

Научная статья

УДК 622.23.05

DOI: 10.26730/1816-4528-2023-3-49-58

Нозирзода Шодмон Салохидин

Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого

*E-mail: shoni_1997@mail.ru

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ТЕЛА НОЖА
ГЕЛИКОИДНОЙ ФОРМЫ ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО ОРГАНА ГЕОХОДА****Информация о статье**

Поступила:

12 мая 2023 г.

Одобрена после
рецензирования:

15 июня 2023 г.

Принята к печати:

27 июня 2023 г.

Опубликована:

11 июля 2023 г.

Ключевые слова:

геоход, ножевой исполнительный орган, эксплуатационные свойства, геометрические параметры, напряженно-деформированное состояние

Аннотация.

Геометрические параметры профиля сечения ножа исполнительного органа геохода для разрушения мягких пород являются одним из ключевых факторов, которые влияют на эксплуатационные свойства тела ножа геликоидной формы. В работе рассматривается анализ геометрических параметров сечения профиля тела ножа исполнительного органа геохода с учетом режущей кромки. Исходя из оптимальных геометрических параметров при разрушении мягких пород выявлены зависимости угла заострения от переднего γ и заднего α угла наклона при разных значениях угла резания, также выявлена зависимость угловых параметров от высоты наклона и ширины ножа. По выбранным параметрам задана геометрия режущей кромки для различных геликоидных форм ножа. Для обоснования геометрических параметров режущих кромок и выбранного материала для изготовления проведено численное моделирование эксперимента по исследованию напряженно-деформированного состояния ножа исполнительного органа геохода. Представлены дискретизации геометрических моделей ножа при различных формах и получены эпюры распределения эквивалентных напряжений и радиальных перемещений для каждой формы ножа исполнительного органа при максимальных значениях нагрузки. В результате проведенных исследований выявлены опасные сечения для каждой формы тела ножа исполнительного органа.

Для цитирования: Нозирзода Ш.С. Обеспечение эксплуатационных свойств тела ножа геликоидной формы исполнительного органа геохода // Горное оборудование и электромеханика. 2023. № 3 (167). С. 49-58. DOI: 10.26730/1816-4528-2023-3-49-58, EDN: NDWGIW

Актуальность работы. Для разрушения мягких пород используются различные механизмы. В конструкции геохода – нового класса горной машины – для разрушения мягких пород используется ножевой исполнительный орган [1-3]. Ножевой исполнительный орган состоит из четырех ножей, соединенных между собой и с корпусом геохода. Тело ножа выполнено в сложной геликоидной форме. В качестве рациональных форм предлагается выполнение тел ножа прямой геликоидной формы, геликоидной формы с воронкой и выпуклой геликоидной формы [5-6].

Для изготовления тела ножа и дальнейшей эксплуатации его в условиях подземных выработок необходимо обосновать геометрические параметры режущей кромки ножа и провести ряд исследова-

ний по обеспечению эксплуатационных свойств детали. От эксплуатационных свойств, таких как прочность, коррозионная стойкость, износостойкость, зависит надежность и долговечность машин, а данные свойства в свою очередь зависят от геометрических параметров тела и режущей кромки, механических свойств материалов, точности и качества обработки материалов и условий эксплуатации.

В работах [5-7] рассматривается определенная методика построения геликоидной формы тела ножа исполнительного органа геохода. Также в другой работе [8] рассматриваются различные геометрии сечения ножа исполнительного органа при различных углах наклона. Для обоснования геометрических параметров профиля сечения ножа исполни-

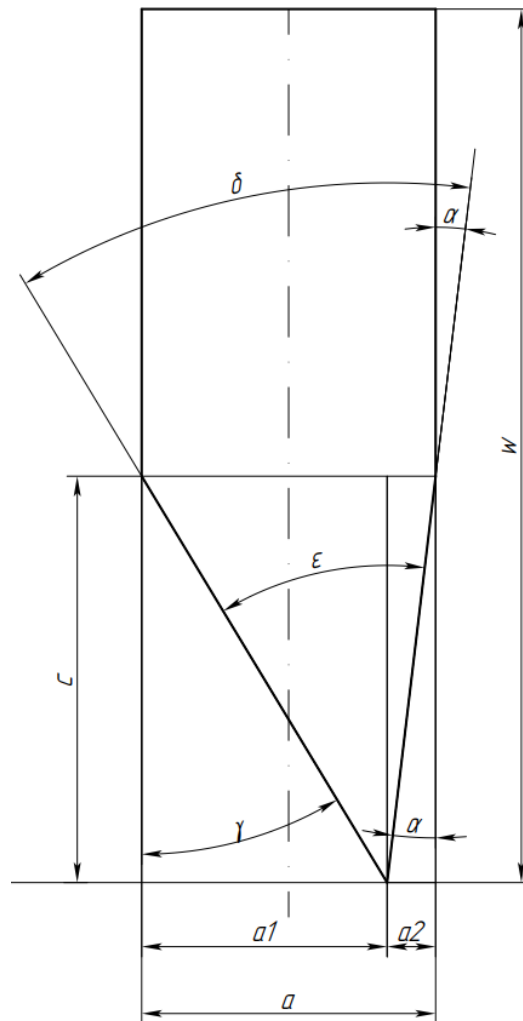


Рис. 1. Геометрия поперечного сечения ножа исполнительного органа геохода
(ε – угол заострения, γ – передний угол наклона режущей кромки ножа, α – задний угол наклона режущей кромки ножа, δ – угол резания, c – расстояние наклона ножа, $a1$, $a2$, a – линейные размеры)

Fig. 1. The geometry of the cross-section of the knife of the executive body of the geohod (ε is the angle of sharpening; γ is the front angle of inclination of the cutting edge of the knife; α is the rear angle of inclination of the cutting edge of the knife; δ is the cutting angle; c is the distance of inclination of the knife; $a1$, $a2$, a are linear dimensions)

тельного органа необходимо учитывать различные условия из теории резания грунтов. Угол резания при разрушении мягких пород задается в определенных значениях и оптимальные значения для режущего инструмента отмечены в различных источниках [9-14].

