

IX Международная научно-практическая конференция
«Инновационные технологии в машиностроении»

19. Садовец В.Ю., Аксенов В.В. Ножевые исполнительные органы геологов: монография / В.Ю. Садовец, В.В. Аксенов // Издательство: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG Heinrich-Böcking-Str. 6-8, 66121 Saarbrücken, Germany. 2011. -141 с.
20. Вальтер А.В., Аксенов В.В. Варианты обеспечения точности оболочек и собираемости корпусов геолога // Механика XXI века. 2015. № 14. С. 89-92.
21. Аксенов В.В., Садовец В.Ю., Пашков Д.А. Определение силовых параметров ножевого исполнительного органа геолога для разрушения пород малой крепости // Вестник КузГТУ. - 2017. - №3. - С. 116-126.
22. Ветров Ю.А. Расчет сил резания и копания грунтов. – Киев: Изд-во Киев. Ун-та, 1985. 251 с.
23. Винтоповоротные проходческие агрегаты. А.Ф. Эллер, В.Ф. Горбунов, В.В. Аксенов. – Новосибирск: ВО «Наука». Сибирская издательская фирма, 1992 г.– 192 с.
24. [Горбунов В.Ф.](#), [Аксёнов В.В.](#), [Садовец В.Ю.](#) Экспертная оценка влияния особенностей нового класса горнопроходческой техники на методику расчета его параметров//[Вестник Кузбасского государственного технического университета](#). -2004. -№ 6.1. -С. 43-45.
25. Аксенов В.В., Садовец В.Ю. Синтез технических решений ножевого исполнительного модуля геолога//Вестник Кузбасского государственного технического университета/Кемерово, 2006-№ 6. С. 33-37.
26. Аксенов В.В., Садовец В.Ю. Структурная матрица геологов//Служение делу. Кемерово, 2006. С. 90-99.
27. Аксенов В.В., Садовец В.Ю., Бегляков В.Ю. Обоснования формы забоя выработки геолога//Сборник трудов Международной научно-практической конференции с элементами научной школы для молодых ученых «Инновационные технологии и экономика в машиностроении». 20-21 мая, 2010 г./ЮТИ. - Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2010. -С.492-496.
28. Аксенов В.В., Садовец В.Ю., Бегляков В.Ю. Обоснования формы забоя выработки геолога//Сборник трудов Международной научно-практической конференции с элементами научной школы для молодых ученых «Инновационные технологии и экономика в машиностроении». 20-21 мая, 2010 г./ЮТИ. - Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2010. -С.492-496.
29. Аксенов В.В., Ефременков А.Б., Садовец В.Ю., Резанова Е.В. Создание инновационного инструментария для формирования подземного пространства//Вестник КузГТУ/Кемерово, 2010-№ 1. С. 42-46.
30. [Бегляков В.Ю.](#), [Аксенов В.В.](#) Поверхность забоя при проходке горной выработки геологом. - Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, 2012. -139 с.

ВЛИЯНИЕ ШИРИНЫ РЕЗА НА РАДИАЛЬНУЮ ПРОЕКЦИЮ СИЛЫ РЕЗАНИЯ

В.В. Аксенов^{1,3}, д.т.н., В.Ю. Садовец^{2,3}, к.т.н., доцент, Д.А. Пашков¹, аспирант

¹*Институт угля ФИЦ УУХ СО РАН*

650610, Россия, г. Кемерово, Ленинградский, 10.

²*Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева*

650000, Россия, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28.

³*Юргинский технологический институт (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский*

Томский политехнический университет»

652052, Россия, г. Юрга, ул. Ленинградская, д. 26.

e-mail: vsadovec@yandex.ru

В статье обосновывается влияние ширины реза на проекцию составляющей силы резания на плоскость, перпендикулярную оси вращения геолога. Рассмотрена актуальность исследования. Для постановки цели и задач исследования определена проекция составляющей силы резания на плоскость, перпендикулярную оси вращения геолога. На основании проведенного исследования построена зависимость радиальной проекции силы резания ножевого исполнительного органа геолога (РИО.СВ) от α до π .

Одним из приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в РФ является необходимость эффективного использования пространства, в том числе подземного. Однако проведение подземных выработок представляет собой трудоемкий и дорогостоящий процесс. Где наиболее остро стоят задачи повышения скорости проходки, производительности труда и безопасности, снижения стоимости работ [1-12].

