

ТЭМ изображения обработанного материала показали, что после обработки минерала в ультразвуковой ванне образцы шунгита разрушились и приобрели форму тонких наноструктурированных пленок с хорошо развитой удельной поверхностью и размерами пленок до 200 нанометров. Так как мы знаем, что минерал на 98 % состоит из углерода в аморфной форме, то можно сделать вывод, что мы получили углеродные пленки. Из литературных данных известно, что из шунгита можно получить графеновые пленки [10].

Список используемых источников:

1. Q. Liu, J. Shi, G. Jiang, Application of graphene in analytical sample preparation, *TrAC Trends Anal. Chem.* 37 (2012) 1–11.
2. Madderla Sandhya, D. Ramasamy, K. Sudhakar, K. Kadirgama, M. Samykano, W.S. W. Harun, G. Najafi, M. Mofijur, Mohamed Mazlan . A systematic review on graphene-based nanofluids application in renewable energy systems: Preparation, characterization, and thermophysical properties. *Sustainable Energy Technologies and Assessments* 44 (2021) 24p.
3. Шунгиты Карелии и пути их комплексного использования. Под ред. В.А. Соколова, Ю.К. Калинина. – Петрозаводск: Карелия, 1975.– 246 с.
4. V.A. Melezhik, M.M. Filippov, A.E. Romashkin, A giant Palaeoproterozoic deposit of shungite in NW Russia: genesis and practical applications, *Ore Geol. Rev.* 24 (2004) 135–154.
5. H.O. Pierson *Handbook of carbon, graphite, diamond and fullerenes*. – New Jersey U.S.A., Noyes Publications, 1993.
6. V. Kovalevsky, V. Shchiptsov, R. Sadovnichy, Unique natural carbon deposits of shungite rocks of Zazhogino ore field, Republic of Karelia, Russia, *Int. Multidiscip. Sci. Geo Conference SGEM.* 1 (2016) 673–680.
7. Tamburri, R. Carcione, S. Politi, M. Angiellari, L. Lazzarini, L.E. Vanzetti, S. Macis, G. Pepponi, M.L. Terranova, Shungite carbon as unexpected natural source of few-layer graphene platelets in a low oxidation state, *Inorg. Chem.* 57 (2018) 8487–8498.
8. О.В. Мясникова, А.В. Первунина, Перспектива комплексного использования низкоуглеродных шунгитсодержащих пород Карелии, (2019)
9. А.А. Ковальчук, А.В. Приходько, О.И. Коньков, Н.Н. Рожкова, Графено-подобный углерод шунгитовых пород Карелии как основа для получения наноструктурированных пленок, *Труды Карельского Научного Центра Российской Академии Наук.* (2018).
10. V.A. Reznikov, Y.S. Polekhovskii, Amorphous shungite carbon: a natural medium for the formation of fullerenes, *Tech. Phys. Lett.* 26 (2000) 689–693.

СТАРТОВОЕ УСТРОЙСТВО МОДУЛЯ ПРОХОДКИ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК, СФОРМИРОВАННОЕ ИЗ ГЕОСРЕДЫ

*А.В. Коперчук^{1,2,a}, к.т.н., доцент, В.Ю. Бегляков^{1,2}, к.т.н., доцент,
Р.С. Осипов², ведущий конструктор*

¹ *Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета*

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, тел. (38451)77763

² *ООО «Сибирское НПО»*

650991, Кемеровская область, г. Кемерово, Советский проспект, д. 56

E-mail: avkop@tpu.ru^a

Аннотация: В статье описано стартовое устройство модуля для проходки аварийно-спасательных выработок - геохода, сформированное из геосреды. Приведены некоторые результаты испытания.

Abstract: The article describes the starting device of the geokhod, made of soil. Some test results are presented.

Ключевые слова: модуль для проходки аварийно-спасательных выработок - геоход, стартовое устройство, результаты испытания.

Keywords: geokhod, starting device, test results.



Рис. 1. Демонстрационный образец модуля проходки аварийно-спасательных выработок

В 2019-20 году в ООО «Сибирское НПО» (г. Кемерово) был спроектирован и изготовлен демонстрационный образец модуля проходки аварийно-спасательных выработок (ДО МПАСВ), использующий для движения геологический принцип перемещения (см. рис.1).

Испытания ДО МПАСВ в геосреде проводились в стенде (рис. 2), обеспечивающем возможность движения машины на расстояние до 3 м.

