

Научная статья

УДК 621

DOI: 10.26730/1999-4125-2022-1-23--34

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ НОЖА
ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО ОРГАНА ГЕОХОДА****Садовец Владимир Юрьевич^{1,2}, Резанова Елена Викторовна¹,
Садовец Роман Владимирович³**¹Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева²Филиал Кузбасского государственного технического университета в г. Прокопьевске³Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана (Национальный Исследовательский Университет)

*для корреспонденции: svyu.pmh@kuzstu.ru

**Информация о статье**

Поступила:

30 декабря 2021 г.

Одобрена после

рецензирования:

30 января 2022 г.

Принята к публикации:

25 февраля 2022 г.

Ключевые слова:

технология машиностроения,

технологический процесс,

изготовление детали,

сложная геликоидная форма,

нож исполнительного органа

геохода

Аннотация.

Статья посвящена разработке технологического процесса изготовления детали «нож» исполнительного органа нового класса горнопроходческой техники – геохода с применением современного оборудования автоматизации производства. Обоснована актуальность проблемы и предложены основные принципы обоснования выбора количественных и качественных показателей технологического процесса. На основании базовых принципов разработки технологических процессов изготовления деталей произведен обоснованный выбор получения заготовки с учетом требований по количеству изготавливаемых деталей и ее служебного назначения. Разработан технологический процесс изготовления детали «нож» исполнительного органа на станке с ЧПУ с применением промышленного робота. Выделены основные направления дальнейших исследований.

Для цитирования: Садовец В.Ю., Резанова Е.В., Садовец Р.В. Разработка технологического процесса изготовления ножа исполнительного органа геохода // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2022. № 1 (149). С. 23--34. doi: 10.26730/1999-4125-2022-1-23--34

Изготовление изделий машиностроительного производства, относящихся к деталям специального машиностроительного назначения и имеющих криволинейные поверхности, является сложной технологической задачей. Применение в технологическом процессе обработки таких поверхностей промышленных роботов существенно снижает производственные затраты и увеличивает точность обработки сложных поверхностей [1].

К деталям, имеющим сложную криволинейную форму, относится нож исполнительного органа геохода. Геоход – это новая горнопроходческая машина, использующая окружающий массив горных пород для создания напорных усилий на исполнительном органе. Сложное

движение геолода на забой требует изготавливать деталь в форме сложной геликоидной поверхности исполнительного органа [2-5].

Методика построения твердотельной модели ножа исполнительного органа (ИО) геолода

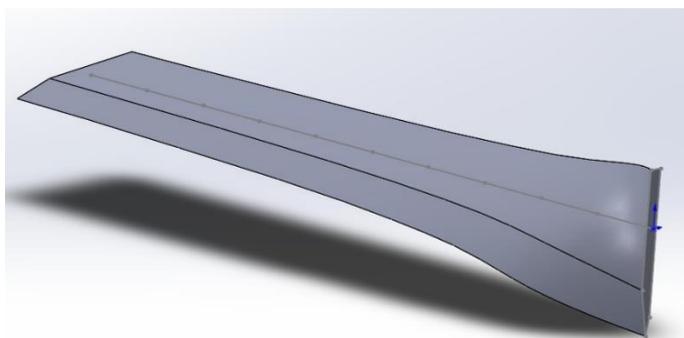


Рис. 1. Твердотельная модель ножа ИО геолода
Fig. 1. Solid model of the knife executive body of the geokhod

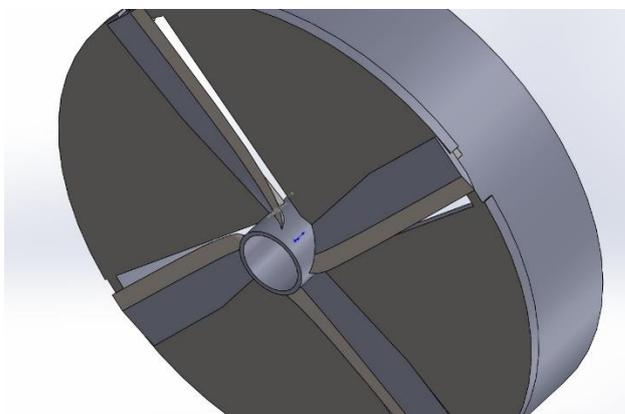


Рис. 2. Техническое решение ножевого исполнительного органа геолода
Fig. 2. Technical solution of the knife executive body of the geokhod

представлена в работе [2]. Полученная твердотельная модель ножа (рис. 1) является основным элементом для разработки ножевого ИО геолода (рис. 2).

При проведении НИОКР по созданию макетного образца геолода встала острая необходимость в разработке технологического процесса изготовления ножа ИО геолода с использованием современных методов технологической подготовки производства и в оборудовании для его изготовления [6,7].

