

Рис. 2. Модернизированная торцевая фреза.

#### Заключение

Определены основные геометрические параметры и создана твердотельная модель торцевой фрезы с переменными осевыми и радиальными углами зубьев с целью улучшения ее вибрационных характеристик относительно исходной торцевой фрезы 2045-080A27R06SD12S. Разработанная фреза может быть рекомендована к изготовлению и экспериментальной апробации.

#### Список используемых источников:

1. Коровин Г.И., Филиппов А.В., Проскоков А.В., Горбатенко В.В. Влияние геометрических параметров режущего лезвия на формирование области пластической деформации при резании титанового сплава ОТ4.
2. Денкена Б., Бирман Д. Геометрия режущей кромки.
3. Арразола П.Дж., Озел Т., Амбрелло Д., Дэвис М., Джавахир И.С. Последние достижения в моделировании процессов механической обработки металлов.
4. Каталог PRAMET 2019 Режущий инструмент Пластины Фрезы Резцы Сверла.
5. Грановский Г.И., Грановский В.Г. Резание металлов.
6. Улутан Д., Озел Т. Механическая обработка, индуцирующая целостность поверхности в титановых и никелевых сплавах.

### СТАРТОВЫЕ СИСТЕМЫ ГЕОХОДОВ. РЕАЛИЗОВАННЫЕ РЕШЕНИЯ

*М.И. Шершенов, студент гр.10771,*

*научный руководитель: Коперчук А.В., доцент, к.т.н.,*

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского*

*Томского политехнического университета,*

*652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26,*

*E-mail: shershenov.meder@gmail.com*

**Аннотация.** в работе приведены реализованные решения стартовых устройств геоходов, рассмотрены достоинства и недостатки стартовых устройств геоходов.

**Abstract.** the paper presents the realized solutions of geokhod starting devices, the advantages and disadvantages of geokhod starting devices are considered.

**Ключевые слова:** геоход, стартовое устройство, результаты испытания.

**Keyword:** geokhod, starting device, test results.

Одной из важнейших систем геохода является стартовое устройство. Оно может быть реализовано двумя принципиальными путями. Первый – устройство, имитирующее горный массив, по которому геоход движется самостоятельно. Второй – устройство, способное вдавливать геоход в массив, не препятствуя вращению головной секции. В работе [1] рассмотрены и проанализированы следующие схемные решения:

1. стартовое устройство, вдавливающее геоход в массив с помощью домкратов при вращающейся головной секции (рис. 1а);
2. стартовое устройство из бетона, имитирующее массив (рис. 2а);
3. стартовое устройство с использованием геохода в качестве формы для изготовления (рис. 3);
4. стартовое устройство из металла, имитирующее массив.

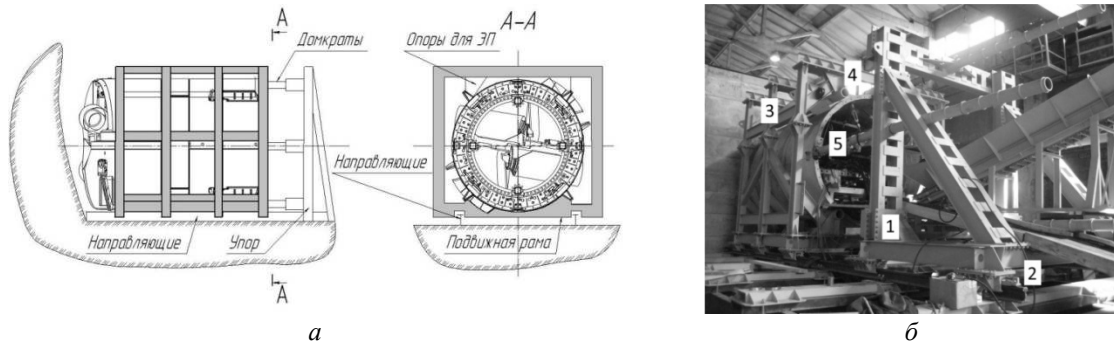


Рис. 1. стартовое устройство, вдавливающее геоход в массив с помощью домкратов при вращающейся головной секции (а – схема, б – конструкция):

1 – упор; 2 – направляющие; 3 – подвижная рама;  
4 – опоры для элементов противовращения (ЭП); 5 – домкраты

Первое в списке стартовое устройство функционирует следующим образом. Геоход размещается на подвижной раме консольно для беспрепятственного вращения головной секции с расположенными на ней внешними двигателями. Вращение хвостовой секции исключается опорами для элементов противовращения. В момент старта геоход движется поступательно вместе с рамой по направляющим за счет выдвигания домкратов. После упора подвижной рамы в массив геоход движется по раме. Воздействие домкратов продолжается до входа в массив ЭП.

