

ГЕОДЕЗИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРИ ВЕДЕНИИ ТОННЕЛЬНЫХ ЩИТОВ ТПМК

*Мацкевич Илья Олегович, Горбач Илья Витальевич, Головки Кирилл Юрьевич, студенты 5-го курса, «Геодезия и аэрокосмические геотехнологии»
Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Мысливчик Е. Ю., старший преподаватель)*

Работы, выполненные по геодезическому обеспечению ведения тоннелепроходческого механизированного щита «Алеся», при строительстве 3 ветки Минского метрополитена, показали возможность успешного применения современных геодезических приборов и технологий на практике.

Строительство тоннелей и подземных сооружений требует выполнения большого объема геодезических работ, отличающихся многообразием и специфическими особенностями. По своему составу и разнообразию применяемых методов и технических средств эти работы наиболее полно представлены при строительстве тоннелей метрополитена.

Для тоннелей, сооружаемых встречными забоями с применением щитового способа проходки, весь комплекс работ можно представить следующими основными группами:

построение планового и высотного геодезического обоснования на поверхности;

обновление и составление топографических и специализированных планов на узкую полосу вдоль трассы проектируемого тоннеля;

аналитические расчёты при проектировании тоннеля и геодезическая подготовка проекта для выноса его в натуру.

построение подземного планового и высотного геодезического обоснования;

передача координат, дирекционного угла и отметок с поверхности в подземные выработки;

разбивочные работы по вынесению в натуру осей и конструктивных элементов тоннеля и его сооружений на поверхности и в подземных выработках;

геодезическое обеспечение при ведении тоннельных щитов;

наблюдения за осадками и деформациями обделок тоннелей, наземных зданий и сооружений;

составление исполнительных чертежей тоннельных сооружений;

геодезические работы по укладке рельсовых путей в тоннеле.

Возможность применения современных геодезических приборов и технологий при строительстве линий метрополитена, позволяет существенно сократить как объемы геодезических работ, так и повысить точностные характеристики.

Механизированный тоннелепроходческий щит для строительства минского метрополитена изготовила французская фирма Bessac. Его длина — 90 метров (больше четырех вагонов метро), масса — 550 тонн. Единственный в Минске механизированный щит может сооружать тоннели диаметром в шесть метров.

Геодезическо-маркшейдерское обеспечение при ведении щита заключается в следующем:

геодезическо-маркшейдерское сопровождение при монтаже сегментов щита;

установка маркшейдерского оборудования на проходческом комплексе;
ведение щита по проектной трассе.

До начала проходки щит монтируют в исходное проектное положение в специальной щитовой камере на специальном металлическом ложе. С этой целью разбивают проектную продольную ось щита, закрепляя ее не менее чем тремя знаками. На этой оси щит устанавливают в исходное плановое положение по заданному пикетажу и проектное высотное положение.[1]

После окончания монтажа щита (Рис. 1) производится его исполнительная съемка по определению радиусов в плоскости домкратов, ножа и хвостовой части щита с погрешностью не более ± 2 мм.



Рисунок 1 – Смонтированный ТПМК «Алеся» на ложе

По данным исполнительной съёмки составляется паспорт щита (Рис. 2). В дальнейшем в процессе работы щита по тем же сечениям и точкам ежемесячно производят контрольные измерения, которые записывают в специальном журнале и результаты сравнивают с предыдущими измерениями, что дает информацию о деформациях щита.