При разработке технологического процесса изготовления деталей на первоначальном этапе проектирования необходимо сформулировать основные характеристики и служебное назначение изделия [8].

Представленное изделие имеет сложную криволинейную форму, относится к машиностроительным изделиям специального машиностроительного назначения и к группе типа «лопасть». Условия работы ножа обусловлены сложными горно-геологическими

условиями и служат для отделения (разрушения) массива горных пород, создавая полость в подземном пространстве. Основываясь на служебном назначении детали, основным критерием работоспособности ножа ИО будет износостойкость, а критерием при расчете будет являться прочность [9,10].

Основными данными для разработки технологического процесса обработки детали являются масса детали $m_d = 29 \text{ кг}$, масса заготовки $m_{за} = 117 \text{ кг}$, размеры заготовки 75 мм x 200 мм x 1000 мм и материал детали сталь 18ХГНМФР.

Одним из важнейших критериев, влияющих на такие параметры изготовления, как производительность труда, затраты времени на технологическую подготовку производства, техническое обслуживание и ремонт изделия, является технологичность конструкции изделия.

Для автоматизированного производства требования, предъявляемые к технологичности, значительно выше, чем для других видов производства. Основная цель анализа технологичности конструкции обрабатываемой детали – уменьшение трудоемкости и металлоемкости, а также возможность обработки детали высокопроизводительными методами с применением современных методов и средств автоматизации. Для оценки технологичности конструкции ножа ИО назначаем качественный и количественный показатели.

Технологичной при качественной оценке считается такая геометрическая конфигурация детали и отдельных ее элементов, которая учитывает возможности минимального расхода материала и использования наиболее производительных и экономичных методов изготовления.

Таблица 1. Качественная оценка на технологичность детали «нож» ИО геохода
 Table 1. Qualitative assessment of the manufacturability of the part knife executive body of the geokhod

№	Требование	Значение показателя
1	конструкция должна быть стандартной или состоять из стандартных и унифицированных конструктивных элементов	0,5
2	для изготовления детали должны использоваться стандартные или унифицированные заготовки	0
3	точность размеров и шероховатость поверхностей детали должны быть оптимальными, обоснованными конструктивно и экономически	1
4	при определении жесткости, формы и размеров, а также механических и физико-химических свойств ее материала следует учитывать возможности технологии изготовления, условий хранения и транспортирования	0,5
5	точность и шероховатость поверхностей должны обеспечивать требуемую точность установки, обработки и контроля	1
6	заготовку необходимо получать рациональным способом (с учетом объема выпуска и типа производства)	0
7	должны обеспечиваться доступ к обрабатываемым поверхностям и возможность одновременной обработки нескольких заготовок	0,5
8	сопряжения поверхностей деталей различных квалитетов и шероховатости должны соответствовать методам и средствам обработки	1
9	конструкция детали должна обеспечивать возможность использования групповых, типовых и стандартных технологических процессов	0
10	унификация формы и размеров обрабатываемых элементов, что обеспечит обработку их минимальным числом инструментов и использование типовых подпрограмм на станках с ЧПУ и т.д.	0

Поскольку качественная оценка сводится к определению соответствия конструкции изготавливаемой детали требованиям, представим его в виде таблицы 1, присвоив следующие значения показателей соответствия: 1 – полностью соответствует; 0,5 – частично соответствует; 0 – не соответствует.

Количество значений показателей качественной оценки технологичности детали «нож» ИО геохода на соответствие предъявляемым требованиям к технологичности приблизительно равно. Поэтому можно сделать вывод, что деталь с точки зрения качественной оценки является технологичной.

Расчет количественных показателей технологичности изделия сводится к определению различных коэффициентов, которые учитывают унификацию поверхностей, использование материала, обработки поверхностей и др.

1. Определение коэффициента использования материала

$$K_{И.М.} = \frac{m_0}{m_{заг}} = \frac{29}{117} = 0,25.$$

Так как значение коэффициента использования металла меньше 0,5, деталь является не технологичной. Учитывая, что заготовка будет изготавливаться не методом литья, а именно таким способом получают заготовки для изготовления деталей типа «лопатка турбины», и деталь «нож» ИО геохода будет изготавливаться в штучном производстве, то допускаем, что изготавливаемая деталь будет технологичной. В дальнейшем необходимо провести исследования по рациональному выбору способа получения заготовки.

2. Коэффициент унификации конструктивных элементов

$$K_{у.э} = \frac{Q_{у.э}}{Q_э}$$

где $Q_{у.э}$ и $Q_э$ – соответственно число унифицированных конструктивных элементов детали и общее число элементов детали, шт.;

$$K_{y,\varepsilon} = \frac{2}{7} = 0,28$$

В нашем случае деталь имеет много криволинейных поверхностей. Полученное значение коэффициента унификации конструктивных элементов диктует использовать в качестве технологического оборудования для обработки детали многокоординатные обрабатывающие центры с ЧПУ.