Цель работы: определение геометрических параметров режущей кромки тела ножа исполнительного органа геохода для обеспечения его эксплуатационных свойств.

Методы исследования. Используем новый подход для определения геометрических параметров сечения ножа исполнительного органа геохода. Данный подход предполагает определение переднего угла наклона режущей кромки γ и заднего угла режущей кромки α исходя из оптимальных значениях угла резания δ и угла заострения ножа ε исполнительного органа.

При разрушении мягких пород в качестве оптимального значения угла резания принимаем $\delta = 30 \dots 32^\circ$, оптимальное значение угла заострения

$\varepsilon = 25 \dots 27^\circ$ [9-14]. Определяем такое значение переднего угла наклона режущей кромки γ , чтобы оптимальное значение заднего угла режущей кромки $\alpha = 6 \dots 8^\circ$. На Рис. 1 приведена геометрия сечения ножа исполнительного органа геохода.

Проведем геометрический анализ параметров сечения ножа исполнительного органа. Исходя из данного сечения, можно отметить, что:

$$\varepsilon = \gamma + \alpha, \quad (1)$$

$$\delta = \varepsilon + \alpha \quad (2)$$

Определение переднего угла наклона режущей кромки:

$$\gamma = \varepsilon - \alpha = \varepsilon - (\delta - \varepsilon) = \varepsilon - \delta + \varepsilon = 2\varepsilon - \delta \quad (3)$$

Для определения зависимости углов наклона режущей кромки задаем оптимальные значения угла заострения при разных углах резания. На Рис. 2 приведена зависимость угла заострения от переднего γ и заднего α угла наклона при разных углах резания.

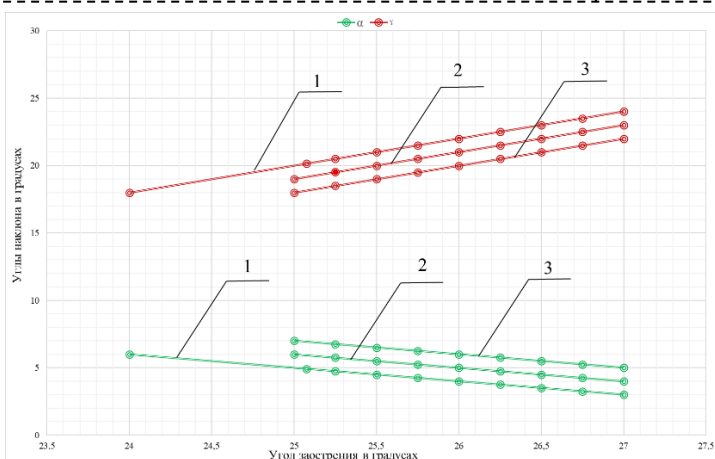


Рис. 2. Зависимости угла заострения от переднего γ и заднего α угла наклона
(1 – при $\delta=30^\circ$, 2 – при $\delta=31^\circ$, 3 – при $\delta=32^\circ$)

Fig. 2. The dependence of the angle of sharpening on the anterior γ and posterior α angle of inclination (1 – at $\delta=30^\circ$, 2 – at $\delta=31^\circ$, 3 – at $\delta=32^\circ$)

Таблица 1. Значения углов сечения ножа и угла резания
Table 1. Values of knife cross-section angles and cutting angle

| δ | ε | α | γ |
|----------|---------------|----------|----------|
| 30 | 24 | 6 | 18 |
| 31 | 25 | 6 | 19 |
| 32 | 25 | 7 | 18 |
| | 25,25 | 6,75 | 18,5 |
| | 25,5 | 6,5 | 19 |
| | 25,75 | 6,25 | 19,5 |
| | 26 | 6 | 20 |

Данные зависимости показывают, что при увеличении значения угла заострения увеличивается значение переднего угла наклона режущей кромки, а у задней при этом уменьшается. Расчет значения углов наклона при разных значениях угла резания позволяет нам определить оптимальные значения для переднего угла наклона режущей кромки ножа, обеспечивая оптимальные значения заднего угла наклона. Результаты расчетов углов приведены в Таблице 1.

Исходя из данных Таблицы 1 можно отметить, что передний угол наклона режущей кромки находится в пределах $18-20^\circ$ и это соответствует схемам, приведенным в работе [8].

Далее определяем линейные параметры сечения ножа исполнительного органа геохода, которые соответственно зависят от выше рассмотренных угловых параметров. Угловые параметры позволяют нам определить в дальнейшем линейные размеры, а именно высоту наклона режущей кромки для переднего угла резания и для заднего угла наклона.

В различных источниках [8-14], которые направлены на конструирование инструментов для разрушения мягкой породы, предлагаются разные варианты: высота наклона режущих кромок одинакова для переднего угла и заднего угла, высота для заднего меньше, а для переднего больше и так далее. С точки зрения технологии изготовления, по-

лучения геликоидной формы и упрочнения режущей кромки предполагается в качестве рациональных вариантов рассматривать режущую кромку с одинаковой высотой переднего и заднего углов наклона. При этом в дальнейшем будет проводиться исследование напряженно-деформированного состояния тела ножа, расчет на запас прочности.