Особенности конструкции ДО МПАСВ [1,2,3,4] создают дополнительные требования к стартовому устройству [5], отличные от требований к конструкциям стартовых устройств проходческих щитов. Было принято решение, из возможных схем стартовых устройств [6] опробовать вариант с использованием машины, как формы для выполнения

стартового устройства. Последовательность действий:

- стенд частично заполняется уплотненной геосредой, в которой в направлении движения формируется траншея, по диаметру соответствующая диаметру корпуса;
- в траншею устанавливается ДО МПАСВ;
- для исключения попадания геосреды внутрь ДО МПАСВ снаружи корпуса на краю опорного модуля за элементами противовращения (ЭП) устанавливается щит и закрываются легко разрушаемым материалом щели в исполнительном органе главного забоя (ИОГЗ);
- засыпается геосреда до полного заполнения стенда (см. рис.3).

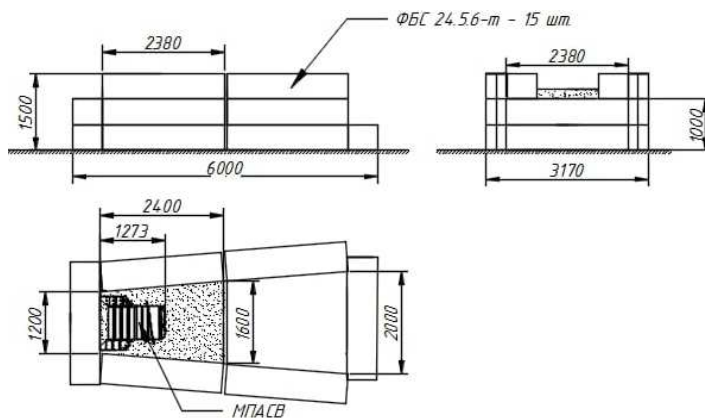


Рис. 2. Схема стенда для испытаний ДО МПАСВ



Рис. 3. МПАСВ на позиции старта

Преимущества данного решения стартового устройства:

- использование геосреды для формирования устройства;
- простота и низкая трудоемкость изготовления;
- не требуется изготовление винтовых и продольных каналов для внешнего движителя (ВД) и элементов противовращения (ЭП);
- не требуется наличие дополнительного устройства, подающего МПАСВ на забой;

- нет необходимости в синхронизации вращения МПАСВ с подачей на забой.
Недостатки:
- нет возможности извлечения МПАСВ из выработки без его откапывания;
- нет возможности многократного применения стартового устройства;
- требуется защита опорного модуля и ИОГЗ от просыпания геосреды внутрь во время заполнения стенда;
- повышенное трение на корпусе, ИОГЗ, 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 МПАСВ среды – песка, и была проведена предварительная оценка возможности старта и движения в песке. Исходя из значений сил на ЭП и ВД, полученных по математической модели взаимодействия геодода с геосредой [7] и площадей ВД и ЭП, при условии равномерного контакта по площади расчетное давление на геосреду составляет 17 кПа. По СП 22.13330.2016 «Свод правил. Основания зданий и сооружений» [8] среднее давление на грунт с учетом коэффициента условий работы грунтов основания при динамических воздействиях для мелких водонасыщенных песков должно быть менее 140 кПа. Т.е. предварительный расчет показывает, что старт и движение в песке возможны.

Испытания доказали возможность старта и движения МПАСВ в песке, но выявили определенные недостатки стартового устройства. Во-первых, наблюдался не отмеченный в ранних исследованиях [9] эффект налипания мокрого песка на ВД (см. рис.4) и перенос его по направлению вращения приводного модуля. Из-за этого эффекта происходило разрушение опорного участка геосреды (см. рис. 5) и движение МПАСВ осуществлялось со скоростью существенно ниже расчетной.



Рис. 4. Эффект налипания песка на ВД ДО МПАСВ



Рис. 5. Разрушение опорного участка геосреды возле ВД

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 элементов противовращения. Была предпринята попытка увеличения прочности геосреды её периодическим уплотнением. Это привело к существенному увеличению трения на корпусе, сил сопротивления резанию на ИОГЗ и не позволило МПАСВ начать движение из-за небольшого запаса по мощности у демонстрационного образца.

Таким образом, проведенные испытания стартового устройства ДО МПАСВ, сформированного из наиболее проблемной для старта геосреды – песка выявили:

- принципиальную работоспособность данного способа старта;
- необходимость применения дополнительных решений для обеспечения старта (например, легко разрушаемый кожух вокруг ИОГЗ и корпуса для обеспечения движения в начальный момент старта при наличии уплотнения геосреды вокруг геодода; защиту от просыпаний внутрь для опорного модуля и ИОГЗ и др.);
- необходимость изменения параметров внешнего движителя и элементов противовращения ДО МПАСВ;
- крайнюю необходимость организации Центра испытаний проходческих подземных аппаратов [10].