3. Коэффициент применяемости стандартизованных обрабатываемых поверхностей

$$K_{n,ст} = \frac{D_{o,c}}{D_{m,o}}$$

где $D_{o,c}$, $D_{m,o}$ – соответственно число поверхностей детали, обрабатываемых стандартным инструментом, и всех подвергаемых механической обработке поверхностей, шт.;

$$K_{n,ст} = \frac{7}{7=1}$$

При механической обработке резанием детали типа «нож» ИО геохода не применяются режущие инструменты специального назначения. Деталь считается технологичной.

4. Коэффициент обработки поверхностей

$$K_{n,o} = 1 - D_{m,o}/D_{\varepsilon},$$

где $D_{m,o}$ и D_{ε} соответственно число поверхностей, подвергаемых механической обработке, и общее число поверхностей, шт.;

$$K_{n,o} = 1 - 7/7 = 0.$$

5. Коэффициент точности изготовления:

$$K_T = 1 - \frac{1}{A_{cp}} = 1 - \frac{\sum n_j}{\sum K_j n_j} = 1 - \frac{17}{11 \cdot 3 + 7 \cdot 14} = 0,87$$

При $K_T > 0,8$ деталь считается технологичной, в нашем случае деталь считается не технологичной. В основном на это влияет достаточная сложность геометрических форм детали.

6. Коэффициент шероховатости детали

$$K_{ш} = 1 - 1/R_{cp}.$$

$$R_{cp} = \frac{\sum R_{a_i} n_i}{\sum n_i} = \frac{3,2 \cdot 14 + 6,3 \cdot 3}{17} = 3,74 \text{ мкм.}$$

$$K_{ш} = 1 - 1/3,74 = 0,73$$

Таким образом, проанализировав количественные показатели технологичности для детали типа «нож» ИО геохода, следует сказать, что к отрицательным показателям, характеризующим деталь, относится коэффициент использования материала, который является ниже среднего ($0,25 < 0,7$). Это говорит о том, что значительная часть материала срезается в стружку, что приводит к снижению технологичности изделия, а также к удорожанию детали. Коэффициент унификации конструктивных элементов показал, что деталь нетехнологична, так как имеет лишь четверть унифицированных конструктивных элементов. К положительным показателям, характеризующим деталь, относится коэффициент применяемости стандартизованных обрабатываемых поверхностей – все поверхности обрабатываются стандартным инструментом.

При выборе метода получения заготовок необходимо учитывать трудоемкость изготовления, стоимость механической обработки, сокращение расхода металла, точность изготовления заготовок и т.д. Значительное сокращение расхода металла достигается

Таблица 2. Технико-экономическое обоснование выбора метода получения заготовки
 Table 2. Feasibility study for choosing a method for obtaining a workpiece

Показатель	Поковка из проката	Холодная объемная штамповка на ГКМ
1. Масса заготовки, кг	117	
2. Себестоимость заготовки, руб.	$C_{заг} = C_{заг}^{табл} \cdot m_{заг} / 1000$, где $C_{заг}^{табл}$ - табличная стоимость 1 тонны заготовок	
	$C_{заг1} = \frac{350 \cdot 117}{1000} = 40,95 \text{руб}$	$C_{заг2} = \frac{315 \cdot 117}{1000} = 36,86 \text{руб}$
3. Масса стружки, кг	$m_{стр} = m_{заг} - m_0$	
	$m_{стр} = 117 - 29 = 88 \text{ кг}$.	
4. Себестоимость механической обработки, руб.	$C_{мех.обр.} = \frac{C_{мех.обр.}^{табл} \cdot m_{стр}}{1000}$, где $C_{мех.обр.}^{табл}$ - табл. стоимость снятия 1 тонны стружки,	
	$C_{мех}^{табл} = 1000 \text{ руб/т}$ $C_{мех.обр.} = \frac{1000 \cdot 88}{1000} = 88 \text{руб}$	
5. Капитальные затраты на заготовку, руб.	$K_{заг} = K_{заг}^{табл} \cdot m_{заг} / 1000$, где $K_{заг}^{табл}$ - табличные капитальные затраты на 1 тонну заготовок	
	$K_{заг1} = \frac{1000 \cdot 117}{1000} = 117 \text{руб}$	$K_{заг2} = \frac{580 \cdot 117}{1000} = 67,86 \text{руб}$
6. Капитальные затраты на механическую обработку, руб.	$K_{мех.обр.} = \frac{K_{мех.обр.}^{табл} \cdot m_{стр}}{1000}$, где $K_{мех.обр.}^{табл} = 1000 \text{ руб./т}$	
	$K_{мех.обр.} = \frac{1000 \cdot 88}{1000} = 88 \text{руб}$	
7. Масса отходов в заготовительном и механообрабатывающем производствах, кг	$M_{отх} = (1 - k_{И.М.ЗАГ} \cdot k_{И.М.МЕХ}) \frac{m_0}{(k_{И.М.ЗАГ} \cdot k_{И.М.МЕХ})}$, где $k_{И.М.ЗАГ}$ - коэфф. использования материала в заготовительном производстве	
	$M_{отх} = \frac{(1 - 0,184 \cdot 0,79) \cdot 29}{0,184 \cdot 0,79} = 170,5 \text{ кг}$	
8. Стоимость реализации отходов, руб.	$C_{отх} = \frac{M_{отх} \cdot \Pi_{отх}}{1000}$ где $\Pi_{отх}$ - стоимость 1 тонны отходов	
	$C_{отх} = \frac{170,5 \cdot 29,8}{1000} = 5,08 \text{руб}$	$C_{отх} = \frac{170,5 \cdot 1,035}{1000} = 0,18 \text{руб}$
9. Приведенные затраты, руб.	$C_{пр} = (C_{заг} + C_{мех.обр.}) + 0,12(K_{заг} + K_{мех.обр.}) - C_{отх}$	
	$C_{пр.1} = (40,95 + 88) + 0,12(117 + 88) - 5,08 = 148,47 \text{ руб.}$	$C_{пр.2} = (36,86 + 88) + 0,12(67,86 + 88) - 0,18 = 143,4 \text{ руб.}$
Сравнение вариантов, руб. и %	$\Delta C_{пр} = C_{пр.i}^{max} - C_{пр.i}^{min}$ $\Delta C_{пр} = 148,47 - 143,4 = 5,07 \text{ руб.}$ $C_{пр} = 100 - \frac{100 \cdot C_{пр.i}^{min}}{C_{пр.i}^{max}, \%}$ $C_{пр} = 100 - \frac{100 \cdot 143,4}{148,47} = 3,4\%$	