Для упрощения схемы и расчетов при параметризации формы тела и режущей кромки ножа рассмотрим высоту наклона c , которая будет зависеть от толщины ножа a . Исходя из геометрии поперечного сечения ножа, которая приведена на Рис. 1, можно записать следующие:

$$tg\gamma = \frac{a_1}{c}; \quad (4)$$

$$tg\alpha = \frac{a_2}{c}. \quad (5)$$

Так как высоту наклона принимаем одинаковой для переднего и заднего угла, можно выразить параметры толщины ножа:

$$a_1 = c \cdot tg\gamma; \quad (6)$$

$$a_2 = c \cdot tg\alpha. \quad (7)$$

Следовательно, толщина ножа a будет:

$$a = a_1 + a_2 = c \cdot tg\gamma + c \cdot tg\alpha = c \cdot (tg\gamma + tg\alpha) \quad (8)$$

Из последнего выражения найдем высоту наклона:

$$c = \frac{a}{tg\gamma + tg\alpha} = \frac{a}{tg(2\varepsilon - \delta) + tg(\delta - \varepsilon)} \quad (9)$$

Полученное уравнение 9 показывает зависимость высоты наклона от толщины ножа a , угла резания δ и угла заострения ε . Можно задать разную толщину резания и определить высоту наклона ножа. Ширина ножа зависит от диаметра геохода, формы тела ножа исполнительного органа геохода и видов нагрузок, которые возникают при работе геохода. Для геохода с радиусом 900 мм в работах [5-7] предлагается в качестве рационального варианта ширину ножа принимать 150 мм. Толщина ножа будет влиять прежде всего на высоту наклона режущей кромки и устойчивость самого ножа при возникающих нагрузках. Для ножей землеройно-транспортных машин, таких как скреперы, бульдозеры, грейдеры, согласно ГОСТ 28771-90 (ИСО 7129-89) при ширине 150 мм рекомендуется толщину принимать от 10 до 19 мм. Для геохода радиусом 900 мм принимаем 20 мм и рассчитываем высоту наклона, результаты расчета приведены в Таблице 2.

Для дальнейшего исследования по оптимальным значениям углов и полученным линейным размерам сечения ножа задаем геометрию режущей кромки на каждую форму соответственно. При этом параметры выбираем для максимального угла заострения. Значение данного угла влияет на прочностные характеристики режущей кромки, поэтому

изначально нож необходимо изготовить с максимальным значением этого угла, чтобы в дальнейшем при эксплуатации оборудования и замене ножа была возможность заточки режущей кромки.

На Рис. 3 представлено тело ножа исполнительного органа геликоидной формы при максимальном угле заострения.

Для получения заготовки тела ножа исполнительного органа геихода предлагается применить легированную высокопрочную сталь 18Х2Н4МА. С целью обоснования целесообразности применения данного материала и обеспечения эксплуатационных свойств проведем теоретическое исследование напряженно-деформированного состояния тела ножа при разных геликоидных формах.

В работах [18] рассматривается определение силовых параметров исполнительного органа геихода при различных формах режущей кромки ножа. Для упрощения решения задачи в качестве основного значения усилий принимаем общие усилия резания.

Результаты. Для исследования напряженно-деформированного состояния тела ножа исполнительного органа задаем статические граничные условия модели в качестве нагрузки, прилагаемой к рабочим поверхностям тела ножа исполнительного органа геихода. В качестве кинематических гра-

ничных условий были выбраны места соединения ножа исполнительного органа геихода с центральным ножом.

Максимальные нагрузки возникают в первую очередь на режущую кромку, затем на наклонную поверхность режущей кромки и переднюю поверхность ножа, так как при работе исполнительный орган с помощью режущей кромки разрушает породу, а передняя поверхность ножа проталкивает породу вперед. В связи с этим задаются параметры схемы нагружения для дискретизации геометрической модели ножа.

Кинематические граничные условия, примененные в исследуемой модели для тела ножа прямой геликоидной формы исполнительного органа геихода, приведены на Рис. 4. Задана внешняя нагрузка в виде распределенной нагрузки по всей рабочей передней поверхности и дополнительной рабочей поверхности, и выбраны кинематические граничные условия для тела ножа геликоидной формы.

Анализируя качества полученной геометрической модели, можно отметить, что все полученные параметры сетки модели, такие как построитель сетки на основе кривизны, точки Якобиана, автоматические переходы, соответствуют требуемой точ-

Таблица 2. Значения угловых и линейных параметров сечения ножа

Table 2. Values of angular and linear parameters of the knife section

| δ | α | γ | c , мм | a_1 , мм | a_2 , мм |
|----------|----------|----------|----------|------------|------------|
| 31 | 6 | 19 | 44,50954 | 15,32275 | 4,677252 |
| 32 | 7 | 18 | 44,68122 | 14,51488 | 5,485119 |
| | 6,75 | 18,5 | 44,16348 | 14,7739 | 5,226097 |
| | 6,5 | 19 | 43,65177 | 15,02746 | 4,972545 |
| | 6,25 | 19,5 | 43,14591 | 15,27565 | 4,724348 |
| | 6 | 20 | 42,64575 | 15,5186 | 4,481397 |

