

## Секция 1: Системы управления в машиностроении

Таким образом, при использовании программной среды MexBIOS Development Studio для разработки системы управления станками с ЧПУ, мы получаем возможности:

- создавать собственные программы управления;
- производить отладку программы загруженной в микроконтроллер без остановки процессов;
- устанавливать библиотеки компонентов для новых микроконтроллеров.

Эти возможности позволяют сократить время разработки системы управления станками, сэкономить средства на услугах программиста.

**Работа выполнена в рамках государственного задания по проекту № 3852.**

Литература.

1. Егоров О.Д., Подураев Ю.В. Конструирование мехатронных модулей: учебное пособие. – М.: ИЦ МГТУ «СТАНКИН», 2004. – 360 с.
2. Вторая Всероссийская научно-техническая конференция с международным участием «Мехатроника, автоматизация, управление» (МАУ'2005): Сб. трудов. Том 1. – Уфа: УГАТУ, 2005. – 445 с.
3. Схиртладзе А.Г. Оборудование машиностроительных предприятий: учебное пособие. – Старый Оскол: ТНТ, 2007. – 168 с.
4. Гуреева М.А. Основы экономики машиностроения: учебник для нач. проф. образования / М.А.Гуреева. – М.: Издательский центр "Академия", 2010. – 208 с.
5. Кузнецов Ю.Н. Станки с ЧПУ: учебное пособие. – К.: Выща школа, 1991.–276 с.

### ОЦЕНКА ГЕОХОДНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРОВЕДЕНИЯ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

*В.В. Аксенов, А.В. Косовец, Д.Н. Нестерук, А.В. Адамков, А.О. Нестерова*

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

*652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, тел. (38451) 7-77-62*

*Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева,*

*Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН*

*E-mail: nesteruk@tpu.ru*

Эффективное управление горнодобывающим предприятием определяется, прежде всего, уровнем применяемой техники и технологии.

Эффективность работы горнодобывающей промышленности, являющейся основной сырьевой и энергетической базой для всех отраслей народного хозяйства, определяется техническим уровнем средств механизации и автоматизации технологических процессов проходки и добычи. В условиях рыночных экономических отношений, основными требованиями для горно-шахтного оборудования становятся: повышение эффективности и безопасности эксплуатации, снижение металлоемкости проходческой техники и энергоемкости разрушения горной массы, уменьшение экологической вредности горных работ.

В настоящее время существующие структурно-компоновочные схемы применяемых проходческих комбайнов (ПК) не обеспечивают возможности дальнейшего качественного повышения их технического уровня, невозможность создания больших напорных усилий на исполнительном органе для разрушения крепких пород, больших трудозатрат на возведение крепи, недостаточной устойчивости и значительного числа циклов знакопеременного нагружения, конструкцией исполнительного органа. К основным недостаткам проходческих комбайнов можно отнести следующие показатели:

- большая масса ПК, которая в настоящее время составляет более 100 тонн;
- низкая безопасность ведения работ в призабойной зоне;
- ограничение по горизонтальным углам наклона проведения выработки;
- увеличение энерговооруженности ПК и повышение технического уровня, что влияет на увеличение стоимости проходческих работ;
- трудоемкости процесса крепления выработки;
- недостаточно эффективное пылеподавление при эксплуатации.
- высокая цена.

Геоход – аппарат, движущийся в породном массиве с использованием геосреды, представляет собой новый класс горных машин, геоход предназначен для проходки подземных выработок различного назначения и расположения в пространстве. К основным отличиям Геохода, по сравнению с ПК, можно отнести следующие параметры:

- возможность реализации на исполнительном органе любых напорных усилий (возможность создания исполнительного органа для разрушения крепких пород);
- снижение в 6 и более раз металлоемкости оборудования проходческой системы;
- повышенная безопасность ведения проходческих работ при полной защите призабойной зоны от вывалов породы;
- совмещенное выполнение операций при проходке горных выработок и возведению подземных сооружений:
- снижение трудоемкости и стоимости ведения горнопроходческих работ;
- возможность проведения выработок с любым расположением в пространстве;
- невысокая цена в сравнении с проходческими комбайнами. [1-7]

Ряд работ авторов [8-12] посвящены разработке методики обоснования и оценки стоимости и экономической эффективности применения геохода. В ходе работ проведен анализ вариантов применения геохода по сравнению с существующими технологиями для различных горно-геологических условий.

