

рованию породы на поверхность. Помимо фрезерования и транспортирования этот проходческий щит выполняет функцию крепления стенок методом бетонирования.

Проходческий щит оснащен телескопической стрелой и вращающейся фрезой. Это позволяет создавать переменные диаметры ствола от 7 до 12 метров. Телескопическая стрела позволяет вести проходку полного диаметра ствола на глубину один метр в несколько заходов выдвижения телескопа. Во время этого процесса фрезерования не нужно опускать всю установку. На первом этапе цикла резания фреза создает вруб глубиной до 0,2 метра. Затем по часовой стрелке обрабатываются другие секторы круга от центра забоя до стенок ствола. Через каждые пять из этих циклов ствол углубляется на один метр, щит опускается на один метр, и цикл резания начинается заново. Отбитая порода всасывается из забоя ствола с помощью пневматической системы и транспортируется в всасывающий бункер.

Этот способ, несмотря на сложность оборудования, является наиболее эффективным при строительстве шахтных стволов. В частности, при проходке ствола на Нежинском участке в Республике Беларусь при применении стволопроходческий комплекс SBR достигнута производительность, которая является существенным технологическим прогрессом. Большая часть решений является инновационными, так как проходка ствола с применением данного оборудования представляет собой высокотехнологический процесс. При этом дальнейшее совершенствование способов ведения работ с применением новых технологий и конструкций.

В результате, средняя скорость проходки двух стволов глубиной каждого около 900 м на Нежинском месторождении с использованием стволопроходческого комплекса составила около 3 м/сут, при этом максимальные темпы составили до 7,5 м/сут.

УДК 622.1(075.8)

МЕТОДИКА ЗАДАНИЯ НАПРАВЛЕНИЯ КРИВОЛИНЕЙНОМУ УЧАСТКУ ГОРНОЙ ВЫРАБОТКИ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОЙ РАБОТЫ ПРОХОДЧЕСКОГО КОМБАЙНА

Вишневецкая А. А., Басалай Г. А.

Белорусский национальный технический университет

e-mail: linka.5806@gmail.com

Summary. A technique for the formation of a project for setting the direction of a curved section of a mine working for the effective operation of a tunneling machine in preparing a long-wall face for a treatment complex is given. The calculation of allowable load modes on the executive bodies was carried out and the recommended operating speeds of the combine were determined when driving a curved working.

В настоящее время на рудниках ОАО «Беларуськалий» широкое применение получили столбовые системы разработки очистными комплексами. Столбовые системы разработки характеризуются независимым ведением очистных и подготовительных работ в пределах выемочного поля. На момент начала функционирования очистного забоя все подготовительные выработки, соединяющие забой с системой откаточных и вентиляционных выработок шахты, должны быть пройдены на полную длину.

Следует отметить, что в панели шахтного поля могут располагаться две лавы. Тогда во время подготовительных работ переход с одной лавы на другую осуществляется по криволинейному участку с определенным радиусом закругления и углом поворота, указанным в проекте. Задача маркшейдера заключается в том, чтобы, руководствуясь проектом произвести разбивку кривой в натуре, т. е. указать направление для проведения выработки на закруглении. Задание направления криволинейному участку выработки реализуется одним из следующих способов: способом перпендикуляров, способом радиусов и способом продолженных (коротких) хорд [1, с. 154–160].

Следует отметить, что проходка криволинейных горных выработок оказывает значительное влияние на исполнительный орган комбайна. Этот процесс сопряжен со значительным изменением нагрузочных режимов на исполнительных органах комбайна. Особенно это

проявляется тогда, когда радиус кривизны криволинейной выработки незначительный и составляет десятки метров. В этом режиме комбайн с соосными роторами [2, с. 12–35] работает со значительным диапазоном толщины стружки, которая получается при движении резцов от внутреннего борта по радиусу к внешнему борту, и тем самым, существенно уменьшается производительность машины. Это говорит о том, что от направления, указанного маркшейдером, зависит эффективность работы проходческого комбайна.

В связи с этим в нашей работе рассмотрен реальный проект проходки криволинейного участка на одном из рудников Беларускаля и проведен расчет для наиболее характерного режима работы комбайна по минимальному радиусу закругления $R = 25$ м и углом поворота выработки равным $\theta = 180^\circ$ способом перпендикуляров. Средняя ширина выработки в свету – $S = 3,3$ м. Методика определения основных параметров задания направления криволинейному участку горной выработки состоит в следующем.

1. Составление проекта криволинейного участка выработки начинается с определения количества сторон проектного полигона. При определении количества сторон полигона необходимо обеспечить прямую видимость между пунктами опорной сети, поэтому вначале определяем величину центрального угла β , опирающегося на одну сторону проектного полигона.

2. Определяем число сторон проектного полигона (с обязательным округлением полученного числа до целого в сторону увеличения): $n = 5$.

3. Корректируем значение центрального угла: $\beta = 36^\circ$.

4. Определяем длину стороны проектного полигона: $l = 15,451$ м.

5. Определяем углы поворота на промежуточных пунктах проектного полигона.