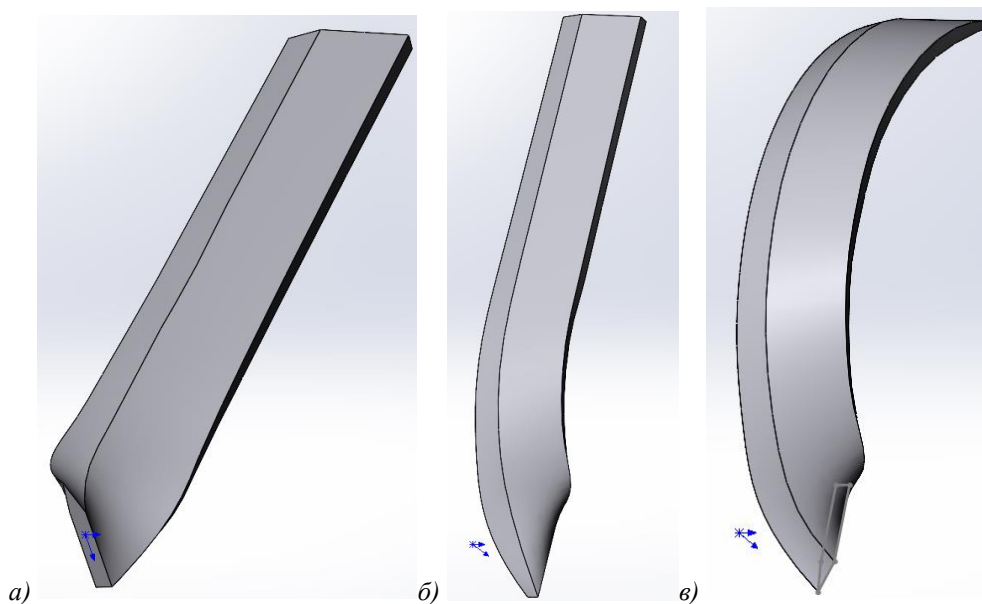


Рис. 3. Тело ножа исполнительного органа с учетом геометрии режущей кромки (а – прямой геликоидной формы, б – геликоидной с воронкой, с – выпуклой геликоидной формы)
Fig. 3. The body of the knife of the executive body, taking into account the geometry of the cutting edge (a – straight helicoid shape, b – helicoid with a funnel, c – convex helicoid shape)

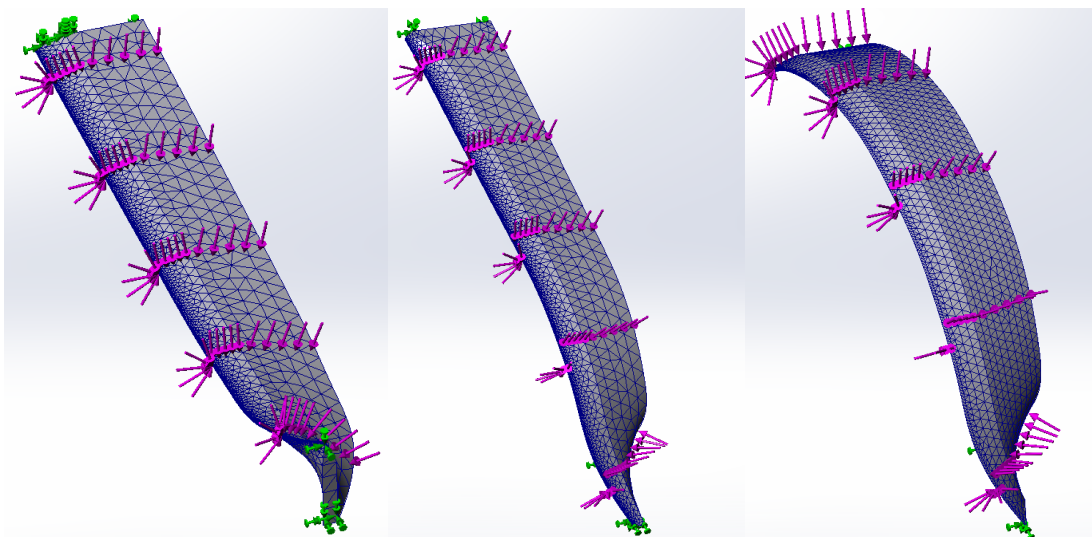


Рис. 4. Дискретизация геометрической модели тела ножа исполнительного органа геохода (а – прямой геликоидной формы, б – геликоидной с воронкой, с – выпуклой геликоидной формы)

Fig. 4. Sampling of the geometric model of the knife body of the executive body of the geohod (a – straight helicoid shape, b – helicoid with a funnel, c – convex helicoid shape)

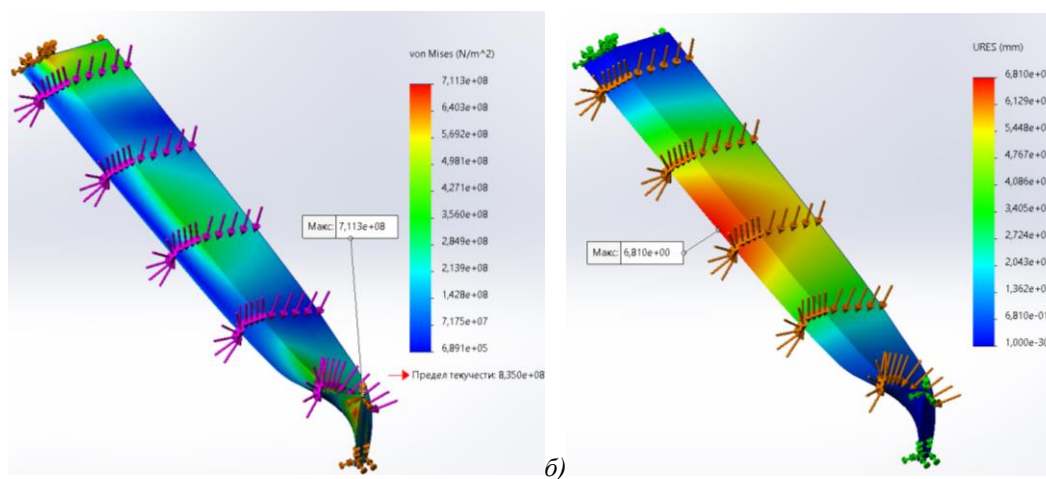


Рис. 5. Эпюра распределения эквивалентных напряжений (а) и радиальных перемещений (б) тела ножа прямой геликоидной формы исполнительного органа

Fig. 5. Diagram of the distribution of equivalent stresses (a) and radial displacements (b) of the body of a knife of a direct helicoid form of the executive body

ности и качеству по построению сетки. Для обоснования параметров сетки модели был получен коэффициент Якобиана для каждой формы. Данный коэффициент показывает кривизну модели и определяется на месте внутри элемента, предоставляет меру степени искаженности элемента в этой точке. Максимальное значение коэффициента Якобиана для прямой геликоидной формы – 2.12, для выпуклой геликоидной формы – 1.35, для геликоидной формы с воронкой – 2.12, что является приемлемым.