Одним из ключевых параметров обоснования экономической целесообразности применения новой техники является такой показатель, как стоимость выполняемых работ. Сравнение стоимости проведения горных выработок ПК и геоходом проведено для следующих горно-геологических и горнотехнических условий проведения выработки:

**1. Горная выработка проводится проходческим комбайном 1ГПКС-00** в однородных мягких породах крепостью  $f = 1-2$ , угол наклона выработки  $\alpha = 0-10$ , сечение горной выработки  $S_{пр} = 10,4 \text{ м}^2$  арочной формы, крепление горной выработки осуществляется арочной металлической крепью с железобетонной затяжкой и расстоянием между рамами крепи 0,8м.

**Технологическая схема** проведения выработки, для обеспечения непрерывной работы призабойных транспортных средств, будет иметь следующий состав оборудования: проходческий комбайн избирательного действия 1ГПКС-00, скребковый конвейер 2СР 70М, ленточный конвейер КЛК-1000, погрузочная лебедка ЛВД-24.

**Технологический цикл** при проведении горной выработки состоит из основных процессов:

- разрушение горного массива проходческим комбайном 1 ГПКС-00 с одновременной погрузкой горной массы на скребковый конвейер;
  - установка временной крепи;
  - крепление выработки арочной крепью;
  - наращивание скребкового конвейера;
- и вспомогательных процессов:
- наращивание ленточного конвейера;
  - наращивание става вентиляционных труб.

Подвигание забоя за цикл составляет 1,6 м, кратное шагу установки крепи 0,8 м.

При проведении выработки проходческий комбайн 1ГПКС-00 устанавливается по оси выработки и распирается в почву опорным устройством, исполнительный орган с помощью телескопического устройства подается на забой, производится обработка забоя путем перемещения исполнительного органа, разрушенная горная масса захватывается нагребными элементами питателя и подается на скребковый конвейер с подъемно-поворотной хвостовой частью.

Скребковый конвейер 2СР70М перегружает горную массу на ленточный конвейер КЛК-1000 и наращивается по мере подвигания горной выработки.

Ленточный конвейер КЛК-1000 перемещает разрушенную горную массу из проводимой выработки. Наращивание ленточного конвейера производится на длину 200 метров, после того как будет пройдено 200м горной выработки. В ремонтную смену перед тем как наращивать ленточный конвейер скребковой конвейер демонтируют.

Для обеспечения безопасности работ в забое при установке постоянной крепи монтируется предохранительная консольная выдвижная временная крепь, которая состоит из консольно расположенных у кровли выработки металлических балок из СВП и опирающегося на них предохранительного перекрытия в виде настила из верхняков с затяжками. Отставание основной крепи от забоя при проведении выработок не должно быть более 3 м (§94 ПБ).

Для проветривания проводимой выработки применяется вентилятор местного проветривания ВМ-6 с использованием гибких труб диаметром 600 мм. Наращивание вентиляционных труб осуществляется звеньями длиной по 5м.

Технологическая схема проведения выработки проходческим комбайном 1 ГПКС-00 приведена на рис.1.

