SENER
INGENIERIA Y SISTEMAS, S.A.

Ознакомительный материал для Представителей Ж/Д России на тему

Контроль и анализ рисков при бурении тоннелей в городских условиях с помощью Тоннелепроходческого механизированного комплекса – ТПМК с балансом давления грунта

Сокращение воздействия на здания, городские коммуникации и на другие инфраструктуры

Март 2011 г.

Provença, 392 · 08025 BARCELONA · España · Tel: +34 932 283 300 · Fax: +34 932 283 316
www.sener.es

1 – Введение

Потеря грунта в объеме во время раскопок создает усадку поверхности, которая может повлиять и вызвать значительные повреждения строений, расположенных в зоне влияния тоннеля.

Для раскопок мягкого грунта, особенно в городской среде, используются ТПМК, обеспечивающие постоянное поддержание давления в забое для оптимальной поддержки раскопок.

Производительность ТПМК по тоннельным бурениям, существенно зависит от 3 факторов:
• геологического профиля тоннеля, который должен быть как можно ближе к реальным условиям грунта, а также к ТПМК, чтобы он смог работать в оптимальных условиях воздействия на грунт;
• правильного определения рабочих параметров ТПМК;
• производительности бригады, которая управляет ТПМК.

Для того чтобы уменьшить риск связанный с человеческим фактором, “SENER” предоставляет услуги мониторинга для контроля параметров связаные с бурением, позволяющие своевременно обнаружить аномалии и осуществить соответствующие меры по их исправлению.

Неустойчивость грунта, окружающего ТПМК может образовываться на трех различных точках:

• В забое из-за недостаточного давления или из-за недостаточной плотности материала в камере грунтопригруза;
• Вокруг оболочки ТПМК, в связи с увеличением диаметра бурения, который должен быть заполнен бентонитом под давлением;
• В заобделочном пространстве, в связи с зазором, созданным ТПМК, который должен быть постоянно заполнен цементным раствором.

Тоннелепроходческий механизированный комплекс (ТПМК)

С другой стороны, наш опыт работы на ТПМК с балансом давления грунта, накопленный за последние 18 лет, показывает, что большинство из них не работают должным образом, в основном потому, что они регулярно работают с воздушным пузырем с переменным объемом в камере давления, значительно увеличивая риск избыточной раскопки и увеличение усадки поверхности. Этот дефектный режим работы имеет несколько причин, которые мы перечислим. "Искусство" хорошей работы ТПМК с балансом давления грунта зависит от обращения к материалу находящемся в камере давления, который должен иметь пластичную консистенцию и определенную непроницаемость, которые дают возможность равномерно распределить давление внутри камеры, в то время как ТПМК работает с умеренно крутящимся моментом и тягой.

Правильно подобрать материал который находится в камере давления – стоит очень дорого, а также требуются различные типы материалов для прохождения различных видов грунта.

Помимо этого, работа с полной забойной камерой изнашивает больше детали режущей головки и увеличивает стоимость операции.

В связи с этим., эксплуатация ТПМК стоит дороже для подрядчика, и поэтому, экономии в эксплуатации достичь нелегко без строгого контроля, а также без одновременного доступа к базе данных параметров ТПМК.

По нашему мнению все вышесказанное имеет особенную важность для городских туннелей:
– при наличии слабых грунтов;
– под уровнем грунтовых вод;
– которые строятся под зданиями и так далее.