В качестве внешней нагрузки берем значение максимальной силы осевой и радиальной проекции силы резания. Автором [15-18] доказано, что форма тела ножевого исполнительного органа геохода не влияет на силовые параметры геохода. В связи с этим для всей формы тела ножа исполнительного органа задаем одинаковые значения внешней

нагрузки. В работе [16-17] рассмотрены зависимости осевой и радиальной проекции силы резания ножевого исполнительного органа геохода от расстояния, на которое отделена точка от оси вращения; исходя из данной зависимости, принимаем максимальное значение нагрузки на боковой плоскости режущей кромки и на передней поверхности 43000 Н при длине ножа 900 мм.

В результате численного моделирования были получены эпюры распределения эквивалентных напряжений и радиальных перемещений тела ножа прямой геликоидной формы исполнительного органа геохода, которые приведены на Рис. 5.

Для геликоидной формы с воронкой методом численного моделирования были получены эпюры распределения эквивалентных напряжений и радиальных перемещений тела ножа, которые приведены на Рис. 6.

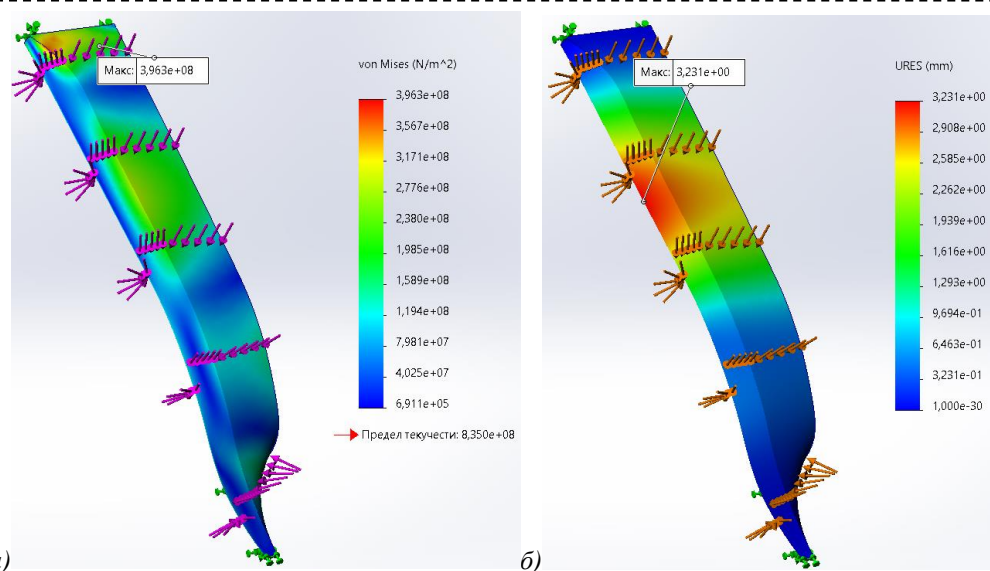


Рис. 6. Эпюра распределения эквивалентных напряжений (а) и радиальных перемещений (б) тела ножа с геликоидной формой с воронкой исполнительного органа
Fig. 6. Diagram of the distribution of equivalent stresses (a) and radial displacements (b) of the knife body with a helicoid shape with a funnel of the executive body

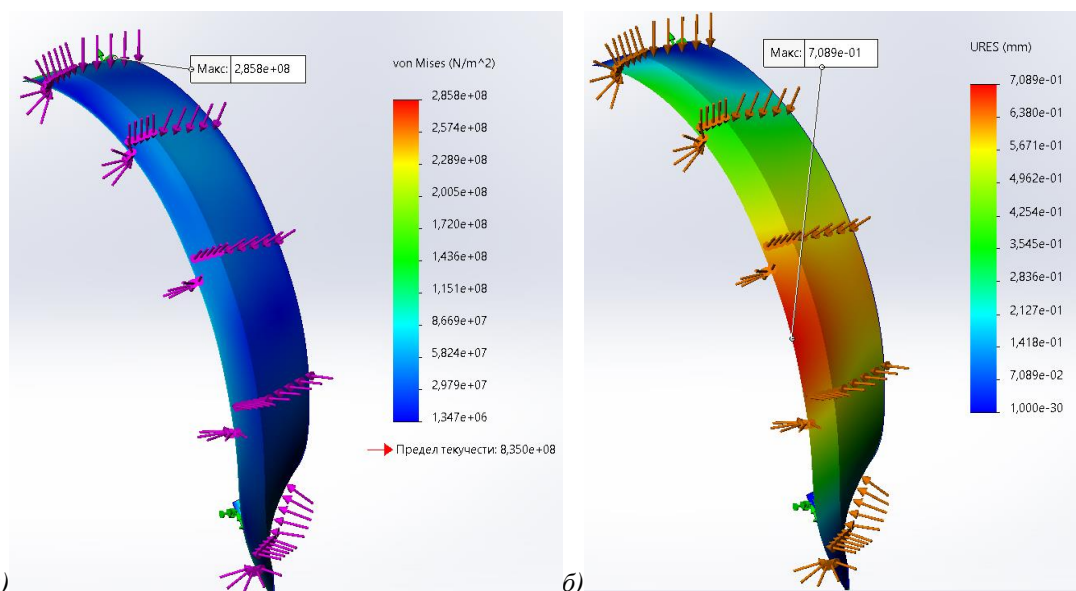


Рис. 7. Эпюра распределения эквивалентных напряжений (а) и радиальных перемещений (б) тела ножа выпуклой формы исполнительного органа
Fig. 7. Diagram of the distribution of equivalent stresses (a) and radial displacements (b) of the body of the knife of the convex shape of the executive body