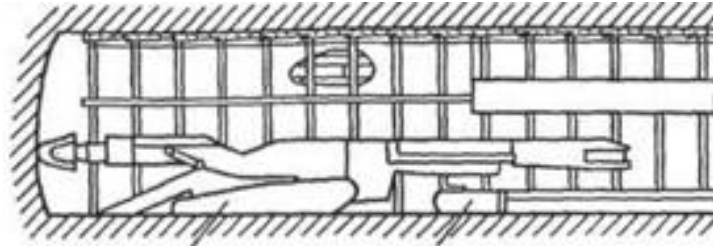


Рис. 1. Технологическая схема проведения выработки проходческим комбайном 1 ГПКС-00

#### Организация работ

Проектом принимается следующая организация работ:

продолжительность смены, ч .....6

количество рабочих смен в сутки:

проходческих..... 3

ремонтно-подготовительных .....1

число рабочих дней в месяц, сут. ....26

Виды работы, выполняемые в рабочую смену:

- выемка и погрузка горной массы проходческим комбайном 1ГПКС-00;
- установка временной крепи;
- крепление горной выработки рамной крепью КМП-А3 из СВП-17;
- наращивание скребкового конвейера;

Вспомогательные работы:

- наращивание ленточного конвейера;
- наращивание става вентиляционных труб.

2. Горная выработка проводится Геоходом  $\varnothing 3,2$  м. в однородных мягких породах крепостью  $f = 1-2$ , угол наклона выработки  $\alpha = 0-10$ , сечение горной выработки  $S_{пр} = 8,1$  м<sup>2</sup> круглой формы, крепление горной выработки осуществляется круглой законтурной фермовой крепью.

Технологическая схема проведения выработки, для обеспечения непрерывной работы призабойных транспортных средств, будет иметь следующий состав оборудования: Геоход  $\varnothing 3,2$  м., скребковый конвейер 2СР 70М, ленточный конвейер КЛК-1000.

Технологический цикл при проведении горной выработки состоит из основных процессов:

- разрушение горного массива Геоходом с одновременной погрузкой горной массы на скребковый конвейер, с одновременном креплении выработки круглой законтурной фермовой крепью;
- наращивание скребкового конвейера;

и вспомогательных процессов:

- наращивание ленточного конвейера;
- наращивание става вентиляционных труб.

Подвигание забоя за цикл составляет 1,6 м кратное шагу установки крепи 0,4 м. Скребковый конвейер 2СР70М перегружает горную массу на ленточный конвейер КЛК-1000 и наращивается по мере подвигания горной выработки.

Ленточный конвейер КЛК-1000 перемещает разрушенную горную массу из проводимой выработки. Наращивание ленточного конвейера производится на длину 200 метров, после того как будет пройдено 200м горной выработки. В ремонтную смену пред тем как наращивать ленточный конвейер скребковой конвейер демонтируют..

Для крепления выработки применяется круглая законтурная фермовая крепь. Крепление выработки производится механизировано, с использованием особенностей работы Геохода, В законтурные каналы выработки устанавливают сегменты крепи в требуемое проектное положение, после чего производят перетяжку межвиткового пространства. Возведение постоянной крепи совмещают с разработкой забоя и погрузкой разрушенной горной массой.

Технологическая схема проведения горной выработки геоходом  $\varnothing 3,2$  м. приведена на рис. 2.

