N., Acad. RAS, Dr. Sc.
Galkin V. A., Dr. Sc.

Merzlyakov V. G., Dr. Sc., prof.

Blumenstein V. Yu., Dr. Sc., prof.

Aksenenko V. V., Akad. AMS., Dr. Sc.

Editorial Team:

Andreeva L. I., Dr. Sc.

Annakulov T. J., PhD, assoc. prof.

Voronova E. Yu., Dr. Sc., prof.

Galkin V. I., Dr. Sc., prof.

Glebov A. V., Ph. D.

Zhabin A. B., Dr. Sc., prof.

Zyryanov I. V., Dr. Sc.

Lakomski A. V., Dr. Sc., Prof.

Pevzner L. D., Dr. Sc., prof.

Petrov V. L., Dr. Sc., prof.

Semykina I. Yu., Dr. Sc., prof.

Toirov O. Z., Dr. Sc., prof.

Trifanov G. D., Dr. Sc., prof.

Khazanovich G. Dr. Sc., prof.

Jungmeister D. A., Dr. Sc., prof.

Founder and publisher:

T. F. Gorbachev Kuzbass state technical university

Address of the founder, the publisher and the Editorial office:

Russia, 650000, Kemerovo region,
Kemerovo, 28 Vesennaya str.

Technical editor:

Ostaniin O. A.

**Cover design,
computer layout:** Borodin D. A

Tel.: +7 (384-2) 39-63-14

Email: gormash@kuzstu.ru

Website: <http://gormash.kuzstu.ru>

CONTENTS

ELECTROTECHNICAL COMPLEXES AND SYSTEMS

Vinogradov A.B., Sibirtsev A.N., Chistoserdov V.L., Gnezdov N.E., Korotkov A.A., Ermakov K.K. Enhanced functionality and import substitution in traction electrical equipment for mining dump trucks	3
Rastvorova I.I., Trufanov S.A. Modeling of the control and diagnostics system of the electrical complex of the drilling rig	12

MINING MACHINES

Kosarev I.V., Meznikov A.V., Kosarev V.V., Andreev G.V., Chaikov E.M. Forced circulation lubrication system for highly loaded transmissions of the KDK 1000 cleaning combine	22
Andreeva I.I., Nevolina E.M. Control of hazardous production situations as a way to improve the skills of repair personnel in the field of industrial safety	37
Andreeva I.I. Financial resource planning in the repair service of a mining enterprise ..	49
Popov I.P., Bokarev A.I., Dubinkin D.M. Analysis of methods of designing load-bearing systems of mining dump trucks	60
Aksenenko V.V., Mametyev I.E., Pashkov D.A. Geohod power parameters in step mode	69
Gericke P.B., Gericke B.L. Application of uniform criteria for diagnostics and forecasting of technical condition of bearings	76
Zaitsev L.A., Bokarev A.I., Dianov V.A., Neskin I.V., Sadovets V.Yu., Zakrasovsky D.I. Experimental data collection about dump truck BELAZ-7530 operation in an open pit mine (part 1)	83
Zaitsev L. A., Bokarev A. I., Dianov V. A., Neskin I. V., Sadovets V. Yu., Turgenev I. A. Experimental data collection about dump truck BELAZ 7530 operation in an open pit mine (part 2)	91

The editorial position does not always coincide with the point of view of the authors of the published materials.

Full-text access to the electronic version of the journal is on website www.elibrary.ru

Tax relief - All-Russian product classifier

The publication corresponds to 58.14.1 OKPD 2 OK 034-2014 (KPEC 2008)

The journal is registered by the Federal Service for Supervision in the Sphere of Communication, Information Technologies and Mass Communications - media registration number No. FS77-76284 of July 19, 2019.

The journal is included in the Russia 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 (engineering):

- 2.5.5. Technology and equipment for mechanical and physical-technical processing (engineering)
- 2.4.2. Electrotechnical complexes and systems (engineering)
- 2.8.8. Geotechnology, Mining machines (engineering)

Date of publication: 28 August 2025. Format 60×84 /8. Offset paper. Imprinted on MFPs. Published sheets 12,5. Edition 70 copies. Order 70. Free price

Address of the printing house:

Publishing center KuzSTU

Russia, 650000, Kemerovo region, Kemerovo, 4a, D. Bednogo str