применением металлоотходных методов изготовления заготовок, форма и размеры которых максимально приближены к форме и размерам готовой детали.

Главным критерием при выборе заготовки является обеспечение заданного качества поверхностей готовой детали «нож» ИО геохода при минимальной стоимости получения заготовки.

Традиционным способом получения заготовки для изготовления детали сложной криволинейной формы типа «лопасть» является литье. При выборе способа получения заготовки такой способ рассматриваться не будет вследствие следующих причин:

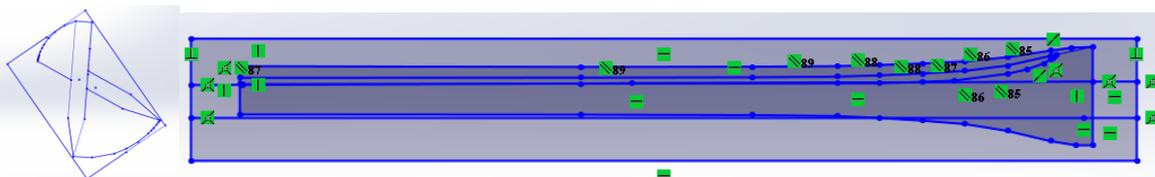


Рис. 3. Заготовка для изделия типа «нож»
Fig. 3. Blank for a knife-type product

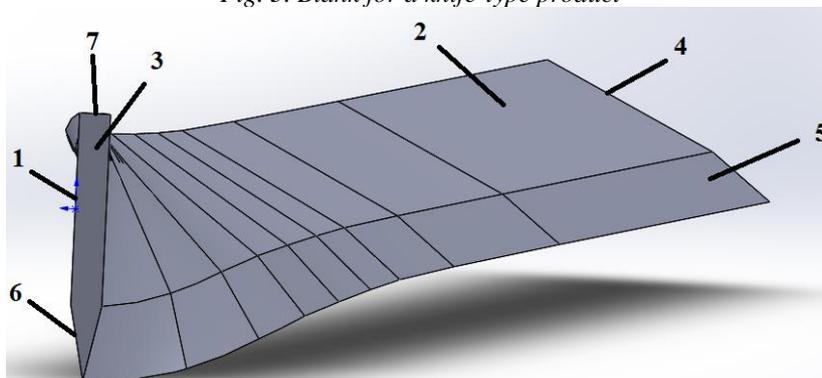


Рис. 4. Обозначение обрабатываемых поверхностей детали «нож»
Fig. 4. Designation of the machined surfaces of the «knife» part

Таблица 3. Назначение методов и видов обработки поверхностей
Table 3. Purpose of methods and types of surface treatment

