

УДК 621.924.93

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЗАГОТОВКИ НОЖА ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО ОРГАНА ГЕОХОДА МЕТОДОМ ЛИТЬЯ

НОЗИРЗОДА Ш.С.

аспирант (НовГУ)

Научный руководитель Ефременков А.Б.

д.т.н., профессор (НовГУ)

г. Великий Новгород

Аннотация. В данной работе основные технологические решения по получению заготовки ножа исполнительного органа геохода методом литья.

Ключевые слова: технологические решения, технология литья, заготовка, ножевой исполнительный орган, геоход.

Для разрушения мягких пород и формирования подземных сооружений используются различные техники и технологии. Авторами [1-4] предложен инновационный подход к созданию специальной техники для подземных работ – геоход. В конструкции геохода в качестве рабочего органа используется ножевой исполнительный орган, который представляет собой элементы винтовых лопастей, соединенных жестко между собой в центре геохода. Форму ножа предлагается выполнить в геликоидной форме, учитывая специфику работы подземного агрегата [5-7]. Следовательно, в настоящее время разработка и обоснования технологических решений по изготовлению ножа различной формы исполнительного органа является актуальной задачей. Различные формы тела ножа исполнительного органа геохода исходя из оптимальных геометрических параметров режущей кромки представлены на рисунке 1.

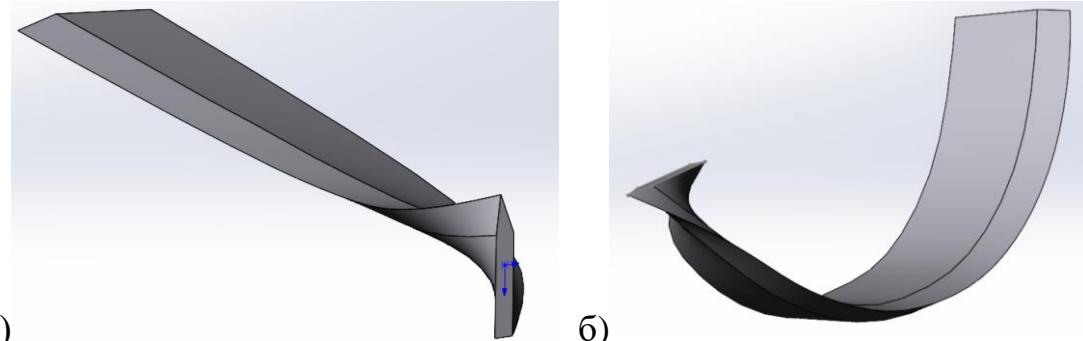


Рисунок 1 - Тело ножа исполнительного органа с учетом геометрии режущей кромки

(а - прямой геликоидной формы, б - выпуклой геликоидной формы)

В качестве альтернативных технологий изготовления ножа исполнительного органа геохода авторы рассматривают метод холодной штамповки и прокат с дальнейшей механической обработкой.

Анализ технологий изготовления различных рабочих инструментов для разрушения мягкой породы показывает [8-10], что при серийном производстве таких деталей целесообразной применять литье для получения заготовки.

Также подобные детали, таких как отвал плуга, воздушный винт (лопастной двигатель), импеллер и шнекоцентробежные колеса, винтовые геликоидальные шнеки, винтовые поверхности гидротурбины, отвалы бульдозеров и т.д. в основном получают методом литья. В связи с тем, что в дальнейшем предполагается серийное изготовление ножей, в качестве альтернативного варианта получения заготовки ножа, как исполнительного органа геохода, рассматривается литье.

Для определения рационального варианта способа литья, проанализированы основные технологические возможности способов литья. Для оценки эффективности способов литья рассматривается такие показатели как коэффициент использования материала, технологическая себестоимость заготовки. В работе были рассмотрены оценки технологических возможностей литья для получения геликоидной формы тела ножа исполнительного органа геохода.

Анализируя технологические возможности способов литья рассматривается особенности применения и рекомендации к применению (таблица 1).