Таблица 3. Результаты численного моделирования эксперимента по исследованию напряженно-деформированного состояние тела ножа исполнительного органа

Table 3. Results of numerical simulation of an experiment to study the stress-strain state of the knife body of the executive body

| Форма тела ножа | Принятие значения величины | | Легированный сплав | | Оценка прочности |
|---------------------|----------------------------|-------------|-----------------------|------------|------------------|
| | Радиус геохода, мм | Нагрузки, Н | 18X2H4MA | | |
| | | | σ_{\max} , МПа | μ , мм | k |
| Прямой геликоид | 900 | 43 000 | 711,34 | 6,8103 | 1,17 |
| Геликоид с воронкой | | | 396,26 | 3,2312 | 2,11 |
| Выпуклый геликоид | | | 285,81 | 0,7089 | 2,92 |

Для выпуклой геликоидной формы тела ножа исполнительного органа были получены эпюры распределения эквивалентных напряжений и ради-

альных перемещений тела ножа, которые приведены на Рис 7.

При проектировании и изготовлении ответственных деталей, таких как нож исполнительного органа, необходимо оценить прочность конструкции. По формуле 10 определяется коэффициент прочности для каждой формы.

$$k = \frac{\sigma_{пр}}{\sigma_{max}} \quad (10)$$

где $\sigma_{пр}$ – предельное (опасное) напряжение, для стали 18Х2Н4МА принимаем 835 МПа.

k – коэффициент запаса прочности, для пластических материалов принимают 1,2-2,5.

Результаты численного моделирования эксперимента по исследованию напряженно-деформированного состояния тела ножа исполнительного органа приведены в Таблице 3.

Из эпюры эквивалентных напряжений для тела ножа прямой геликоидной формы исполнительного органа видно, что максимальное напряжение возникает в режущей кромке, где нож будет остро заточен. Опасное сечение близко также к месту соединения. Эпюра распределения радиальных перемещений показывает, что максимальное перемещение возникает на режущей кромке в середине ножа.

Эпюры для тела ножа формой с коронкой исполнительного органа показывают, что максимальное напряжение – опасное сечение возникает именно на передней поверхности ножа, но при этом максимальное значение перемещения возникает в середине ножа режущей кромки вблизи от середины ножа.

Для выпуклой геликоидной формы тела ножа исполнительного ножа опасным сечением являются места, расположенные близко к местам соединения, где возникает максимальное напряжение. Но максимальное перемещение так же, как и для других форм, возникает на режущей кромке близко к середине ножа.

Результаты численного моделирования эксперимента по определению напряженно-деформированного состояния для разной формы тела ножа показывают, что выбранный материал и обоснованные геометрические параметры режущей кромки обеспечивают эксплуатационные свойства ножа геликоидной формы. Также можно отметить, что из трех рассмотренных геликоидных форм выпуклая форма является более рациональным вариантом с большим запасом прочности. При изготовлении ножа исполнительного органа будут учитываться полученные данные. Для обеспечения высокой прочности будут применяться различные методы термообработки и современные методы упрочнения поверхностного слоя.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аксенов В. В., Садовец В. Ю. Синтез технических решений исполнительных органов геогодов // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2006. № 6–1(57). С. 64–68. EDN YTNCXD.
2. Аксенов В. В., Садовец В. Ю. Синтез технических решений ножевого исполнительного модуля геогода // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2006. № 6–2(58). С. 33–37. EDN KXGTZB.
3. Aksenov 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, Kemerovo, 20–22 ноября 2017 года. Vol. 21. Kemerovo: EDP Sciences, 2017. DOI: 10.1051/e3sconf/20172103008. – EDN ZRRZCX.
4. Aksenov V., Sadovets V., Pashkov D. V. Rezanova E. // Impact of the number of blades of the geokhod cutting body on cutting forces / E3S Web of conferences, Kemerovo, Russian Federation, 24–26 апреля 2017 года. Vol. 15. Kemerovo, Russian Federation: EDP Sciences, 2017. P. 03015. DOI 10.1051/e3sconf/20171503015. EDN YNHUSR.
5. Садовец Р. В., Резанова Е. В. Разработка методики построения ножа геликоидной формы исполнительного органа геогода в SOLIDWORKS // Инновации в информационных технологиях, машиностроении и автотранспорте : Сборник материалов III Международной научно-практической конференции, Кемерово, 14–17 октября 2019 года / Редколлегия: Дубинкин Д. М. [и др.]. Кемерово : Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 2019. С. 143–147. EDN RVSTNU.
6. Козлов И. В., Садовец В. Ю., Садовец Р. В. Разработка методики построения твердотельной модели тела ножевого исполнительного органа геогода // Техника и технология горного дела. 2022. № 2(17). С. 67–86. DOI: 10.26730/2618-7434-2022-2-67-86. – EDN SXRDEM.
7. Садовец Р. В., Резанова Е. В. Методика построения твердотельной модели ножевого исполнительного органа геогода // Инновации в информационных технологиях, машиностроении и автотранспорте : Сборник материалов III Международной научно-практической конференции, Кемерово, 14–17 октября 2019 года / Редколлегия: Дубинкин Д. М. [и др.]. Кемерово : Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 2019. С. 148–151. EDN JLDJRC.
8. Козлов И. В. Выбор профиля сечения ножа исполнительного органа геогода в зависимости от угла резания // Россия молодая : Сборник материалов XIV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Кемерово, 19–21 апреля 2022 года / Редколлегия: Костиков К. С. (отв. ред.) [и др.]. Кемерово : Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 2022. С. 420051–420056. EDN BIBZAU.
9. Болдовская Т. Е. Обоснование рациональной формы поперечного профиля неповоротного отвала бульдозера: специальность 05.05.04 «Дорожные, строительные и подъемно-транспортные машины»: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Омск, 2006. 18 с. EDN IASOXB.
10. Абдигалиев М., Алиев С. Принципы выбора параметров землеройных рабочих органов //

Механика и технологии. 2016. № 3(53). С. 6-15. EDN WZVQEB.