Номер поверхности	Точность размеров, качество	Шероховатость Ra, мкм	Метод Обработки	Вид обработки	Точность размеров, качество	Шероховатость Ra, мкм
1,2	7	3,2	Фрезерование круглой фрезой	Фрезерование получистовое	11	6,3
				Фрезерование чистовое	7	3,2
3	7	3,2	Торцевое фрезерование	Фрезерование получистовое	11	6,3
				Фрезерование чистовое	7	3,2
4	11	6,3	Торцевое фрезерование	Получистовое	11	6,3
5,6	7	3,2	Фрезерование круглой фрезой	Фрезерование получистовое	11	6,3
				Фрезерование чистовое	7	3,2
7	7	3,2	Фрезерование концевое	Получистовое	11	6,3
				Чистовое	7	3,2

- нестандартная форма детали, требующая дополнительной подготовки, и изготовление сложной формы литниковой системы;

- требуемое количество изготавливаемых деталей крайне мало, что влияет на выбор типа производства;

- затраты, связанные с подготовкой литейного производства к выпуску деталей, велики и это приведет к увеличению стоимости конечного продукта в 2-3 раза.

Для проведения технико-экономического обоснования выбора метода получения заготовки сравним два способа получения заготовки: ковкой и штамповкой. Исходя из результатов проведенных ранее аналитических расчетов [10], это будет холодная объемная штамповка на ГКМ. Расчеты сведем в таблицу 2.

Таблица 4. Условия выбора промышленного робота
Table 4. Conditions for choosing an industrial robot

Условия	Параметры
1. Габаритные размеры заготовки	200x216x145 мм
2. Масса заготовки	495 кг
3. Рабочее пространство	R= не менее 1000 мм



Рис. 5. Промышленный робот M-410iC/500
Fig. 5. Industrial robot M-410iC/500

На основании полученных результатов наиболее целесообразным вариантом будет холодная объемная штамповка на ГКМ. Вид заготовки представлен на рис. 3.

Разработка маршрутной технологии изготовления детали учитывает, что количество видов обработки каждой поверхности должно быть минимальным, обеспечивающим заданную точность и шероховатость по поверхности детали. Количество методов обработки поверхностей детали должно быть минимальным с целью использования наименьшего количества моделей технологического оборудования и типоразмеров оснастки, а также с целью максимальной концентрации элементарных переходов по технологическим операциям.

Основными поверхностями детали «нож» ИО, подвергающимися обработке, являются основная конструкторская база – 1,2,3,7 (изготавливается по 7 качеству с шероховатостью 3,2). Исполнительные поверхности – 5,6 (изготавливается по 7 качеству с шероховатостью 3,2), Свободные поверхности – 4 (изготавливается по 11 качеству с шероховатостью 6,3).

Назначение методов и видов обработки для каждой поверхности сведем в таблицу 3.

Таблица 3. Назначение методов и видов обработки поверхностей

В качестве оборудования для механической обработки детали «нож» ИО геохода назначаем вертикальный обрабатывающий центр с ЧПУ ФП120МФ3. Кроме этого сформирована

Таблица 2. Технические характеристики промышленного робота М-410iС/500
Table 2 Specifications of M-410iC/500 industrial robot

Номинальная грузоподъемность, кг	500
Число степеней подвижности	5
Число рук/захватов на руку	1/1
Число программируемых координат	5
Достигаемость (мм)	3143
Вес (кг)	2410
Устройство управления	позиционное