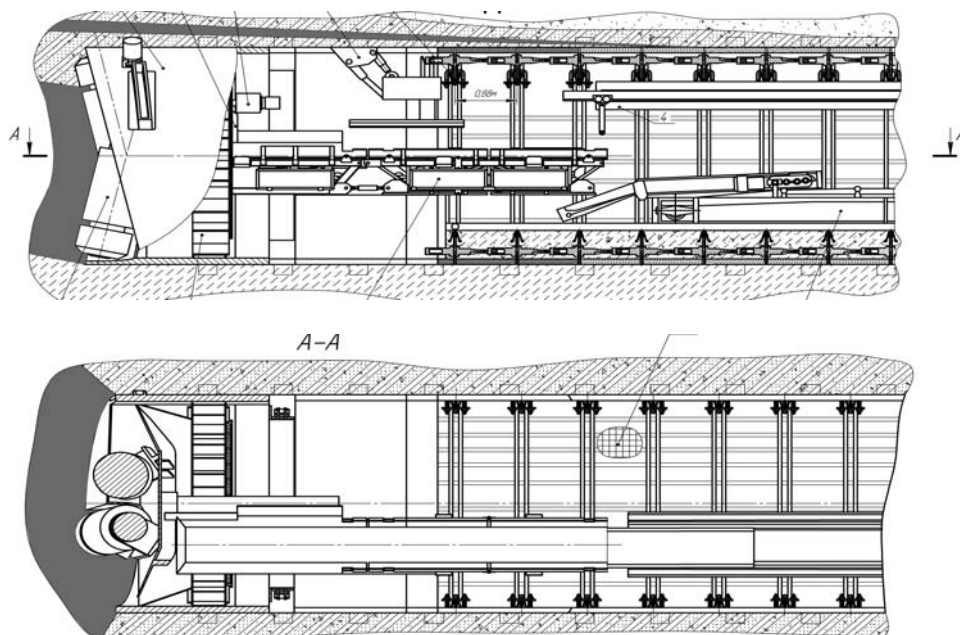


Рис. 2. Технологическая схема проведения горной выработки геоходом Ø3,2 м

### Организация работ

Проектом принимается следующая организация работ:

продолжительность смены, ч .....6

количество рабочих смен в сутки:

проходческих..... 3

ремонтно-подготовительных .....1

число рабочих дней в месяц, сут. ....26

Виды работы, выполняемые в рабочую смену:

- выемка и погрузка горной массы Геоходом Ø 3,2 м.;

- крепление горной выработки круглой законтурной фермовой крепью;

- наращивание скребкового конвейера;

Вспомогательные работы:

- наращивание ленточного конвейера;

- наращивание става вентиляционных труб.

Расчет стоимости проведения выработки по следующим элементам затрат:

1. оплата труда;

2. затраты на материалы;

3. амортизационные отчисления;

4. расчет расхода электроэнергии

Результаты расчетов и сравнения экономических показателей и показателей проведения выработки приведены в таблице 1.

Таблица 1

Сравнение показателей проведения выработки ПК и Геоходом

| № п/п                                       | Наименование показателей              | Вид оборудования |                  | Отклонение абсолют. |
|---|---------------------------------------|------------------|------------------|---------------------|
|   |                                       | ПК (1ГПКС-00)    | Геоход Ø 3,2 м   |                     |
| <b>I. Основные экономические показатели</b> |                                       |                  |                  |                     |
| 1   | оплата труда, руб./м                  | 10 390,94        | 8 610,00         | 1 780,94            |
| 2   | затраты на материалы, руб./м          | 10 386,10        | 8 061,10         | 2 325,00            |
| 3   | амортизационные отчисления, руб./м    | 754,53           | 1 761,08         | - 961,55            |
| 4   | расчет расхода электроэнергии, руб./м | 260,63           | 208,89           | 51,74               |
|   | <b>Итого:</b>                         | <b>21 792,20</b> | <b>18 596,07</b> | <b>3 196,13</b>     |

| №<br>п/п                                 | Наименование показателей                             | Вид оборудования |                | Отклонение<br>абсолют. |
|--|--|------------------|----------------|------------------------|
|  |  | ПК (1ГПКС-00)    | Геоход Ø 3,2 м |                        |
| <b>II. Основные показатели выработки</b> |  |                  |                |                        |
| 1  | длина проходки в месяц, м                            | 249,6            | 374,4          | - 124,8                |
| 2  | длина проходки в сутки, м                            | 9,6              | 14,4           | - 4,8                  |
| 3  | длина проходки за цикл, м                            | 1,6              | 1,6            | 0                      |
| 4  | количество циклов в смену, шт.                       | 2                | 3              | - 1                    |
| 5  | время работы оборудования в цикле,<br>мин.           | 40               | 25             | 15                     |
| 6  | трудоемкость работ на 1 м проходки,<br>чел.-ч        | 18,2             | 17,09          | 1,11                   |
| 7  | количественный состав бригады, чел.                  | 20               | 20             |                        |
| 8  | производительность труда проходчи-<br>ков, м/чел.см. | 0,48             | 0,72           |                        |