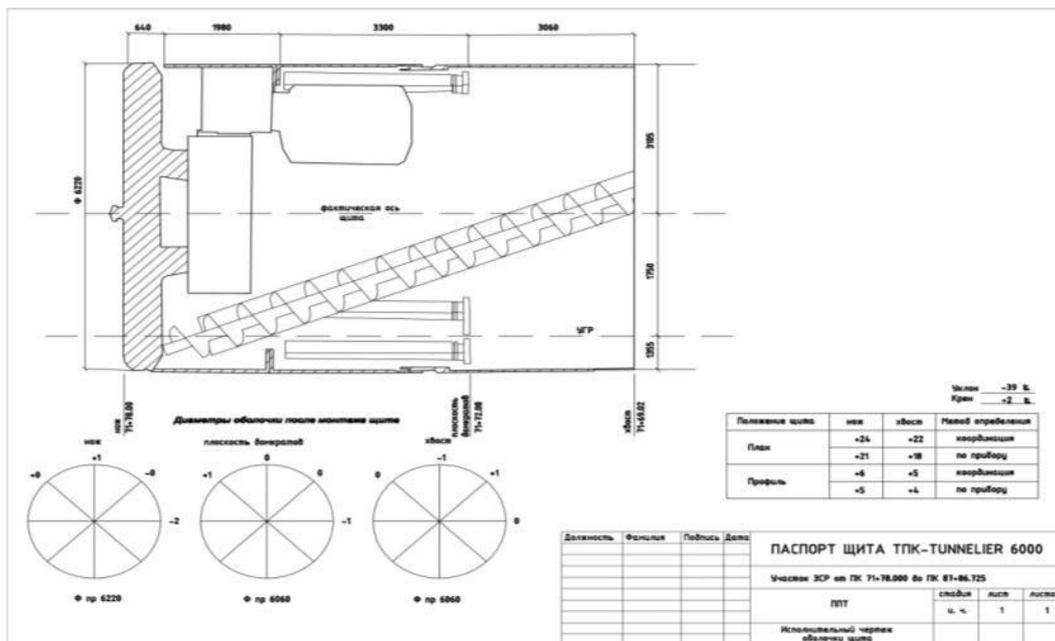


Рисунок 2 – Паспорт щита ТПК

За монтажом сегментов щита следует навеска маркшейдерского оборудования. Оборудование на щите «Алеся» представлено английской компанией ZEDGLOBAL.

Комплект системы ZEDGLOBAL состоит из следующих модулей и прибора:

- комбинированная мишень;
- процессор с дисплеем;
- роботизированный тахеометр TopconDS.

Комбинированная мишень-это преобразователь, который используется для измерения вертикального и горизонтального смещений ТПК относительно опорного лазерного луча. Он также измеряет угол падения лазерного луча по горизонтали и углы крена/наклона машины под действием силы тяжести.[2]

Место для установки комбинированной мишени выбирается таким образом, чтобы лазерный луч постоянно попадал на передний экран.

Приемный модуль обычно устанавливается в направлении свода тоннеля, чтобы минимизировать вероятность прерывания луча людьми, работающими в тоннеле. При использовании сочлененной ТПК комбинированную мишень

устанавливают на передней части машины, в противном случае потребуется дополнительное оборудование для контроля секций, находящихся перед комбинированной мишенью [3].

Если кроме лазерного луча с позиции установки комбинированной мишени (Рис. 3) видны другие источники яркого света, мишень может работать неправильно. Поэтому устройство устанавливается на затемненной части машины, либо прикрывается экраном, для защиты от прямых источников света.

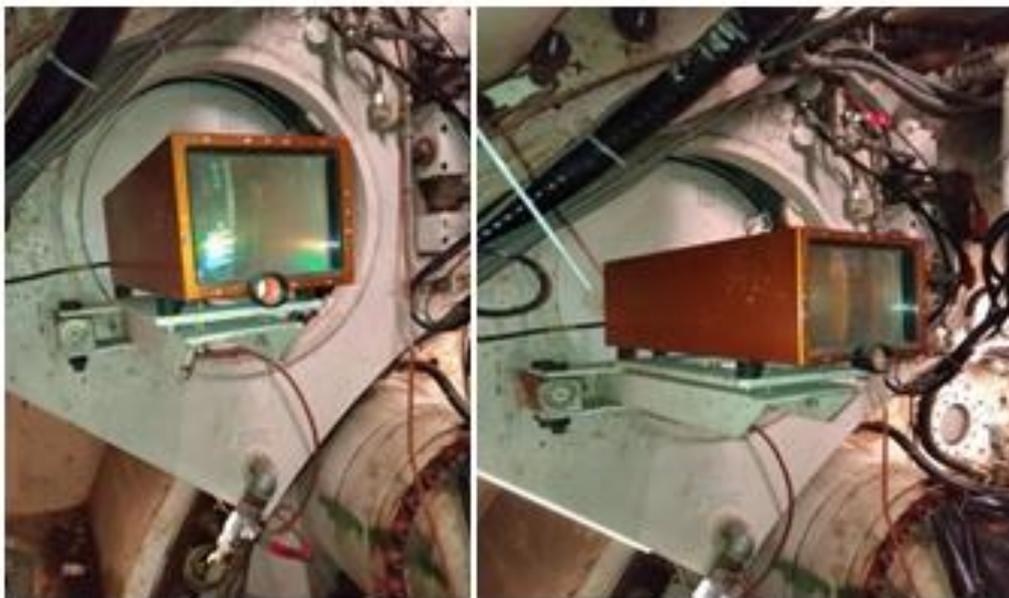


Рисунок 3 – Комбинированная мишень и место установки

После выбора оптимального положения для установки комбинированной мишени ее устанавливают, соблюдая следующие допуски:

крен $+ 0,5^\circ$ относительно вертикальной оси машины;

наклон $+ 0,5^\circ$ относительно главной оси машины;

увод $+ 0,5^\circ$ относительно главной оси машины.

Процессор содержит основной дисплей и компьютер, с помощью которых маркшейдер управляет работой. Процессор с дисплеем устанавливают в месте, доступном для оператора и удобном для работы с устройством. Угол зрения не является крайне важным, однако свет, отражаемый от стеклянного экрана дисплея, может затруднить работу с дисплеем.

Необходимо защитить устройство от брызг воды, пыли, грязи и возможных механических повреждений, а также обеспечить простой доступ к разъемам.