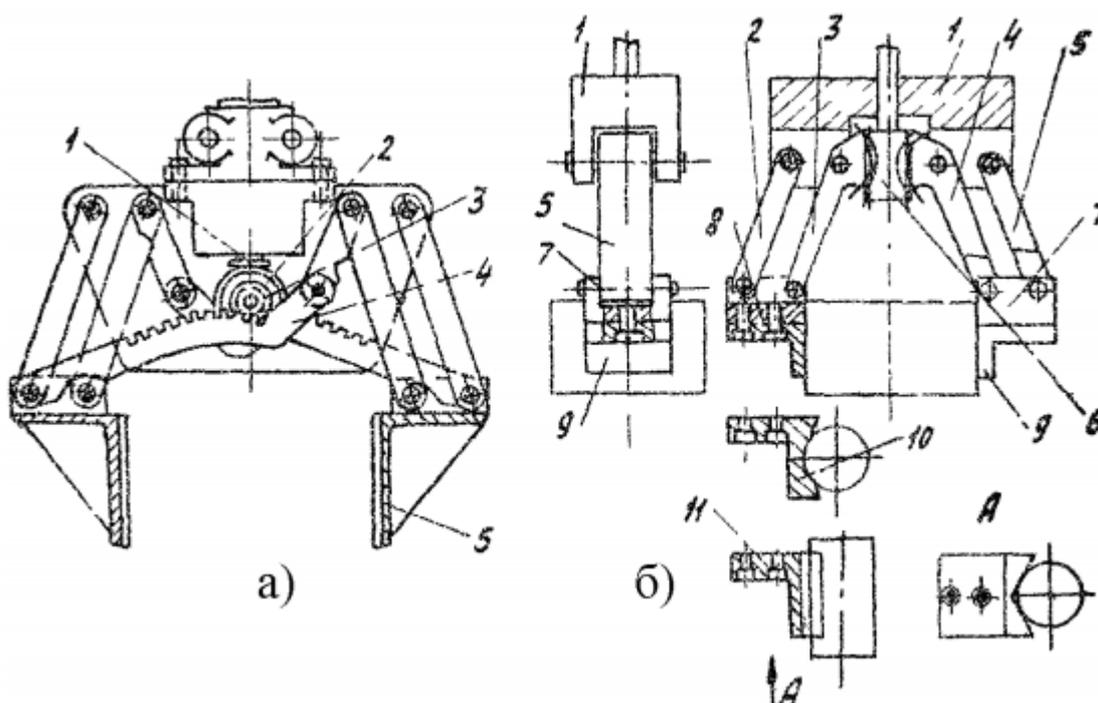


Рис. 6. Центрирующее широкодиапазонное захватное устройство с параллельным перемещением губок

Fig. 6. Centering wide-range gripper with parallel movement of the jaws

операционная карта изготовления, проведен выбор режущего инструмента, оснастки, назначены режимы резания, представленные в работе [8].

Для повышения точности изготовления поверхностей детали «нож» ИО геохода предлагается внедрить в технологию изготовления детали промышленного робота (ПР), возложив на него функцию установки и переустановки детали на станке. Выбор промышленных роботов производится на основе требуемой грузоподъемности, числа степеней свободы и необходимого рабочего пространства. Определяющие факторы для выбора ПР представлены в таблице 4.

Согласно представленным требованиям и номенклатуре ПР, широко применяемым в производстве, выбираем ПР М-410iС/500. Внешний вид ПР приведен на рис. 5, а технические характеристики – в таблице 5.

Для выбранного ПР в качестве захватного устройства выбираем центрирующее широкодиапазонное захватное устройство с параллельным перемещением губок (рис. 6).

Устройство, представленное на рис. 6, б, имеет вид корпуса 1, в котором на осях свободно сидят две пары рычагов 2, 3 и 4, 5. Внутренние рычаги 3 и 4 через зубчатые секторы сцепляются с рейкой 6, соединенной с тягой привода ЗУ. Рычаги попарно соединены с планками 7 и 8. Таким

образом, рычаги, планка с губками и корпус ЗУ образуют пару шарнирных параллелограммов, что приводит к симметричному движению губок и обеспечивает центрирование коробчатых и плоских деталей с губками 9 или тел вращения с разной ориентацией осей с губками 10 и 11.

Выводы

Разработка технологического процесса изготовления детали «нож» ИО геохода представляет собой сложную и творческую задачу. Основное влияние на этот процесс оказывает назначение детали и ее конструктивное исполнение. По конструкции и расположению сопрягаемых поверхностей деталь можно отнести к лопаткам турбин, а по назначению она относится к резцам исполнительных органов землеройных и горных машин. Учитывая сложность поставленной задачи, авторами статьи был сформирован технологический процесс изготовления детали «нож» ИО геохода с применением новейших средств автоматизации.

Дальнейшим направлением исследований является обоснование и выбор метода изготовления заготовки с целью снижения затрат на обработку, обоснование и применение современных методов обработки на обрабатывающих центрах, а также рассмотрения разработки адаптивной технологии изготовления под любые требования производства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Смердов В. И., Садовец В. Ю. Обзор методов обработки сложных поверхностей // Инновации в информационных технологиях, машиностроении и автотранспорте : Сборник материалов II Междунар. научно-практ. конф. Кемерово: Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 2018. С. 236-240.
2. Aksenov V. V., Efremkov A. B., Sadovets V. Yu. [et al.] Development of a methodology for modeling complex shaped geokhod operating body in SolidWorks // IOP conference series: materials science and engineering: The conference proceedings ISPCIEТ2020. Veliky Novgorod: IOP Publishing Ltd, 2020. P. 012005. doi: 10.1088/1757-899X/939/1/012005
3. Пашков Д. Обоснование силовых и энергетических параметров исполнительных органов геохода для разрушения мягких пород: специальность 05.05.06 «Горные машины» : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Кемерово, 2021. 176 с.
4. Пашков Д. А. Особенности работы исполнительного органа геохода с изгибающимся корпусом // Инновации в технологиях и образовании : Сборник статей участников XIV Междунар. научно-практ. конф., Белово, 26 марта 2021 года. Кемерово, Белово, Новосибирск, Велико-Тырново, Шумен: Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева. 2021. С. 156-159.
5. Пашков Д. А. Анализ существующих баровых исполнительных органов // Сборник материалов IX Всерос. научно-практ. конф. молодых ученых с междунар. участием «Россия молодая». Кемерово: Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 2017. С. 35011.
6. Аксенов В. В., Вальтер А. В. Специфика геохода как предмета производства // Научное обозрение. 2014. № 8-3. С. 945-950.
7. Сапрыкин А. А., Вальтер А. В. Производительность процесса 2,5-координатного формообразования и технологичность изделий сложной пространственной формы // Технология машиностроения. 2008. № 2. С. 20-22.
8. Смердов В. И. Разработка технологического процесса изготовления ножа исполнительного органа геохода // Россия молодая : Сборник материалов XI Всерос. научно-практ. конф. с междунар. участием. Кемерово: Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 2019. С. 40312.
9. Дильман А. М., Медведев В. И. Использование новейших технологий Индустрии 4.0 в машиностроении // Автоматизация в промышленности. 2015. № 5. С. 16-18.
10. Исаев В. К., Владимирова Н. А., Лазарев В. В. [и др.] Развитие, интеграция и трансфер технологий с целью создания высокоэффективных изделий опытного машиностроения // Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2009). М. : Учреждение Российской Академии Наук, Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова, РАН, 2009. С. 78-80.