11. Денщиков С. Л., Янковский Л. В. Модернизация отвала бульдозера для разработки прочных грунтов // Высшая школа: научные исследования : материалы Межвузовского международного конгресса, Москва, 27 мая 2021 года. Том 1. Москва : Инфинити, 2021. С. 114–120. EDN UUCYAW.

12. Адамов Е. А., Вахрушев С. И. Повышение производительности бульдозера путем совершенствования отвала с ножами и рыхлительного оборудования // Современные технологии в строительстве. теория и практика. 2020. Т. 2. С. 450-455. EDN VXVMIR.

13. Романович А. А., Романович М. А., Выскребенцев Е. И., Апухтина И. В. Исследование эффективного профиля ножей отвала бульдозера // Энергосберегающие технологические комплексы и оборудование для производства строительных материалов : Межвузовский сборник статей / Под редакцией В.С. Богданова. Том Выпуск XX. Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2021. С. 163-168. EDN WEZWRD.

14. Лесковец И. В. Цифровой двойник рабочего оборудования бульдозера // Международный журнал инженерных исследований. 2020. Т. 20, № 4-J. С. 3. EDN FUBUZU.

15. Аксенов В. В., Садовец В. Ю., Пашков Д. А., Захаров А. Ю. Влияние формы режущей кромки

на силу резания ножевым исполнительным органом // Горное оборудование и электромеханика. 2020. № 1(147). С. 30-36. DOI: 10.26730/1816-4528-2020-1-30-36. EDN KSPOYO.

16. Аксенов В. В., Садовец В. Ю., Пашков Д. А. Влияние ширины реза на радиальную проекцию силы резания // Инновационные технологии в машиностроении : Сборник трудов IX Международной научно-практической конференции, Юрга, 24–26 мая 2018 года. Юрга : Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 2018. С. 239–242. EDN UZRCYQ.

17. Аксенов В. В., Садовец В. Ю., Пашков Д. А. Влияние ширины реза на осевую проекцию силы резания // Инновационные технологии в машиностроении : Сборник трудов IX Международной научно-практической конференции, Юрга, 24–26 мая 2018 года. Юрга : Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 2018. С. 236–239. EDN XZPVYD.

18. Аксенов В. В., Садовец В. Ю., Пашков Д. А. Определение силовых параметров ножевого исполнительного органа геодода для разрушения пород малой крепости // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2017. № 3(121). С. 116–126. EDN YYZIKX.

© 2023 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:

Нозирзода Шодмон Салохидин¹, аспирант, ассистент, Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого, (173003, Россия, г. Великий Новгород, ул. Большая Санкт-Петербургская, д. 41), e-mail: shoni_1997@mail.ru

Заявленный вклад авторов:

Нозирзода Шодмон Салохидин – постановка исследовательской задачи, научный менеджмент, выводы, сбор и анализ данных, написание текста, обзор соответствующей литературы, концептуализация исследования, выводы, написание текста.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Original article

DOI: 10.26730/1816-4528-2023-3-49-58

Shodmon S. Nozirezoda

Yaroslav the Wise Novgorod State University

*E-mail: shoni_1997@mail.ru

ENSURING THE OPERATIONAL PROPERTIES OF THE KNIFE BODY OF THE HELICOID SHAPE OF THE EXECUTIVE BODY OF THE GEOHOD



Article info

Received:

12 May 2023

Accepted for publication:

15 June 2023

Accepted:

27 June 2023

Published:

11 July 2023

Keywords: geohod, knife executive body, operational properties, geometric parameters, stress-strain state

Abstract.

The geometric parameters of the cross-section profile of the knife of the executive body of the geohod for the destruction of soft rocks are one of the key factors that affect the operational properties of the knife body of the helicoid shape. The paper considers the analysis of geometric parameters of the cross-section of the profile of the knife body of the executive body of the geohod, taking into account the cutting edge. Based on the optimal geometric parameters during the destruction of soft rocks, the dependence of the sharpening angle on the anterior γ and posterior α angle of inclination at different values of the cutting angle was revealed, and the dependence of the angular parameters on the height of the slope and the width of the knife was also revealed. According to the selected parameters, the geometry of the cutting edge is set for various helicoid shapes of the knife. To substantiate the geometric parameters of the cutting edges and the selected material for manufacturing, numerical simulation of the experiment on the study of the stress-strain state of the knife of the executive body of the go-round was carried out. The discretizations of geometric models of the knife for various shapes are presented and plots of the distribution of equivalent stresses and radial displacements for each shape of the knife of the executive body at maximum load values are obtained. As a result of the conducted research, dangerous sections were identified for each form of the executive body knife.