Преимущества данного решения: не требуется изготовление сложной системы винтовых и продольных каналов; существует возможность повторного старта геохода в случае нештатной ситуации; имеется возможность извлечения геохода из выработки с помощью домкратов; возможность многократного применения.

Недостатки: значительная металлоемкость и масса стартового устройства; наличие дополнительного устройства, подающего геоход на забой; необходимость синхронизации вращения геохода с подачей на забой [2].

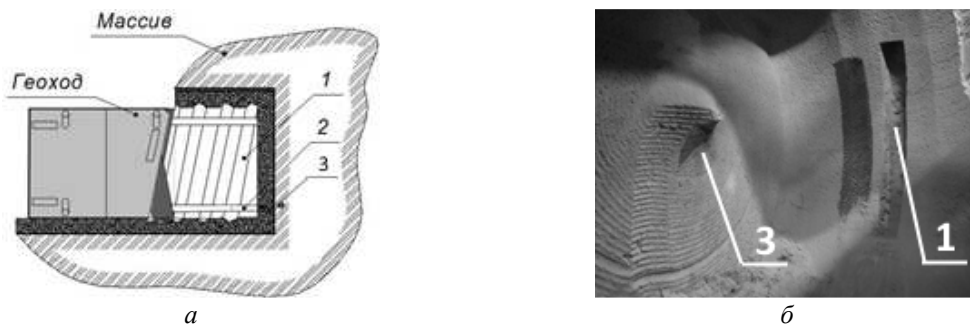


Рис. 2. Стартовое устройство из бетона, имитирующее массив (а - схема, б – вид из выработки): 1 – винтовые пазы для внешнего двигателя; 2 – продольные пазы для элементов противовращения; 3 - забой

Преимущество схемы, представленной на рис. 2а, заключается в том, что подача геохода на забой обеспечивается за счет конструкции геохода и не требует применения дополнительных устройств. К недостаткам можно отнести: необходимость получения первоначальной выработки с последующим изготовлением винтовых и продольных каналов (рис. 2б); необходимость наличия дом-

кратной станции для размещения геохода в выработке; необходимость демонтажа внешних движителей (ВД) до установки геохода в выработку и их монтаж после установки.



Рис. 3. Стартовое устройство с использованием геохода в качестве формы для изготовления

Последовательность операций по изготовлению стартового устройства, представленного на рис. 3 такова. Подготавливается площадка и из бетонных блоков создается емкость, которая засыпается грунтом до нижнего уровня будущей выработки, грунт уплотняется. Далее на грунт устанавливается геоход и засыпается новой порцией грунта с последующим его уплотнением. Торцев стабилизирующей секции предварительно защищается от просыпания грунта внутрь геохода.

Преимущества данного решения: использование геосреды для формирования устройства существенно снижает сложность и трудоемкость изготовления стартового устройства; подача геохода на забой обеспечивается за счет конструкции геохода без применения дополнительных устройств.

Недостатки: нет возможности извлечения геохода из выработки без его откапывания; нет возможности многократного применения стартового устройства; требуется защита геохода от просыпания геосреды внутрь во время заполнения стенда; повышенное трение на корпусе, режущем органе, ВД и ЭП в момент начала движения; пониженная прочность геосреды, которой заполняется стенд при формировании стартового устройства по сравнению с неразрушенным массивом.

При планировании испытаний было принято решение об использовании самой сложной для геохода среды – песка. Предварительный расчет [3,4] показал, что старт и движение в песке возможны. Испытания доказали принципиальную возможность старта и движения в песке и выявили дополнительные недостатки стартового устройства. Во-первых, наблюдался не отмеченный в ранних исследованиях [5] эффект налипания мокрого песка на ВД и перенос его по направлению вращения приводного модуля. Из-за этого эффекта происходило разрушение опорного участка геосреды и движение геохода осуществлялось со скоростью существенно ниже расчетной. Во-вторых, имело место проворачивание опорного модуля и крен машины на  $10^{\circ} \dots 20^{\circ}$  на каждый оборот внешнего движителя, что говорит о превышении предельного давления на геосреду от ЭП. Т.о. использование песка для формирования стартового устройства не принесло ожидаемого результата.