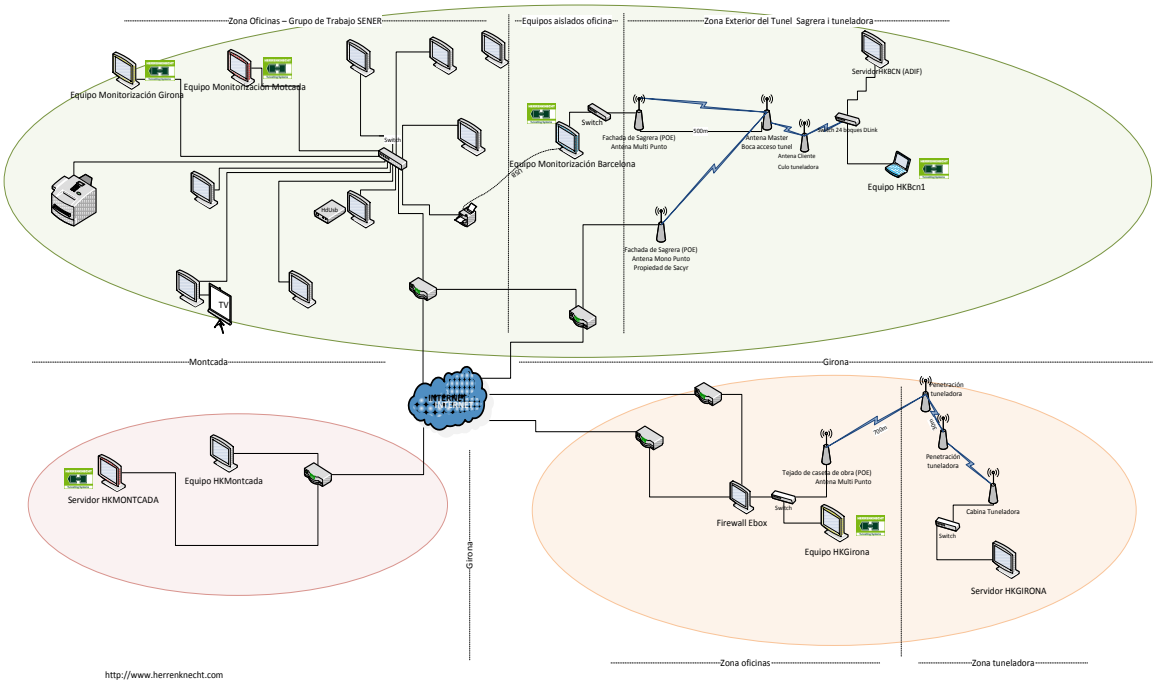
Схема снижения риска:

Так как вероятность возникновения риска это результат случая на его тяжесть, контроль эксплуатационных параметров в режиме реального времени сокращает вероятность серьезных случаев и значительно снижает риски, связанные с человеческим фактором.

Кроме того, контроль заполнения забойной камеры уменьшает нанесенный ущерб в случае инцидентов, то есть мы действуем на два фактора, которые характеризуют риск.

Таким образом этот дистанционный доступ к программному обеспечению ТПМК в режиме реального времени, позволяет контролировать более 200 параметров.

Из этих параметров, те которые анализируются для контроля работы и риска снижаются примерно до 10.



Организационная структура при контроле в реальном времени

С контролем в реальном времени, мы можем обеспечить безопасную эксплуатацию путем мониторизации следующих параметров:

• <u>Вес извлекаемого грунта:</u> контроль над сверх раскопками;