Устройство можно установить на панели управления или встроить в панель (Рис. 4), соответствующим образом изменив положение монтажных кронштейнов.

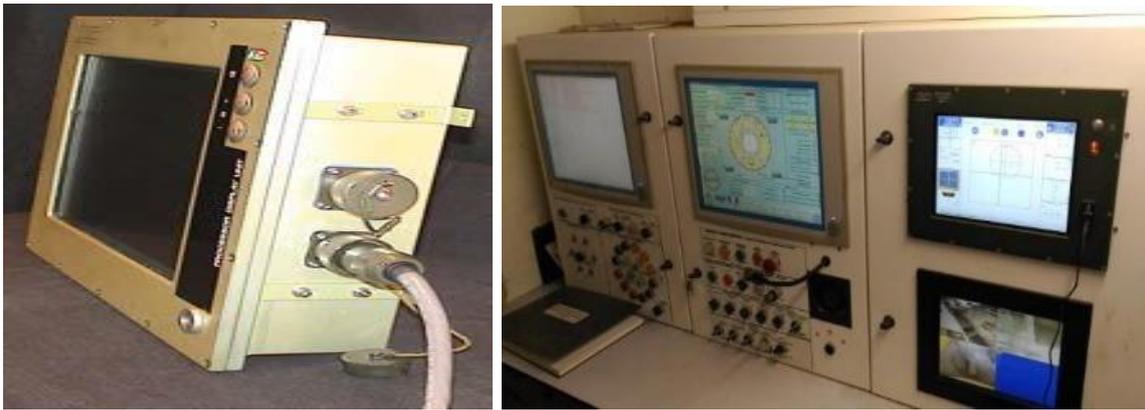


Рисунок 4 – Процессор с дисплеем и место установки

Роботизированный тахеометр TopconDS является высокоточным прибором и передаёт информацию в виде координат в режиме реального времени на дисплей. Тахеометр и призма, которая идет в комплекте с прибором устанавливаются на специальные консоли (Рис. 5). Консоли крепятся непосредственно к обделке тоннеля и между ними должна быть видимость. [4]



Рисунок 5 – Тахеометр и призма на консоли

Перед началом проходки маркшейдер рассчитывает по укладочной схеме трассу будущего тоннеля через 1 метр, получая три координаты X, Y, Z. После все данные сводятся в один файл и переносятся в процессор, установленный на щите (Рис. 6).



Рисунок 6 – Данные перенесенные в процессор

Затем координируют прибор и марку, установленные на щите, от пунктов основной полигонометрии. Основные характеристики подходной полигонометрии:

расхождение значений приведенных направлений в приемах не должны превышать $10''$;

расхождение отсчетов на замыкающее направление в полуприеме не должно превышать $8''$;

угловая невязка хода не должна превышать $8''$, где n – число измеренных углов;

относительная невязка хода не должна превышать 1:20000.

Полученные координаты марки и прибора также вносят в процессор.

После введения всех данных маркшейдер получает положение фактическое положение щита (Рис. 7) относительно рассчитанной трассы.



Рисунок 7 – Фактическое положение щита относительно трассы.

По результатам геодезических измерений положения щита решается вопрос о том, какие домкраты нужно включать при следующем его

передвижении. Если щит отклонился, например, вправо, то включают большее число правых домкратов, если вверх - то верхних.

На мониторе мы видим плановое и высотное положение ножа и хвоста щита. Также можно посмотреть отклонение от проектного уклона и крен щита.

Уклонение щита от проектного направления в плане и по высоте не допускается более ± 50 мм. Все допуски по проходке и полигонометрии взяты из ТКП 45- 1.02-77-2007 (02250).

При дальнейшей проходке щита геодезисты должны делать перевеску прибора и отражателя в поле видимости мишени. И после перевески заново определять планово-высотное положение прибора и отражателя со знаков рабочей полигонометрии, которая создается по мере продвижения щита.

Все данные рабочих наблюдений и результаты вычислений по определению положения щита записывают в щитовой журнал.[5]

Литература:

1. Черемисин М. С., Воробьев А.В. Геодезическо-маркшейдерская разбивочная основа при строительстве подземных сооружений. Недра, 1982, 262с.
2. Кологривко А. А. Маркшейдерское дело в метростроении. Псков, 2002, 168с.
3. Бауман В. И. Курс маркшейдерского искусства. Неаполь, 1995, 105с.
4. Агошков М. И. Маркшейдерия // Горная энциклопедия: В 5 т. / Гл. ред. Е. А. Козловский; редкол.: М. И. Агошков, Н. К. Байбаков, А. С. Болдырев и др. — М.: Советская энциклопедия. Т.3: Кенган — Орт. — 1987. — 592 с. — С. 258.
5. Брокгауз В. Т. Маркшейдерского искусство // Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона : в 86 т. (82 т. и 4 доп.). — СПб., 1890—1907, 95с.