Таблица 1 – Рекомендации по выбору способа литья

Способы литья	Особенности применения	Рекомендации к применению
Литьё в земляные формы	Формовочных смесей	Можно применить для получения заготовки тела ножа, необходима механическая доработка для обеспечения требуемой точности и качество детали
Литье в оболочковые формы	Форма является разовой	Можно применить для получения заготовки тела ножа учетом ограничений, максимальный диаметр геохода 3 м, минимальная партия деталей нож 200 шт.
Литье по выплавляемым моделям	При больших партиях является экономически выгодным	Можно применить для получения заготовки тела ножа учетом ограничений, максимальный диаметр геохода 2 м, минимальная партия деталей нож 1000 шт.
Литье в металлические формы (кокиль)	При больших партиях является экономически выгодным, требуется большие затраты на изготовления формы	Не рекомендуется
Литье металлов под давлением	В основном используется для фасонных отливок и является экономичным способом при больших партиях	Не рекомендуется
Центробежное литье (ротокастинг)	Используется для получения отливок тела вращения (кольца, диски, втулки)	Не рекомендуется

Исходя из рекомендации по выбору литья и учитывая, что производство изготовления ножевых исполнительных органов относится к мелкосерийным,

можно в качестве альтернативных вариантов рассматривать возможности получения геликоидной формы тела ножа исполнительного органа геохода литьем в земельной и оболочковой формах.

Далее для обоснования выбора способа литья проведем расчет припусков и себестоимости заготовки при литье в земляные формы, литье в оболочковые формы. Для расчета припусков заготовки при литье были определены все размеры, которые формируют тела заготовки [11]. Размеры сечения для всех форм принимаем одинаковые

Основные технологические параметры литья в земляные формы:

- класс размерной точности зависит от габаритов тела ножа, для 900 мм принимаем – 11.
- степень коробления зависит от отношение наименьшего размеров элемента отливок к наибольшему (для ножа 0,0556) – 7.
- степень точности поверхности – 10.
- класс точности массы зависит от массы отливок, в данном случае принимаем – 11.
- ряд припусков – 8.

Результаты проектирования заготовки в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты проектирования заготовки для метода литья в земельной форме

№	Форма заготовки	Масса детали	Масса заготовки	Коэффициент использования материала	Критерии технологичности
1	Прямой геликоид	18,16	30,1	0,603	Нетехнологична
2	Выпуклый геликоид	16,95	28,34	0,598	Нетехнологична
3	Геликоид с воронкой	16,85	28,55	0,5902	Нетехнологична

Основные технологические параметры литья в оболочковой форме:

- класс размерной точности зависит от габаритов тела ножа, для 900 мм принимаем – 8.
- степень коробления зависит от отношения наименьшего размера элемента отливок к наибольшему (для ножа 0,0556) – 7.
- степень точности поверхности – 10.
- класс точности массы зависит от массы отливок, в данном случае принимаем – 11.
- ряд припусков – 8.

Результаты проектирования заготовки в таблице 4.

Таблица 3 – Результаты проектирования заготовки для метода литья в оболочковой форме

№	Форма заготовки	Масса детали, кг	Масса заготовки, кг	Коэффициент использования материала	Критерии технологичности
1	Прямой геликоид	18,16	20,3	0,895	Технологична

2	Выпуклый геликоид	16,95	18,77	0,903	Технологична
3	Геликоид с воронкой	16,85	18,58	0,907	Технологична

Технологическая себестоимость заготовки литья включает в себя затраты на сырье, энергию, оборудование, трудовые ресурсы и другие производственные издержки. Она может быть рассчитана как сумма всех затрат, связанных с процессом литья, поделенная на количество произведенных заготовок. Таким образом, технологическая себестоимость заготовки литье зависит от множества факторов, включая объем производства, качество сырья, эффективность оборудования и уровень оплаты труда. Для упрощения расчетов была применена следующая формула:

$$S_T = \frac{m_d}{K_{im}} \cdot (C_{zag} + C_c \cdot (1 - K_{im})) \quad (1)$$

где, m_d – масса детали, K_{im} – коэффициент использования материала, C_{zag} – стоимость 1 кг материала заготовки, C_c – стоимость срезания 1 кг стружки при механической обработке в среднем по машиностроению.