© 2022 Авторы. 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:

Садовец Владимир Юрьевич, доцент, Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева (650000, Россия, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28), Филиал Кузбасского государственного технического университета в г. Прокопьевске (Российская Федерация, Кемеровская область – Кузбасс, г. Прокопьевск, 653049, ул. Ноградская, 19а), кандидат техн. наук, доцент, svyu.pmh@kuzstu.ru

Резанова Елена Викторовна, старший преподаватель, Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева (650000, Россия, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28), rezanovaev@kuzstu.ru

Садовец Владимир Юрьевич, студент гр. СМ7-116, Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана (Национальный Исследовательский Университет) (105005, Россия, г. Москва, 2-я Бауманская, дом 5, стр. 1), г.sadovec1296@yandex.ru

Заявленный вклад авторов:

Садовец В.Ю. - постановка исследовательской задачи; научный менеджмент; обзор соответствующей литературы; концептуализация исследования; написание текста, сбор и анализ данных; обзор соответствующей литературы; выводы; написание текста.

Резанова Е.В. - постановка исследовательской задачи; научный менеджмент; обзор соответствующей литературы; концептуализация исследования; написание текста, сбор и анализ данных; обзор соответствующей литературы; выводы; написание текста.

Садовец Р.В. - постановка исследовательской задачи; научный менеджмент; обзор соответствующей литературы; концептуализация исследования; написание текста, сбор и анализ данных; обзор соответствующей литературы; выводы; написание текста.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Original article

DEVELOPMENT OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF MANUFACTURING THE KNIFE OF THE EXECUTIVE BODY OF THE GEOKHOD

Vladimir Yu. Sadovets^{1,2}, Elena V. Rezanova¹,
Roman V. Sadovets³

¹T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University

²Branch of T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University in Prokopyevsk

³Bauman Moscow State Technical University (National Research University)

*for correspondence: svyu.pmh@kuzstu.ru



Article info

Submitted:

31 December 2021

Approved after reviewing:

30 January 2022

Accepted for publication:

25 February 2022

Keywords: mechanical engineering technology, technological process, part manufacturing, complex helicoid

Abstract.

The article is devoted to the development of the technological process of manufacturing the knife of the executive body of a new class of mining equipment - geohod, using modern production automation equipment. The relevance of the problem is substantiated and the basic principles of substantiating the choice of quantitative and qualitative indicators of the technological process are proposed. Based on the basic principles of the development of technological processes for the manufacture of parts, a reasonable choice was made to obtain a workpiece, taking into account the requirements for the number of manufactured parts and its service purpose. The technological process of manufacturing the executive body knife part on a CNC machine with the use of an industrial robot has been developed. The main directions of further research are highlighted.

*shape, knife of the executive
body of the geokhod.*

For citation Sadovets V.Yu., Rezanova E.V., Sadovets R.V. Development of the technological process of manufacturing the knife of the executive body of the geokhod. *Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*=Bulletin of the Kuzbass State Technical University. 2022; 1(149):23--34. (In Russ., abstract in Eng.). doi: 10.26730/1999-4125-2022-1-23--34