Из результатов таблицы 1 можно сделать вывод, что месячная норма проходки геоходом по сравнению с ПК выше на 124,8 м или на 33,3%, время работы геохода меньше времени работы ПК на 15 мин. или 37,5%, за счет чего количество циклов в смену, у геохода больше на 1 цикл по сравнению с ПК.

Такие показатели, как трудоемкость (на 1,11 чел.ч, или 6,1%) и трудозатраты (на 1780,94 руб. или 17,14%), соответственно и сумма затрат на 1 м проходки (на 3 196,13 руб. или 14,4%) у геохода ниже, чем у ПК.

Таким образом в ходе проведенных расчетов видно, что проведение горных выработок с использованием Геохода имеют более лучшие экономические показатели и показатели проходки по сравнению с проходческим комбайном.

Полученные результаты достигнуты в ходе реализации комплексного проекта при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ. Договор №02.G25.31.0076

Литература.

- Vladimir V. Aksenov, Mikhail Yu. Blaschuk, Mikhail V. Dubrovskii. Estimation of torque variation of geohod V. Aksenov with hydraulic drive // *Applied Mechanics and Materials* Vol. 379 (2013) pp 11-15 © (2013) Trans Tech Publication, Switzerland doi: 10.4028/ www.scientific.net/ AMM.379.11.
- V.V. Aksenov, A.B. Efremenkov, V.Yu. Beglykov. The influence of relative distance between ledges on the stress-strain state of the rock at a face // *Applied Mechanics and Materials* Vol. 379 (2013) pp 16-19 © (2013) Trans Tech Publication, Switzerland doi: 10.4028/ www.scientific.net/ AMM.379.16.
- V.V. Aksenov, A.A. Khoreshok, V.Yu. Beglykov. Justification of creation of an external propulsor for multi-purpose shield-type heading machine – GEO-WALKER // *Applied Mechanics and Materials* Vol. 379 (2013) pp 20-23 © (2013) Trans Tech Publication, Switzerland doi: 10.4028/ www.scientific.net/ AMM.379.20.
- V. V. Aksenov, A. V. Walter, A. A. Gordeyev, and A. V. Kosovets, "Classification of geokhod units and systems based on product cost analysis and estimation for a prototype model production," *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 91, p. 012088, Sep. 2015.
- V. V. Aksenov, A. V. Walter, A. A. Gordeyev, and A. V. Kosovets, "Classification of geokhod units and systems based on product cost analysis and estimation for a prototype model production," *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 91, p. 012088, Sep. 2015.
- Аксенов В. В., Герике Б. Л., Костинцев И. К., Емельяненко Н. А. Проведение подземных выработок. Структура инновационного инструментария для формирования подземного пространства // ГИАБ . 2011. №12. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/provedenie-podzemnyh-vyrabotok-struktura-innovatsionnogo-instrumentariya-dlya-formirovaniya-podzemnogo-prostranstva> (дата обращения: 25.11.2015).
- В. В. Аксенов, А. А. Хорешок, А. Б. Ефременков, А. А. Казанцев, В. Ю. Бегляков, and А. В. Вальтер, "Создание нового инструментария для освоения подземного пространства," *Горная техника*, no. 1(15), pp. 24–26, 2015.
- D. Nesteruk, M. Momot, V. Beglyakov, and E. Politsinskaya, "Expert Evaluation of the Quality of the Development of New Technics' Samples: Experience in the Development of a New Kind of Multipurpose Shield-Type Heading Machine," *Applied Mechanics and Materials*, vol. 756, pp. 709–713, Apr. 2015.