• <u>Давление в забойной камере:</u> контроль деформации передней стены

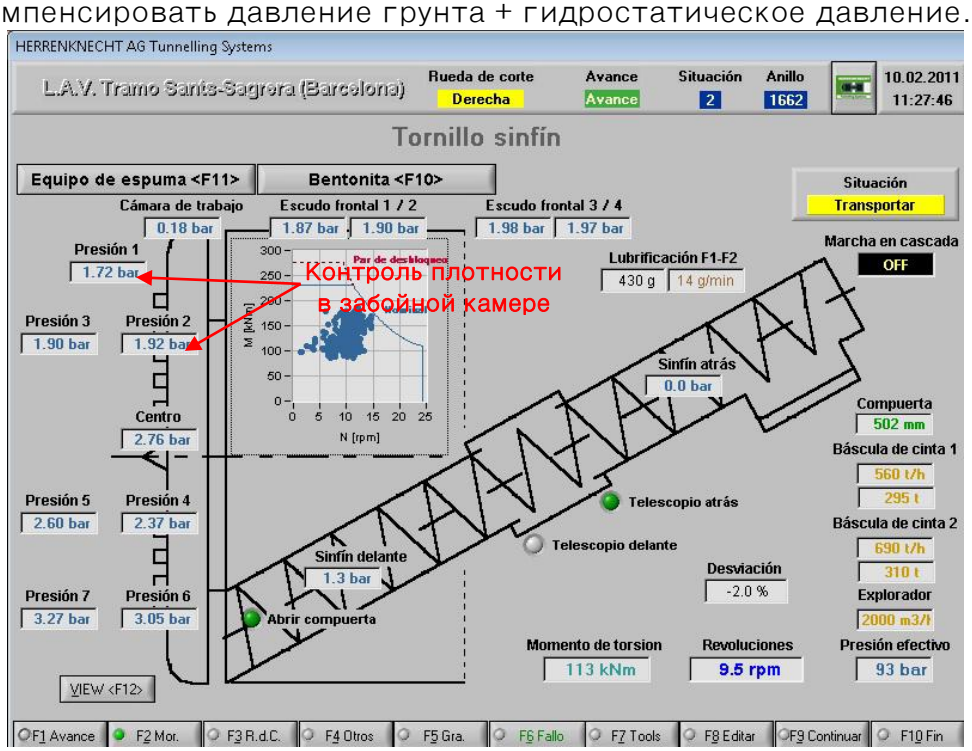
• Контроль объемной плотности в забойной камере: Это тот параметр, который гарантирует правильную работу ТПМК с балансом давления грунта. На практике он работает с воздушным пузырем в верхней части. Этот способ операции, который на самом деле должен был называться "полу-баланс давления грунта", компенсирует давление грунта (сумма давления земли + давления воды) только с давлением воздуха.

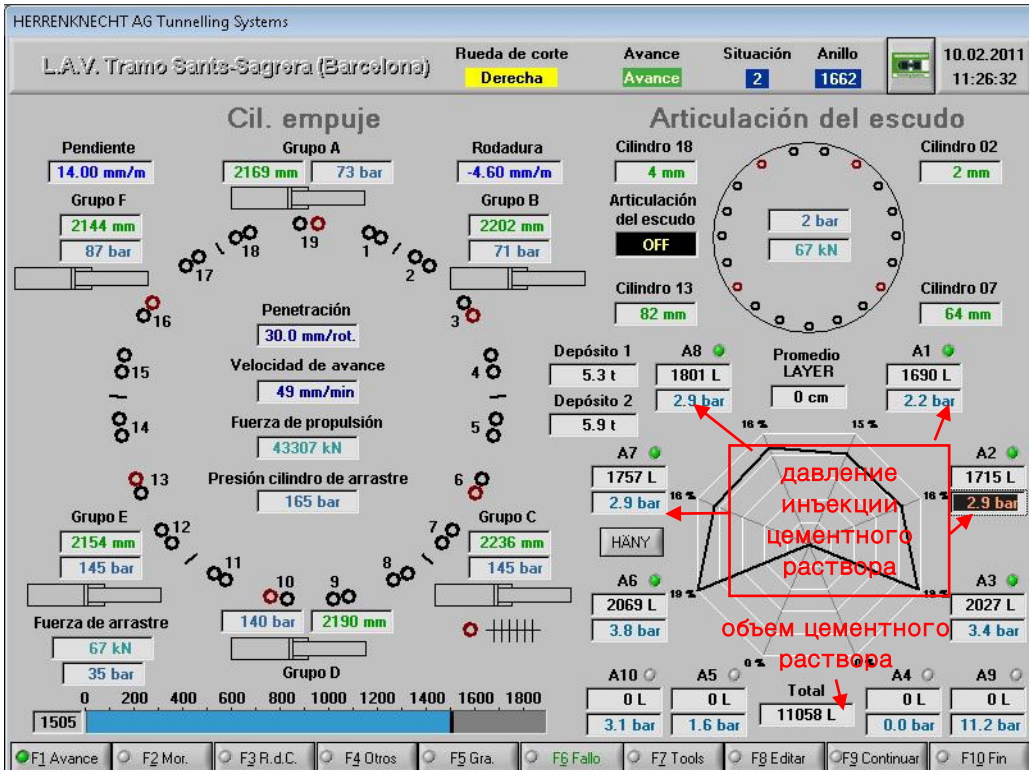
В проницаемых грунтах с низким сцеплением, естественный процесс является тот, в котором воздух теряется в грунте, и в котором этот грунт регулярно смешивается с воздухом создавая сверх раскопки, в объеме которых ограничен размер пузыря в забойной камере, а также из за частоты от внезапной потери воздуха, который создается вдоль по направлению бурения.