Перспективным направлением, решающим данные вопросы является применение геовинчестеной технологии для образования полости в подземном пространстве, где базовым элементом является геолог [13-19].

На существующем этапе разработки элементов геовинчестерной технологии остро стоит необходимость разработки конструктивных и технических решений исполнительных органов способных проводить образование полости в подземном пространстве по породам крепостью до 1 по шкале М.М. Протодяконова [20-25].

Под радиальной проекцией силы резания понимается проекция составляющей силы сопротивления грунта резанию, зависящей от ширины среза, на плоскость, перпендикулярную оси вращения геохода ($R_{ИО.СВ}$).

Из ранее проведенных исследований одной из характерных точек изгиба ножевого исполнительного органа геохода является точка при которой проекция составляющей силы сопротивления грунта резанию, зависящей от ширины среза, на ось вращения геохода ($P_{0.СВ}$) в пределах от 0 до x , будет равна проекции составляющей силы сопротивления грунта резанию, зависящей от ширины среза, на плоскость, перпендикулярную оси вращения геохода ($R_{ИО.СВ}$) в пределах от x до R_r , т.е.

$$\int_0^x P_{с.св} dx = \int_x^{R_r} R_{ио.св} dx ; \quad (1)$$

Проекция составляющей силы сопротивления грунта резанию, зависящей от ширины среза, на плоскость, перпендикулярную оси вращения геохода (РИО.СВ) в пределах от x до R_r будет равна [26-30]

$$R_{и.о.св} = \frac{\phi m_{св} h_e^2 + h_e n P_{изн}}{2\pi n \cos \gamma} \cdot \frac{\sin \beta_x - \sin \beta_1}{\sin \beta_1 \sin \beta_x} + \frac{h_e}{2\pi} \left(\phi m_{св} \frac{h_e}{n} \frac{ctg(\delta + \phi_{TP})}{\cos \gamma} - \frac{ctg(\delta_1 + \phi_{TP})}{\cos \gamma} P_{изн} \right) \cdot \left(\ln \frac{tg \left| \frac{\beta_x}{2} \right|}{tg \left| \frac{\beta_1}{2} \right|} \right) \quad (2)$$

Для того чтобы проследить влияние увеличения ширины реза в пределах от x до R_r на радиальную проекцию силы резания, использовано выражения (2).

На основе горнотехнических условий проведения выработок геоходом с ножевым ИО представленным в таблице, по выражению (2) была посчитана радиальная проекция силы резания ($R_{ИО.СВ}$) в пределах от x до R_r , где переменная x изменяется от 0 до R_r с шагом 0,01 м.

На основании расчетов, был построен график (рисунок 1) изменения радиальной проекции силы резания ($R_{ИО.СВ}$) в пределах от x до R_r при отдаление от оси вращения точки на расстояние x .

По оси ординат, представленной зависимости, отложено значение радиальной проекции силы резания ножевого исполнительного органа геохода (Н), а по оси абсцисс расстояние x на которое отдалена точка от оси вращения.

Таблица

Горнотехнические условия проведения выработки геоходом с ножевым ИО.

Наименование	Обозначение	Единица измерения	Значение
Радиус геохода	R_r	м	0,9
Шаг винтовой лопасти	h_B	м	0,5
Коэффициент, учитывающий влияние угла резания [22]	ϕ		0,74
Удельная сила резания в лобовой части прорези при угле резания 45° [22]	$m_{св}$	Н/м ²	300000
Угол наклона радиального ножа к плоскости, перпендикулярной оси вращения геохода	γ	град	0
Параметры, характеризующие сопротивление материала упругопластическому сжатию [22]	P_0	Н/м	11300
	$P_{усл}$	Н/м	61900
	$h_{всл}$	м	0,639
Угол резания	δ	град	35
Угол трения [23]	ϕ_{-f}	град	31,4
Количество ножей	n		2