9. D. Nesteruk and M. Momot, "Information Technology of Estimation and Forecasting Innovative Activity Based on Distributed Data Input," *Applied Mechanics and Materials*, vol. 682, pp. 579–585, Oct. 2014.
10. Аксенов В. В. , Косолец А. В. Этапы и методы расчета затрат при создании инновационной техники промышленного назначения // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). - 2013. - Вып. 6S. - С. 405-410.
11. Нестерук Д. Н. , Косолец А. В. Оценка экономического эффекта применения нового вида щитовых проходческих агрегатов многоцелевого назначения - геохода [Электронный ресурс] // Энергетическая безопасность России. Новые подходы к развитию угольной промышленности / Кузбасский Международный угольный форум -2014: сборник трудов XVI Международной научно-практической конференции, Кемерово, 7-10 Октября 2014. - Кемерово: «Экспо-Сибирь», 2014 - С. 27-32.
12. Бурова (Косолец) О. А. , Косолец А. В. , Нестерук Д. Н. , Подзорова Е. А. Обоснование цены нового класса горнопроходческой техники в машиностроительном производстве // Актуальные проблемы современного машиностроения: сборник трудов международной научно-практической конференции, Юрга, 11-12 Декабря 2014. - Томск: ТПУ, 2014 - С. 416-418.

### ПЕРЕДАЧА АНАЛОГОВОГО СИГНАЛА В ПК С ДАТЧИКА УСКОРЕНИЯ

*Е.М. Жуков, к.т.н., доц., В.А. Жугда, студент*

*Белгородский государственный технологический университет им.В.Г. Шухова*

*308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46*

*E-mail: jonyj@yandex.ru*

Развитие цифровых измерительных систем привело к росту потребности в разработках цифровых датчиков и устройств сопряжения аналоговых датчиков с цифровыми системами [2]. Невозможно себе представить область промышленного производства, где бы не применялись датчики положения и перемещения, являясь важным связующим звеном между электронной и механической частями приборов. К таким датчикам относятся и датчики ускорения. Датчики ускорения нашли широкое применение в системах навигации, медицине, промышленности, различных технологических системах: управления, измерения и стабилизации различного промышленного оборудования [1, 4, 5, 6].

Чувствительным элементом датчика является двухосный акселерометр, выполненный на основе МЭМС-технологии (технология микроэлектро-механических систем).

В данной статье представлена реализация индикации мощности преобразователя напряжение-частота датчика ускорения, выполненного на базе двухосного интегрального акселерометра *ADXL202*, производимого фирмой *AnalogDevices*, являющимся недорогим, экономичным двухосным акселерометром.

Характеристики датчика *ADXL202* [3]:

- диапазон измерения  $\pm 2g$
- питание от 0,3 V до +7.0 V
- масса 5 г
- рабочая температура
  - 0 – 55 C
  - 0 +125 C
- разрешение 5 mg
- ток потребления 0,5 mA
- полоса частот от 0,01 Гц до 6 кГц
- чувствительность 12,5 %/g

Индикация аналогового сигнала с датчика реализуется с помощью преобразователя напряжение-частота (*VFC – Voltage-to-Frequency Converters*), с последующим считыванием преобразованного сигнала таймером ПК в режиме ШИМ. Принципиальная схема передачи данных показана на рисунке 1.

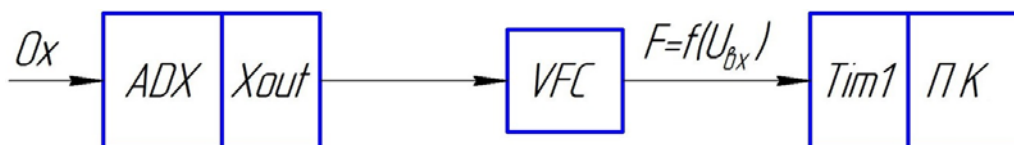


Рис. 1. Принципиальная схема передачи данных