Одним из ключевых элементов нашей работы является обеспечение работы ТПМК без пузырьков воздуха, для этого осуществляется контроль давления в камере в режиме реального времени различными датчиками.

• Контроль деформации грунта вокруг оболочки ТПМК: применимо к ТПМК, которые имеют систему инъекции бентонита вокруг оболочки, чтоб заполнять заоболочное пространство во время прохождения ТПМК. Этот контроль осуществляется путем анализа давления оболочки или с помощью датчиков давления на верхней части камеры гидропригруза.

• Контроль объема раствора и давления вокруг оболочки ТПМК: контролируется заполнением пространства между сегментами и грунтом. Давление инъекции должно компенсировать давление грунта + гидростатическое давление.

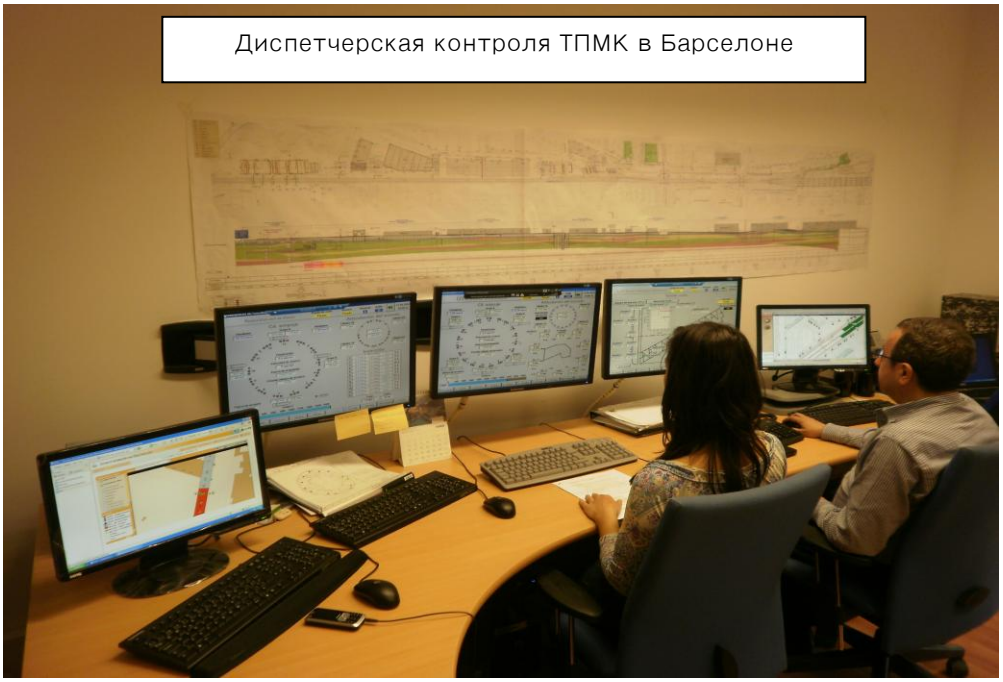




Схемы параметров для правильного заполнения камеры

• Контроль деформации: прохождение режущего диска под точками измерения усадки в глубине, сразу же укажет, если необходимо внести изменения в рабочем давлении забойной камеры.

Каждый из этих параметров имеет свою погрешность измерения, поетому их анализы должны быть взаимосвязаны.



Диспетчерская контроля ТПМК в Барселоне

Другой аспект, который нужно подчеркнуть, касается применения большого количества измерительных приборов в зданиях, для измерения их деформации. Это является правильным решением, но помните, что деформации зданий в том числе их усадка, являются следствием надлежащего функционирования ТПМК с балансом давления грунта.