В результате, углы на первом и последнем пунктах полигона равны

$$\beta_1 = \beta_5 = 180^\circ - \frac{\theta}{2n} = 180^\circ - \frac{180^\circ}{2 \cdot 5} = 162^\circ 00' 00''.$$

6. По полученным данным строим проект задания направления криволинейному участку выработки (рис. 1).

Для вентиляционного штрека $R = 25$ м.

Для конвейерного штрека $R = 25$ м (радиус вентиляционного штрека) + 3 (ширина выработки) + (ширина забоя лавы).

Для транспортного $R = 25$ м (радиус вентиляционного штрека) + 3 (ширина выработки) + (ширина забоя лавы) + (ширина выработки равный 4.0; 4.3; 4.5) + (целик равный 2.3; 2.5; 2.7).

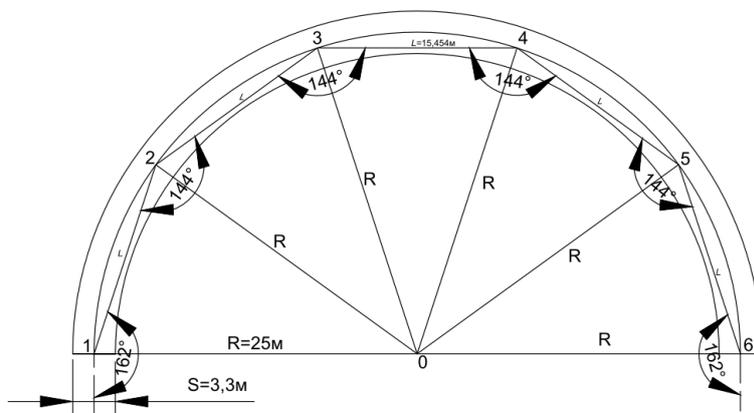


Рисунок 1 – Фрагмент проекта задания направления криволинейному участку горной выработки способом перпендикуляров

В работе также исследован технологический процесс проходки криволинейных выработок комбайнами с соосными роторами [3, с. 147–183], проведен расчет допустимых нагрузочных режимов на исполнительные органы и определены рекомендуемые рабочие скорости комбайна при проходке криволинейной выработки.

Список использованных источников

1. Кологривко, А. А. Маркшейдерское дело. Подземные горные работы: учеб. пособие / А. А. Кологривко. – Минск: Новое знание; М.: ИНФА-М, 2011. – 412 с.
2. Казаченко, Г. В. Горные машины. В 2ч. Ч. 2. Машины и комплексы для добычи полезных ископаемых / Г. В. Казаченко, В. Я. Прушак, Г. А. Басалай: под общ. ред. В. Я. Прушака. – Минск, Вышэйшая школа, 2018. – С. 12-35.
3. Казаченко, Г. В. Горные машины: практикум: учебное пособие / Г. В. Казаченко, Г. А. Басалай, Г. И. Лютко. – Минск: Вышэйшая школа, 2020. – 200 с.

УДК 62-529.4

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ НА БАЗЕ РОБОТОВ ДЛЯ ФИНИШНОЙ ОБРАБОТКИ ИЗДЕЛИЙ

Власов Ф. В., Каплюк К. А., Яцкевич О. К.

Белорусский национальный технический университет

e-mail: mstools@bntu.by, Fedechka.vlasov.2000@tut.by

Summary. Despite the rising popularity of robotic finishing processes and various success stories from the industry, there are still some challenges to overcome to increase acceptance. This study lists questions that require further research to improve.

В последние десятилетия промышленные роботы используются для выполнения широкого круга производственных задач, таких как сварка, сборка, транспортировка, окраска распылением и выполнение вспомогательных операций механической обработки, такие как удаление заусенцев, полировка, шлифование. Однако только 3–4 % от общего числа промышленных роботов используется непосредственно для механической обработки. Основная причина заключается в возникновении вибраций при обработке из-за невысокой жесткости роботов. В связи с появлением новых роботов повышенной жесткости удалось значительно снизить влияние данной проблемы на точность обработки, благодаря чему роботизированные системы становятся эффективнее для применения в большинстве операций механической обработки, а сотрудники механических цехов уверенно заменяют станки роботами для определенных многоосевых фрезерных применений

Роботы имеют ряд технологических преимуществ:

- рыночная стоимость роботов и их эксплуатация ниже, чем станков с ЧПУ;
- большие кинематические возможности в процессе обработки деталей;
- более высокие скорости перемещений;
- большие возможности их переналадки, что делает эффективным применение роботов в многономенклатурном производстве.

Известен также ряд технологических недостатков роботов:

- недостаточная жесткость;
- недостаточная точность позиционирования;
- сложность программирования.

Одна из основных проблем промышленных роботов – точность позиционирования, обусловлена двумя причинами: систематическими и случайными ошибками.

Систематические ошибки. Данную группу погрешностей делят на систематические постоянные и систематические закономерно изменяющиеся. Систематические постоянные погрешности устраняются калибровкой робота. Систематические закономерно изменяющиеся связаны с износом инструмента, а также могут быть связаны с влиянием теплового фактора.