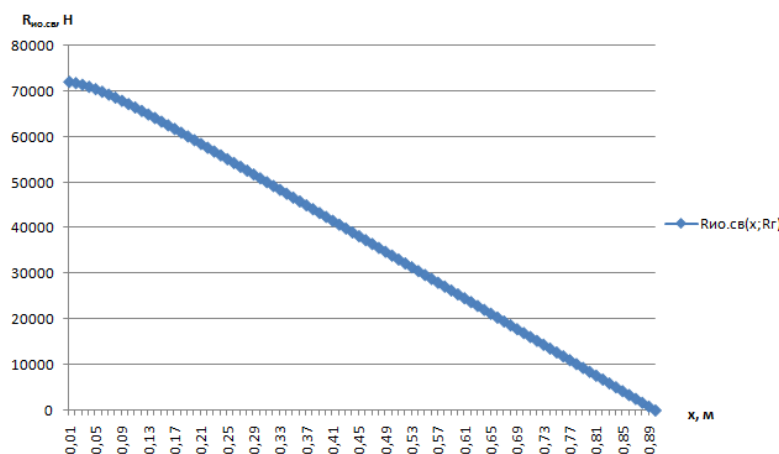


Рис. 1. Зависимость радиальной проекции силы резанию ножевого исполнительного органа геохода ($R_{НО,СВ}$) от расстояния x на которое отдалена точка от оси вращения

Из графика изображенного на рисунке 1, видно что:

- значение радиальной проекции силы резания уменьшается нелинейно от полной длины ножа (от 0 до R_r) до значения $x=0,1$ м (от 0,1 до R_r);
- при значении $x>0,1$ м, значение радиальной проекции силы резания уменьшается пропорционально x ;
- при значении $x=0,9$ м, т.е. равное радиусу геохода, значение радиальной проекции силы резания равняется 0, т.к. в данном случае, ширина реза равна 0.

Список литературы

1. [Sadovets V.Yu., Beglyakov V.Yu. and Efremenkov A.B.](#) 2015 Simulation of geokhod movement with blade actuator Applied Mechanics and Materials 770 384-390.
2. Садовец В.Ю., Пашков Д.М. Оценка необходимости создания крепевозводящего модуля геохода//В сборнике: Перспективы инновационного развития угольных регионов России Сборник трудов IV Международная научно-практическая конференция. Редакционная коллегия: Пудов Е.Ю. (ответственный редактор), Клаус О.А. (ответственный редактор), Бершполец С.И., Конопля А.А. 2014. С. 346-349.
3. Садовец В.Ю., Пашков Д.А. Последовательность операций возведения крепи в условиях геовичестерной технологии//В сборнике: Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири. Сибресурс 2014 Материалы XV международной научно-практической конференции. В.П. Тащиенко (отв. редактор), В.А. Колмаков (зам. отв. редактора). 2014. С. 63.
4. [Аксенов В. В., Садовец В. Ю., Буялич Г. Д., Бегляков В. Ю.](#) Влияние уступа на НДС призабойной части горной выработки //Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). -2011. -Отд. вып. 2: Горное машиностроение. -С. 55-67.
5. [Садовец, В.Ю.](#) Структурная матрица горнопроходческих систем/Горбунов В.Ф., Аксенов В.В., Садовец В.Ю./«Служение делу»: -Кемерово, -2006. -С. 77-84.
6. [Аксенов В.В., Садовец В.Ю., Бегляков В.Ю.](#) Влияние динамических процессов, формирующихся в рабочих режимах, на силовые параметры ножевого исполнительного органа//Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал) = Mining informational and analytical bulletin (scientific and technical journal). 2009. Т. 10. № 12. С. 91-106.
7. Aksekov V., Sadovets V., Rezanova E., Pashkov D. [Impact of the number of blades of the geokhod cutting body on cutting forces](#) // E3S Web of Conferences. 2017. Т. 15. С. 03015.
8. Aksekov V., Sadovets V., Pashkov D. The influence of parameters on the generatrix of the helicoid form guide of geokhod bar working body// E3S Web of Conferences The Second International Innovative Mining Symposium. 2017.
9. Садовец В.Ю. Разработка модели кинематических особенностей геохода. Иновационные технологии экономика в машиностроении /В.Ю. Садовец, В.Ю. Бегляков, А.Б. Ефременков.//Сборник трудов V Международная научно-практическая конференция: в 2-х т. -Юргинский технологический институт. -Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. -Т.2. -С. 292-298.