Список используемых источников:

1. Коперчук А.В., Бегляков В.Ю. Выбор схемного решения стартового устройства геохода // Горное оборудование и электромеханика. – 2016. – №. 8. – С. 15-18.
2. Коперчук, А.В. Синхронизация кинематических параметров геохода и стартового устройства [Электронный ресурс] / А.В. Коперчук, В.Ю. Бегляков // Инновационные технологии и экономика в машиностроении : сборник трудов VI Международной научно-практической конференции, 21-23 мая 2015 г., Юрга / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Юргинский технологический институт (ЮТИ). - Томск: Изд-во ТПУ, 2015. - [С. 436-438]. - Режим доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext/c/2015/C30/106.pdf>.
3. Дронов, А.А. Обоснование параметров узла сопряжения секций геохода: дис. ... к-та. техн. наук: 05.05.06 / Дронов Антон Анатольевич. - Кемерово, 2020. - 169 с.
4. Коперчук А. В., Бегляков В.Ю., Осипов Р.С. Стартовое устройство модуля проходки аварийно-спасательных выработок, сформированное из геосреды // Инновационные технологии в машино-

строении: сборник трудов XII Международной научно-практической конференции, 27–29 мая 2021 г., Юрга. – Томский политехнический университет, 2021. – С. 117-120.

5. Аксенов В.В., Костинцев И.К., Бегляков В.Ю. Особенности работы внешнего движителя геохода // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2013. – №. 6.

### ПРИМЕНЕНИЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЛИТЕЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

*Ш.Ш. Шамсуллозода ст., научный руководитель: Сапрыкин А.А., к.т.н., доцент  
Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского  
Томского политехнического университета  
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, тел. +7 (923)535 25 35  
E-mail: shamsullozoda98@mail.ru*

**Аннотация.** В статье исследовано и проанализировано использование аддитивных технологий в современном литейном производстве, определяющих их инновационное развитие по созданию новой продукции, имеющей высокие показатели по качеству, надежности и определяющих ее конкурентоспособность на мировом рынке.

**Abstract.** The article explores and analyzes the use of additive technologies in a large foundry, achieving high levels of quality, reliability and ensuring its effectiveness in the world market.

**Ключевые слова:** литье, технологии, производство, 3d-печать.

**Keywords:** casting, technology, production, 3d printing.

Литейное производство – старый технологический процесс. Далеко в Бронзовом веке люди могли менять агрегатное состояние руд, переплавлять их в жидкий металл, заливать в форму и получать отливку. В конце XX века, как появились цифровое моделирование и затем развивались аддитивные технологии, наступили кардинальные перемены.

Аддитивные технологии (англ. Additive Technology AT, от add добавлять) – обобщенный термин, описывающий процесс изготовления изделия на основе CAD-модели путем послойного добавления материала.

Какую роль играет аддитивные технологии?

Изготовление изделий с помощью 3D-печати позволяет получить результаты, которые не могут быть обеспечены в классических технологических процессах. Главное преимущество заключается в том, что можно экономить значительное время и средства на изготовление модельной оснастки. Благодаря 3D-процессам можем забыть о всех недостатках традиционного литья.

К ним относятся:

- долгий производственный цикл
- трудоемкость изготовления оснастки
- недостаточная точность
- человеческий фактор

Но все-таки есть и недостатки – это высокая стоимость оборудования и материалов для 3D-печати, необходимость в крупных первоначальных инвестициях и ограничения в размерах изделий, печатаемых на 3D-принтере. Если учитывать быстрое развитие технологий, то эти проблемы будут постепенно решаться. В настоящее время 3D-технологии уже успешно применяются на литейных предприятиях во всем мире при создании форм достаточно больших размеров.

Современные аддитивные технологии

История 3D-технологии началась с 1986 года, когда была запатентована первая коммерческая стереолитографическая машина (SLA), которая была разработана в компании 3D Systems. До середины 1990-х основной сферой применения были НИОКР для оборонной промышленности. Первые лазерные 3D-принтеры стоили очень дорого, при этом набор используемых модельных материалов не был велик. С развитием систем автоматизированного проектирования невероятного прогресса достигли и технологии 3D-печати, и в настоящее время можно сказать практически нет такой сферы материального производства, где бы не использовались аддитивные технологии. Сегодня печать изделий производится из различных материалов, как металлов, так неметаллов, пластиков и керамики.

Виды литья металлов

Возможности аддитивных процессов применяют к двум технологиям:

- литье в песчано-глинистые формы;