

ОРИЕНТИРОВАНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ВЫРАБОТОК С ПОМОЩЬЮ ГИРОКОМПАСА

*Борель Вадим Николаевич, Каткович Семен Валерьевич,
Климовец Алексей Васильевич, студенты 5-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Мысливчик Е. Ю., старший преподаватель)*

Одной из самых важных и сложных задач при строительстве шахт является ориентирование, целью которого является составление геодезических планов поверхности земли и подземных горизонтов выработки в единой координатной системе. Такая соединительная съемка должна обеспечивать ориентировку опорной маркшейдерской сети по отношению к геодезической сети на земле; обеспечить центровку сети маркшейдерской методом точного установления координат серии точек в действующей на поверхности системе координат.

Одним из основных приборов, используемых при ориентировании, является гирокомпас. Работа данного прибора основана по принципу гироскопа, то есть вращающееся колесо (ротор), установленное в кардановом подвесе, который обеспечивает оси ротора свободную ориентацию в пространстве. [2]

Гироскоп, название которого можно перевести как «наблюдатель вращений», был предложен в 1852 году французским ученым Леоном Фуко для изобретенного им прибора, предназначенного для демонстрации вращения Земли вокруг своей оси. Фуко поместил вращающийся маховик в некое устройство, называемое кардановым подвесом, поэтому долгое время слово «гироскоп» использовалось для обозначения быстро закрученного вращающегося симметричного твердого тела.

Развитие гироскопической техники привело к тому, что так стали называть очень широкий класс приборов, и сейчас термин «гироскоп» используется для обозначения устройств, содержащих материальный объект, который совершает быстрые периодические вращения. В наше время ни одни геодезическо-маркшейдерские работы, ни один подвижный объект, будь это рыболовецкое судно или сложный космический корабль, не обходится без гироскопических приборов. Кроме это, гироскопы служат для определения азимута ориентируемого направления и широко используется при проведении маркшейдерских, геодезических, топографических, горных работ, для ориентирования тоннелей, шахт, топографической привязки. В дальнейшем

возникла потребность в совершенствовании и развитии высококачественных цифровых гироскопов, не требующих регулярного определения приборной поправки, с одной стороны и разработке гироскопов технической точности, небольших размеров, отличающихся простотой изготовления и эксплуатации с другой.

Сегодня основными производителями гироскопических приборов являются Германия и Япония. В Японии фирма SOKKIA выпускает гироскопы типа GP1 (Рис. 1), принцип действия которых основан на свойстве подвешенного гироскопа совершать колебания относительно земного меридиана («истинного направления на север»), которые вызваны вращением Земли. Этот принцип называется North Seeking Gyroscope. Определение направления на север производится с СКО=±20'' на широтах до 75°. Масса гироскопа, которая устанавливается сверху на электронный теодолит или тахеометр, составляет всего 3,8 кг. [3]

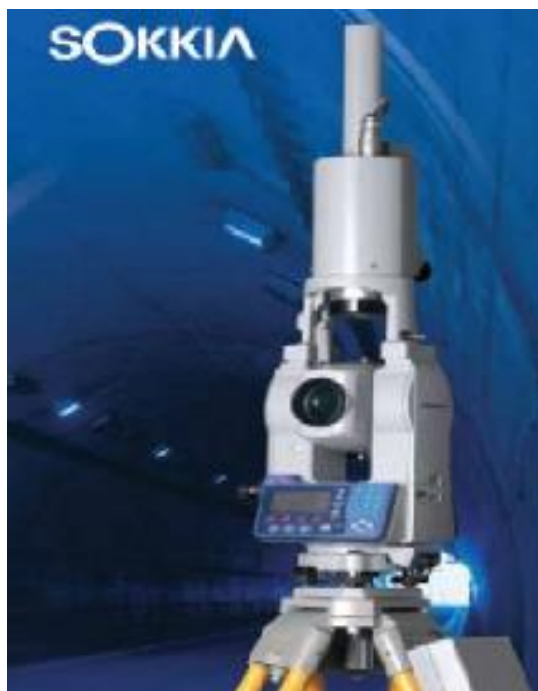


Рисунок 1 – Гироскоп типа GP1

Проанализировав различные виды гироскопической техники, одним из лучших приборов является GYROMAT-2000 немецкой фирмы DMT. Его называют «золотой стандарт» для геодезическо-маркшейдерских измерений при сбойке тоннелей. С помощью этого прибора были выполнены уникальные проходки тоннеля под Ла-Маншем, длина которого достигает 51 км. Благодаря этой системе была осуществлена сбойка встречных тоннелей на глубине 40 метров от дна пролива с погрешностью всего 0,358 метра по горизонтали и 0,058 метра по вертикали. Ни один созданный до этого гироскоп не обеспечивал такой