Список используемых источников:

1. Аксенов В. В., Ефременков А. Б., Тимофеев В. Ю., Бегляков В. Ю., Блашук М. Ю. Проходческий щитовой агрегат (Геоход)//Пат. на изобретение RUS 2418950; опубл. 20.05.2011, Бюл. № 14.
2. Аксенов В.В., Бегляков В.Ю., Блашук М.Ю., Ефременков А.Б., Казанцев А.А., Хорешок А.А., Вальтер А.В.. Геоход: задачи, характеристики, перспективы // Горное оборудование и электромеханика. -2016. - № 8. - С. 3 - 8.
3. Аксенов В. В. и др. Создание проходческих подземных аппаратов, взаимодействующих с геосредой. области исследований //Горное оборудование и электромеханика. – 2020. – №. 2. – С. 3-12
4. Aksekov V. V. et al. Areas of research on the construction of tunneling underground machines of the Geokhod class //IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – IOP Publishing, 2020. – Т. 939. – №. 1. – С. 012006.
5. Коперчук А. В., Казанцев А. А. Обоснование необходимости разработки стартового устройства геохода //Инновационные технологии и экономика в машиностроении: сборник трудов VI Международной научно-практической конференции, 21-23 мая 2015 г., Юрга.—Томск, 2015. – 2015. – С. 439-440.
6. Коперчук А. В., Бегляков В. Ю. Выбор схемного решения стартового устройства геохода //Горное оборудование и электромеханика. - 2016. - №. 8. - С. 15-18.
7. Дронов, А.А. Обоснование параметров узла сопряжения секций геохода: дис. ... к-та. техн. наук: 05.05.06 / Дронов Антон Анатольевич. - Кемерово, 2020. - 169 с.
8. СП 22.13330.2016 Свод правил. Основания зданий и сооружений.
9. Аксенов В. В., Костинцев И. К., Бегляков В. Ю. Особенности работы внешнего движителя геохода //Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2013. – №. 6.
10. Аксенов В. В. и др. Центр испытаний проходческих подземных аппаратов, взаимодействующих с геосредой. Области исследований //Горное оборудование и электромеханика. – 2020. – №. 4. – С. 65-70.

ВЫБОР ДАТЧИКОВ ВИБРАЦИИ ДЛЯ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИКИ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ

О.Б. Скворцов^{1,2}, к.т.н.,

*¹Институт машиноведения им. А.А. Благодрава РАН,
Россия, 101000, Москва, Малый Харитоньевский переулок, д.4, тел. (499)135-81-20*

*²Научно-технический центр «Завод балансировочных машин»,
Россия, 115230, Москва, Варшавское шоссе, 46, тел. (495)120-03-18 доб.152*

E-mail: oleg.b.skvorcov@gmail.com

Аннотация: Рассмотрены вопросы применения современных датчиков вибрации. Приведены примеры эффективности применения датчиков с встроенной электроникой. Рассмотрены пути устранения недостатков современных датчиков вибрации и перехода к использованию микроэлектронных акселерометров. Такие датчики позволяют получить бюджетные решения при построении систем промышленного мониторинга оборудования.

Ключевые слова: вибрация, акселерометр, резонанс, фильтр, интерфейс, динамический диапазон.

Annotation: The issues of using modern vibration sensors are considered. Examples of the efficiency of using sensors with built-in electronics are given. The ways of eliminating the shortcomings of modern vibration sensors and transition to the use of microelectronic accelerometers are considered. Such sensors make it possible to obtain low-cost solutions when building industrial equipment monitoring systems.

Key words: vibration, accelerometer, resonance, filter, interface, dynamic range.

Введение

Такие современные направления развития индустрии как промышленный интернет вещей (IIoT) или робототехника основаны на широком использовании датчиков различного назначения, обеспечивающих автоматические системы управления данными о контролируемых физических величинах. Всю совокупность датчиков можно разделить на датчики контроля статических и квазистатических величин и датчики контроля динамических величин. Датчики контроля динамических величин формируют данные в виде потоков информации и их важными характеристиками являются динамический амплитудный и частотный диапазоны.

Различные типы датчиков и краткое описание их особенностей представлено в [1]. Среди датчиков для измерения вибрации одним из наиболее распространенных типов являются пьезоэлектрические датчики вибрации (акселерометры). Такие датчики имеют сравнительно простую конструкцию, обес-