10. Садовец В.Ю. Обоснование конструктивных и силовых параметров ножевых исполнительных органов геогодов//автореф. дисер. к.т.н. Кузбасс. гос. техн. ун-т. -Кемерово, 2007. с. 17.
11. Садовец В.Ю., Пашков Д.А. Определение функции линии контакта ножа исполнительного органа геогода с поверхностью забоя // Технологии и материалы. - 2016. - №4. - С. 9-14.
12. Аксенов В.В., Садовец В.Ю., Пашков Д.А. Обоснование необходимости создания исполнительного органа геогода для разрушения пород малой крепости // Вестник КузГТУ. - 2016. - №6. - С. 8-14.
13. Садовец В.Ю., Пашков Д.А. Обоснование необходимости создания барового исполнительного органа геогода для разрушения пород крепостью до 1 по шкале профессора Протодяконова // В сборнике: Международной научно-практической конференции «Инновации в информационных технологиях, машиностроении и автотранспорте». КузГТУ. 2017. С. 381-385.
14. Пашков Д.А. Анализ существующих баровых исполнительных органов // В сборнике: IX Всероссийской, 62 научно-практической конференции молодых ученых с международным участием «Россия молодая». С.Г. Костюк (отв. редактор). 2017. С. 35011.
15. Садовец В.Ю., Бегляков В.Ю., Пашков Д.А. Физико-механические свойства горных пород малой крепости// В сборнике: Перспективы инновационного развития угольных регионов России/Сборник трудов V Международной научно-практической конференции. Ответственные редакторы Пудов Е. Ю., Клаус О. А. -2016. -С. 142-147.
16. Садовец В.Ю., Аксенов В.В., Бегляков В.Ю. Разработка модели взаимодействия ножевого исполнительного органа геогода с геосредой // Технологии и материалы. 2015. № 1. С. 36-41
17. Аксенов В.В., Садовец В.Ю. Моделирование особенностей движения геогода // Вестник КузГТУ. - 2007. - №1. - С. 20-122.
18. Аксенов В.В., Садовец В.Ю., Резанова Е.В. Синтез технических решений нового класса горно-проходческой техники // Известия вузов. Горный журнал / Екатеринбург, 2009-№ 8. С. 56-63.
19. Садовец В.Ю., Аксенов В.В. Ножевые исполнительные органы геогодов: монография / В.Ю. Садовец, В.В. Аксенов // Издательство: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG Heinrich-Böcking-Str. 6-8, 66121 Saarbrücken, Germany. 2011. -141 с.
20. Вальтер А.В., Аксенов В.В. Варианты обеспечения точности оболочек и собираемости корпусов геогода // Механики XXI веку. 2015. № 14. С. 89-92.
21. Аксенов В.В., Садовец В.Ю., Пашков Д.А. Определение силовых параметров ножевого исполнительного органа геогода для разрушения пород малой крепости // Вестник КузГТУ. - 2017. - №3. - С. 116-126.
22. Ветров Ю.А. Расчет сил резания и копания грунтов. – Киев: Изд-во Киев. Ун-та, 1985. 251 с.
23. Винтоповоротные проходческие агрегаты. А.Ф. Эллер, В.Ф. Горбунов, В.В. Аксенов. – Новосибирск: ВО «Наука». Сибирская издательская фирма, 1992 г.– 192 с.
24. [Горбунов В.Ф.](#), [Аксёнов В.В.](#), [Садовец В.Ю.](#) Экспертная оценка влияния особенностей нового класса горнопроходческой техники на методику расчета его параметров//[Вестник Кузбасского государственного технического университета](#). -2004. -№ 6.1. -С. 43-45.
25. Аксенов В.В., Садовец В.Ю. Синтез технических решений ножевого исполнительного модуля геогода//Вестник Кузбасского государственного технического университета/Кемерово, 2006-№ 6. С. 33-37.
26. Аксенов В.В., Садовец В.Ю. Структурная матрица геогодов//Служение делу. Кемерово, 2006. С. 90-99.
27. Аксенов В.В., Садовец В.Ю., Бегляков В.Ю. Обоснования формы забоя выработки геогода//Сборник трудов Международной научно-практической конференции с элементами научной школы для молодых ученых «Инновационные технологии и экономика в машиностроении». 20-21 мая, 2010 г./ЮТИ. - Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2010. -С.492-496.
28. Аксенов В.В., Садовец В.Ю., Бегляков В.Ю. Обоснования формы забоя выработки геогода//Сборник трудов Международной научно-практической конференции с элементами научной школы для молодых ученых «Инновационные технологии и экономика в машиностроении». 20-21 мая, 2010 г./ЮТИ. - Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2010. -С.492-496.
29. Аксенов В.В., Ефременков А.Б., Садовец В.Ю., Резанова Е.В. Создание инновационного инструментария для формирования подземного пространства//Вестник КузГТУ/Кемерово, 2010-№ 1. С. 42-46.
30. [Бегляков В.Ю.](#), [Аксенов В.В.](#) Поверхность забоя при проходке горной выработки геогодом. - Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, 2012. -139 с.