точности и быстроты измерений. Единственный недостаток этой системы — ее цена.

Позже инженеры компании усовершенствовали этот вариант до GYROMAT-3000 (Рис. 2), он позволяет производить геодезические работы с наиболее высокой точностью и быстротой. [4]



Рисунок 2 – GYROMAT-3000 (полностью автоматический гироскоп для геодезического применения)

Тоннелестроительные работы требуют точности в измерении азимута, ведь сооружение тоннелей часто ведётся на отдельных, не связанных между собой участках. С применением насадки GYROMAX стало возможным выполнять работы без риска нестыковки тоннелей и остановки горнопроходческих работ. Вывод данных на компьютер или КПК происходит через кабель или Bluetooth (IEEE 802.15.1). К существенным преимуществам гироскопа GYROMAX относятся также встроенный телескоп, амортизатор, пульт дистанционного управления, а также то, что прибор адаптирован к теодолитам и тахеометрам всех известных фирм-производителей. [1]

Гироскопическая навигационная система (Gyro Navigation System) жестко монтируется на проходческой машине и по запросу определяет направление на север по отношению к оси машины. При помощи навигации по счислению пути производится счисление актуальной позиции машины. Интегрированный в систему электронный шланговый уровень постоянно передает данные по высоте на установленный в стартовой шахте референц-модуль и на установленный на проходческой машине датчик высоты. Эти данные по высотам не зависят от температуры. Результаты передаются в промышленный компьютер, выводящий их на индикацию. По результатам маркшейдерского контроля вносится поправка за дрейф или так называемый угол сноса машины. Если машина не перемещается

вперед по продольной оси, происходит снос машины. Это явление хорошо известно по ведению в вертикальной плоскости — там оно называется «пропахиванием». Так как гирокомпас определяет ось машины относительно направления на север, но не опознает так называемое «вспахивание» в направлении, то возникает отклонение от актуального положения. Угол сноса определяется с помощью контрольных замеров и вводится в систему как коррекционный параметр для обеспечения оптимальной точности наведения. [5]



Рисунок 3 – Результат измерения азимута

С помощью гирокомпаса возможно выполнять поставленные задачи независимо от времени суток, глубины проходки, на произвольной дистанции от ствола шахты – вполне обоснованно выводит метод гироскопического ориентирования на ведущие позиции среди других способов. При этом нет необходимости останавливать все работы на объекте, что необходимо при использовании иных методов изысканий.

Литература:

1. Ориентирование подземных выработок – Studref [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://studref.com/537993/geografiya/orientirovanie_podzemnyh_vyработok. – Дата доступа: 14.12.2021
2. Википедия, свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D0%B0%D1%81>.
3. Гироскопическое оборудование прошлое и новое [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.gfk-leica.ru/files/catfiles/gyro/gyroscope.pdf>. – Дата доступа: 15.12.2021

4. Precision Surveying Gyroscope: GYROMAT | DMT GROUP [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.dmt-group.com/products/geo-measuring-systems/gyromat.html>. – Дата доступа: 15.12.2021
5. Мысливчик, Е. Ю. Определение пространственной позиции подземной проходческой машины с помощью гирокомпаса МК 20 на примере строящегося коллектора «Центр» в г. Минске / Е. Ю. Мысливчик // Наука - образованию, производству, экономике : материалы Десятой международной научно-технической конференции : в 4 т. / Белорусский национальный технический университет ; редкол.: Б. М. Хрусталеv, Ф. А. Романюк, А. С. Калиниченко. – Минск : БНТУ, 2012. – Т. 3. – С. 29.