Результаты расчетов технологической себестоимости заготовки методом литья приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты расчетов технологической себестоимости заготовки для метода литья

№	Форма заготовки	Данные: $C_{zag} = 42$ руб/кг, $C_c = 99$ руб/кг.	
		В земельной форме	В оболочковой форме
1	Прямой геликоид	$S_T = \frac{18,16}{0,603} \cdot (42 + 99 \cdot (1 - 0,603)) = 2448,528$ руб.	$S_T = \frac{18,16}{0,894} \cdot (42 + 99 \cdot (1 - 0,894)) = 1066,321$ руб.
2	Выпуклый геликоид	$S_T = \frac{16,95}{0,598} \cdot (42 + 99 \cdot (1 - 0,598)) = 2318,522$ руб.	$S_T = \frac{16,95}{0,903} \cdot (42 + 99 \cdot (1 - 0,903)) = 968,628$ руб.
3	Геликоид с воронкой	$S_T = \frac{16,85}{0,5092} \cdot (42 + 99 \cdot (1 - 0,5092)) = 2357,349$ руб.	$S_T = \frac{16,85}{0,907} \cdot (42 + 99 \cdot (1 - 0,907)) = 781,99$ руб.

Результаты расчетов технологической себестоимости заготовки литья показывают, что для получения заготовки ножа в условиях серийного производства подземных агрегатов целесообразно применять литье в оболочковой форме.

Таким образом, для рационального выбора технологии получения заготовки и изготовления основных элементов ножевого исполнительного органа, используя современное оборудование с повышенной производительностью, необходимо учитывать технологические требования к форме заготовки, к материалам, к механической обработке сложных

поверхностей конструкции исполнительного ножевого органа геохода. Для производства изготовление ножей рационально применять литьё в оболочковой форме. Данный способ литья позволяет получить заготовки ножа с высокой размерной точностью, соответствующим качеством и низкой себестоимостью.

Список литературы:

1. Аксенов, В. В. Обоснование необходимости создания исполнительного органа геохода для разрушения пород малой крепости / В. В. Аксенов, В. Ю. Садовец, Д. А. Пашков // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2016. – № 6(118). – С. 8-15. – EDN XVKMRL.
2. Пашков Дмитрий Алексеевич. Обоснование силовых и энергетических параметров исполнительных органов геохода для разрушения мягких пород: диссертация кандидата Технических наук: 05.05.06 / Бегляков Вячеслав Юрьевич; [Место защиты: Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева], 2021. – 176 с.
3. Садовец Владимир Юрьевич. Обоснование конструктивных и силовых параметров ножевых исполнительных органов геоходов: диссертация ... кандидата технических наук: 05.05.06. - Кемерово, 2007. - 153 с.: ил.
4. Бегляков Вячеслав Юрьевич. Обоснование параметров поверхности взаимодействия исполнительного органа геохода с породой забоя: диссертация ... кандидата технических наук: 05.05.06 / Бегляков Вячеслав Юрьевич; [Место защиты: Кузбас. гос. техн. ун-т]. - Юрга, 2012. - 139 с. : ил.
5. Аксенов В. В., Садовец В. Ю. Синтез технических решений ножевого исполнительного модуля геохода // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2006. – № 6–2(58). – С. 33–37. – EDN KXGTZB.
6. Пашков, Д. А. Обоснование силовых и энергетических параметров исполнительных органов геохода для разрушения мягких пород / Д. А. Пашков // Развитие – 2021: Научное электронное издание, Кемерово, 11–13 мая 2021 года. – Кемерово: Федеральный исследовательский центр угля и углехимии Сибирского отделения Российской академии наук, 2021. – С. 42-55. – DOI 10.53650/9785902305620_42. – EDN POJAYX.
7. Козлов, И. В. Разработка методики построения твердотельной модели тела ножевого исполнительного органа геохода / И. В. Козлов, В. Ю. Садовец, Р. В. Садовец // Техника и технология горного дела. – 2022. – № 2(17). – С. 67-86. – DOI 10.26730/2618-7434-2022-2-67-86. – EDN SXRDEM.
8. Султанов Б.З. Забойные буровые машины и инструмент / Б.З. Султанов, Н.Х. Шаммасов. – Москва : Недра, 1976. – 239 с.
9. Богоева, Л. А. Выбор и обоснование оптимальной технологии изготовления лопасти вертолета из композиционных материалов / Л. А. Богоева, А. Г. Пнев // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 2011. – № 5. – С. 37-42. – EDN OJBCAD.
- 10.Анализ современного состояния и развития конструкций ножей отвалов дорожных машин / А. В. Лысянников, Р. Б. Желукевич, В. В. Маянов [и др.] // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2016. – № 1. – С. 121-130. – EDN VUTDLF.

11. ГОСТ Р 53464-2009. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку: национальный стандарт Российской Федерации : дата введения 2010-01-07 / Федеральное агентство по техническому регулированию. – Изд. официальное. – Москва: Стандартинформ, 2010. – 62 с.