2 – Польза метода контроля

Преимущества контроля:

• Контроль в реальном времени, чтобы избежать сверх раскопок.
• Контроль усадки на поверхности. Исправляя давление в забое, с помощью измерительных приборов.
• Своевременные исправления и корректировки давления грунта, в соответствии с изменениями геологических условий и подземных вод.
  – Обнаружение геологических изменений.
  – Обнаружение неустойчивости в забое.
  – Контроль изменения уровня грунтовых вод.
• Обнаружение неправильного пилотирования и осуществление корректирующих мер в зонах под наблюдением.
(Эти контроли наряду с измерительными приборами формируют базу контроля управления рисков).

Польза системы контроля управления непосредственно связана с трудностями в работе. Ее эффективность является важной в следующих ситуациях:

• Районы с историческими зданиями;
• Разделы тоннеля с покрытием меньше 1ogo диаметра тоннеля;
• Контроль во время процесса обучения (первые 500 до 1000 м);
• Пересечение под существующими линиями метро или ж/д путями;
• Бурение под зданиями;
• Проход в непосредственной близости к зданиями находящимся в плохом состоянии;
• Проход по грунту с высокой проницаемостью и / или низким сцеплением в гидрогеологических зонах риска;
• Пересечение зон с геологическими разрезами.

3 – Способы выполнения контрольных работ ТПМК параметров

А) контроль параметров в режиме реального времени, 24 часа в сутки: если обнаруживаются аномалии с самого начала – информируется подрядчик либо даются указания для их коррекции. В крайних случаях рекомендуется / приказывается остановить ТПМК. Эта предохранительная мера направлена на

немедленное исправление, нештатных ситуаций – Пример: контроль ТПМК высокоскоростной линии в центре города Барселона и Жирона.

Храм Sagrada Familia. ТПМК с 12м. диаметром прошел вблизи монумента Гауди, всемирного наследия в сентябре 2010 года. Усадка поверхности = 1мм

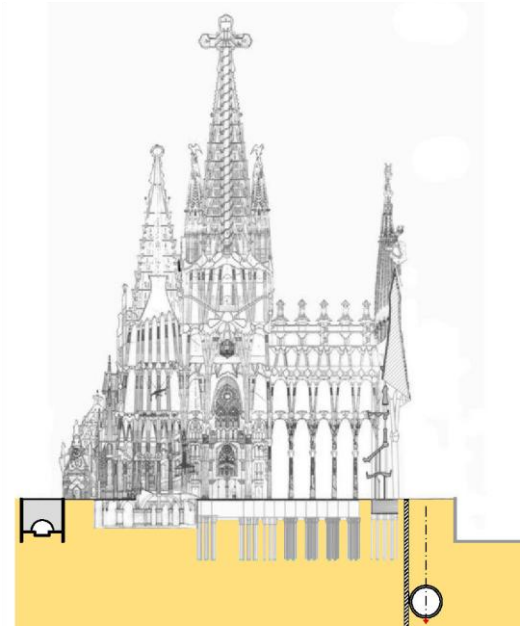
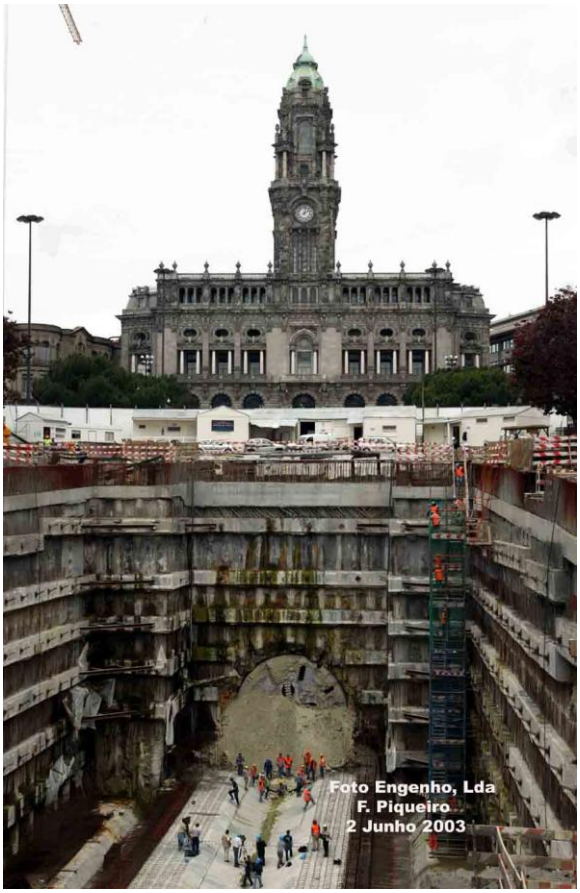


Схема расположения тоннеля около Храма Sagrada Familia

La Pedrera, памятник Гауди, Всемирное наследие. Ожидается, прохождение ТПМК 12м. в диаметре рядом со зданием между 18 и 21 февраля 2011.