For citation: Nozirezoda S.S. Ensuring the operational properties of the knife body of the helicoid shape of the executive body of the geohod. *Mining Equipment and Electromechanics*, 2023; 3(167):49-58 (In Russ., abstract in Eng.). DOI: 10.26730/1816-4528-2023-3-49-58, EDN: NDWGIW

REFERENCES

1. Aksenov V.V., Synthesis of technical solutions of executive bodies of geohodov. *Bulletin of the Kuzbass State Technical University*. 2006; 6-1(57):64–68. EDN YTNCXD.
2. Aksenov V.V., Sadovets V.Yu. Synthesis of technical solutions of the knife executive module of the geohod. *Bulletin of the Kuzbass State Technical University*. 2006; 6-2(58):33–37. EDN KXGTZB.
3. Aksenov 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*. Kemerovo, November 20–22, 2017. Vol. 21. Kemerovo: EDP Sciences, 2017. DOI: 10.1051/e3sconf/20172103008. EDN ZRRZCX.
4. Aksenov 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*. Kemerovo, Russian Federation, April 24–26, 2017. Kemerovo, Russian Federation: EDP Sciences, 2017; 15:03015. DOI: 10.1051/e3sconf/20171503015. EDN YNHUSR.
5. Sadovets R.V., Rezanova E.V. Development of a technique for constructing a knife of the helicoid form of the executive body of the geohod in SOLIDWORKS. *Innovations in information technologies, mechanical engineering and motor transport : Collection of materials of the III International Scientific and Practical Conference*. Kemerovo, October 14–17, 2019. Editorial Board: Dubinkin D.M. [et al.]. Kemerovo: Kuzbass State Technical University named after T.F. Gorbachev; 2019. Pp. 143–147. EDN RVSTNU.
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. *Technique and technology of mining*. 2022; 2(17):67–86. DOI: 10.26730/2618-7434-2022-2-67-86. EDN SXRDEM.
7. Sadovets R.V., Rezanova E.V. Methodology for constructing a solid-state model of a knife executive body of a geohod. *Innovations in Information Technologies, Mechanical Engineering and motor transport : Collection of materials of the III International Scientific and Practical Conference*. Kemerovo, October 14–17, 2019. Editorial Board: Dubinkin D.M. [et al.]. Kemerovo: T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University; 2019. Pp. 148–151. EDN JLDJRC.
8. Kozlov I.V. Choosing the cross-section profile of the knife of the executive body of the geohod depending on the cutting angle. *Young Russia: Collection of materials of the XIV All-Russian Scientific and Practical Conference with international participation*. Kemerovo, April 19–21, 2022. Editorial Board: Kostikov K.S. (ed.) [et al.]. Kemerovo: Kuzbass State Technical University named after T.F. Gorbachev; 2022. Pp. 420051–420056. EDN BIBZAU.
9. Boldovskaya T.E. Justification of the rational form of the transverse profile of the non-rotating blade of the bulldozer: specialty 05.05.04 "Road, construction and lifting and transport machines": abstract of the dissertation for the degree of Candidate of Technical Sciences. Omsk, 2006. 18 p. EDN IASOXB.
10. Abdigaliev M., Aliyev S. Principles of selection of parameters of earthmoving working bodies. *Mechanics and technologies*. 2016; 3(53):6–15. EDN WZVQEB.
11. Denshchikov S.L., Yankovsky L.V. Modernization of the bulldozer dump for the development of

endurable soils. *Higher School: Scientific research : Materials of the Interuniversity International Congress*. Moscow, May 27, 2021. Vol. 1. Moscow: Infiniti; 2021. Pp. 114–120. EDN UUCYAW.

12. Adamov E.A., Vakhrushev S.I. Increasing the productivity of a bulldozer by improving the blade with knives and ripping equipment. *Modern technologies in construction. theory and practice*. 2020; 2:450–455. EDN VXVMIR.

13. Romanovich A.A., Romanovich M.A., Vyskrebentsev E.I., Apukhtina I.V. Investigation of the effective profile of bulldozer blade blades. *Energy-saving technological complexes and equipment for the production of building materials: An Interuniversity collection of articles*. Edited by V.S. Bogdanov. Volume Issue XX. Belgorod: Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov; 2021. Pp. 163–168. EDN WEZWRD.

14. Leskovets I.V. The digital double of the working equipment of the bulldozer. *International Journal of Engineering Research*. 2020; 20(4-J):3. EDN FUBUZU.

15. The influence of the shape of the cutting edge on the cutting force by the knife executive body / V. V. Aksenov, V. Yu. Sadovets, D. A. Pashkov, A. Yu.

Zakharov // *Mining equipment and electromechanics*. 2020; 1(147):30–36. DOI: 10.26730/1816-4528-2020-1-30-36. – EDN KSPOYO.

16. Aksenov V.V., Sadovets V.Yu., Pashkov D.A. The influence of the cutting width on the radial projection of the cutting force. *Innovative technologies in mechanical engineering: Proceedings of the IX International Scientific and Practical Conference*. Jurga, May 24–26, 2018. Yurga: National Research Tomsk Polytechnic University; 2018. Pp. 239–242. EDN UZRCYQ.

17. Aksenov V.V., Sadovets V.Yu., Pashkov D.A. The influence of the cutting width on the axial projection of the cutting force. *Innovative technologies in mechanical engineering: Proceedings of the IX International Scientific and Practical Conference*. Jurga, May 24–26, 2018. Yurga: National Research Tomsk Polytechnic University; 2018. Pp. 236–239. EDN XZPVYD.

18. Aksenov V.V., Sadovets V.Yu., Pashkov D.A. Determination of the power parameters of the knife executive body of a geohod for the destruction of rocks of a small fortress. *Bulletin of the Kuzbass State Technical University*. 2017; 3(121):116–126. EDN YYZIKX.

© 2023 The Author. This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

The author declare no conflict of interest.

About the author:

Shodmon S. Nozirezoda, postgraduate, assistant, Yaroslav the Wise Novgorod State University, (41 Bolshaya St. Petersburg str., 173003, Ve-liky Novgorod, Russia), e-mail: shoni_1997@mail.ru

Contribution of the authors:

Shodmon S. Nozirezoda – formulation of a research task, scientific management, conclusions, writing a text, review of relevant literature, conceptualization of research, data collection and analysis, conclusions, writing text.

Author have read and approved the final manuscript.