REFERENCES

1. Smerdov VI, Sadovets VYu. Obzor metodov obrabotki slozhnykh poverkhnostey. *Innovatsii v informatsionnykh tekhnologiyakh, mashinostroenii i avtotransporte : Sbornik materialov II Mezhdunar. nauchno-prakt. konf.* Kemerovo: Kuzbasskiy gosudarstvennyy tekhnicheskii universitet imeni T.F. Gorbacheva, 2018. P. 236-240.
2. Aksenov VV, Efremenkov AB, Sadovets VYu [Development of a methodology for modeling complex shaped geokhod operating body in SolidWorks. *IOP conference series: materials science and engineering: The conference proceedings ISP-CIET'2020.* Veliky Novgorod: IOP Publishing Ltd, 2020. P. 012005. doi: 10.1088/1757-899X/939/1/012005.
3. Pashkov D. Obosnovanie silovykh i energeticheskikh parametrov ispolni-tel'nykh organov geokhoda dlya razrusheniya myagkikh porod: spetsial'nost' 05.05.06 "Gornye mashiny" : dissertatsiya na soiskanie uchenoy stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk. Kemerovo, 2021. 176 p.
4. Pashkov DA. Osobennosti raboty ispolnitel'nogo organa geokhoda s iz-gibayushchimsya korpusom. *Innovatsii v tekhnologiyakh i obrazovanii : Sbornik statey uchastnikov XIV Mezhdunar. nauchno-prakt. konf.* Kemerovo, Belovo, Novosibirsk, Veliko-Tyrnovo, Shumen: Kuzbasskiy gosudarstvennyy tekhnicheskii universitet imeni T.F. Gorbacheva, 2021. P. 156-159.
5. Pashkov DA. Analiz sushchestvuyushchikh barovykh ispolnitel'nykh organov. *Sbornik materialov IX Vseros. nauchno-prakt. konf. molodykh uchenykh s mezhdunarodnym uchastiem "Rossiya molodaya"*. Kemerovo: Kuzbasskiy gosudarstvennyy tekhnicheskii universitet imeni T.F. Gorbacheva, 2017. P. 35011.
6. Aksenov VV, Val'ter AV. Spetsifika geokhoda kak predmeta proizvodstva. *Nauchnoe obozrenie.* 2014;8(3): 945-950.
7. Saprykin AA, Val'ter AV. Proizvoditel'nost' protsessa 2,5-koopdinatnogo formo-obrazovaniya i tekhnologichnost' izdeliy slozhnoy prostpanstvennoy formy. *Tekhnologiya mashinostroeniya.* 2008; 2: 20-22.
8. Smerdov VI. Razrabotka tekhnologicheskogo protsessa izgotovleniya nozha ispolnitel'nogo organa geokhoda. *Rossiya molodaya : Sbornik materialov XI Vserossiyskoy nauchno-prakt. konf. s mezhdunar. Uchastiem.* Kemerovo: Kuzbasskiy gosudarstvennyy tekhnicheskii universitet imeni T.F. Gorbacheva. 2019. P. 40312.
9. Dil'man AM, Medvedev VI. Ispol'zovanie noveyshikh tekhnologiy Industrii 4.0 v mashinostroenii. *Avtomatizatsiya v promyshlennosti.* 2015;5: 16-18.
10. Isaev VK, Vladimirova NA, Lazarev VV [et al.] Razvitie, integratsiya i transfer tekhnologiy s tsel'yu sozdaniya vysokoeffektivnykh izdeliy opytnogo mashinostroeniya. *Upravlenie razvitiem krupnomasshtabnykh sistem (MLSD'2009) : Materialy tret'ey mezhdunarodnoy konferentsii / Institut problem upravleniya im. V.A.Trapeznikova RAN. – M.: Uchrezhdenie Rossiyskoy Akademii Nauk, Institut problem upravleniya im. V.A. Trapeznikova, RAN, 2009. P. 78-80.*

© 2022 The Authors. 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 authors:

Vladimir Yu. Sadovets, Associate Professor, T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University (Kemerovo, 28 Vesennaya str., 650000, Russian Federation), Branch of T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University in Prokopyevsk (Prokopyevsk, 19a Nogradskaya str., 653049, Kemerovo region – Kuzbass, Russian Federation), C. Sc. in Engineering, Associate Professor, svyu.pmh@kuzstu.ru

Elena V. Rezanova, Senior Lecturer, T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University (Kemerovo, 28 Vesennaya str., 650000, Russian Federation), rezanovaev@kuzstu.ru

Roman V. Sadovets, student, Bauman Moscow State Technical University (National Research University) (105005, Moscow, st. second Baumanskaya, 5 str.1), r.sadovec1296@yandex.ru

Contribution of the authors:

Vladimir Yu. Sadovets - research problem statement; scientific management; reviewing the relevant literature; conceptualisation of research; writing the text, data collection; data analysis; reviewing the relevant literature; drawing the conclusions; writing the text.

Elena V. Rezanova - research problem statement; scientific management; reviewing the relevant literature; conceptualisation of research; writing the text, data collection; data analysis; reviewing the relevant literature; drawing the conclusions; writing the text.

Roman V. Sadovets - research problem statement; scientific management; reviewing the relevant literature; conceptualisation of research; writing the text, data collection; data analysis; reviewing the relevant literature; drawing the conclusions; writing the text.

All authors have read and approved the final manuscript.