Б) Контроль в 1 смену: 8 часов в день по будням. Это статистическое управление, которое имеет комплексные профилактические меры контроля в дневную смену и последующий контроль оставшихся 16 часов. Профилактические меры за 8 часов и корректирующий анализ в следуюшие 16 в случае аномалий. Примером была наша работа в метро г. Порту:



Прибытие ТПМК на станцию Aliados в г. Порту после прохождения под зданием мэрии города в 2003 г.

Типичные постройки в г. Порту.
Узкие улицы насыщенные каменными зданиями с 3–5 этажами

В) Периодические контроли типа аудит: часто определяются заказчиком.

Г) Расследование инцидентов. Такие, как в метро г. Порту. Мы исследовали аварию в 2001 году, в которой рухнуло частное одноэтажное строение и произошел несчастный случай с летальным исходом одного из жильцов этого здания. (После этого случая SENER был нанят, чтобы выполнять контроль в выше изложенном пункте Б.

Несчастный случай при строительстве тоннеля в г. Порту

3 – Рассмотрение ответственности

Можно подумать, что ответственность касающаяся информации и ее анализа в реальном времени, или статистическим образом, обязует подрядчика нести ответственность. На самом деле эта ответственность зависит от того, как она предусмотрена в каждом контракте, и как эта ответственность отражается на улучшении контроля безопасности бурения с ТПМК в городских условиях. В любом случае, все действия направлены на бурение тоннеля, в связи с изложенными условиями в контракте, эти условия установлены и утверждены методом работы, который к нему прилагается.

В контрактах часто устанавливается ответственность подрядчика за охрану и безопасность строительных работ и сооружений находящихся над тоннелем. Концепция, покупки готового продукта, изготовление которого является ответственностью подрядчика, безусловно, освобождает заказчика от ответственности, но опыт наших клиентов в метро г. Порту и ADIF (крупнейший Испанский государственный заказчик), говорит что они хотят знать, более подробно, о процессе эксплуатации, одновременно призывая подрядчика делать лучше свою работу и этим избежать проблем. Хотя в контракте было четко указано, что вся ответственность ложится на подрядчика, происшествие в Метро г. Порту, было проблемой на национальном уровне. Правительственная комиссия, которая подготовила окончательный отчет, сделала среди других аспектов, вывод, что контролирующих мер/средств подрядчика было мало. На политическом и общественном уровне конечную ответственность, (не уголовную), понес заказчик.

В Барселоне , в случае нанесения ущерба достопримечательностям таким как Храм La Sagrada Familia и Ла Педрера (2 объекта Всемирного наследия), заказчик несет огромную ответственность. Наш клиент (ADIF) определил, что ему необходимо знать, что делается для обеспечения улучшения качества данных параметров ТПМК на каждом этапе работы.

Ни в одном из выше описанных случаев, не предполагается несение большей ответственности, чем указано в контракте. То что клиент владеет информацией не снимает с подрядчика ответственность, так как подрядчик имеет доступ к более подробной информации. Эти условия изложены в пунктах Б, В, и Г.

Знания подрядчиком, что происшествие или инциденты происходящие в результате сверх раскопок грунта или повреждения здания, в результате усадки грунта, из за неправильной эксплуатации ТПМК, или по другим причинам, контролируются/наблюдаются. Это дает прямой эффект на улучшение работы самого подрядчика.

Наш опыт показывает, что после нескольких месяцев эксплуатации ТПМК, неправильное обращение в пилотировании резко уменьшаются, так как машинист и сам подрядчик, знают, что любое нарушение находится под наблюдением.

Гомес Кабрера, Хосе

(Gomez Cabrera, José)