

## **Технология строительства станций глубокого заложения с монолитной железобетонной отделкой Новоавстрийским методом.**

Алматинский метрополитен станет первым метрополитеном в Казахстане, вторым в Центральной Азии (после ташкентского) и шестнадцатым метрополитеном в СНГ.

Трасса первой очереди метрополитена проходит глубоким заложением через центральную часть города от проспекта Райымбека под улицей Фурманова до проспекта Абая и далее в западном направлении под проспектом Абая до проспекта Гагарина, периферийные участки трассы - станция Райымбек, Ветка в депо и Алатау – мелкого заложения.



Строительная длина первой очереди - 8,56 км, эксплуатационная 7,61 км, количество станций 7.

Среднее расстояние между станциями 1,27 км, наибольшее 1,52 км, наименьшее 0,99 км.

Станция Алатау с боковым расположением платформ, остальные станции с платформами островного типа, длина которых рассчитана на прием пятивагонных составов.

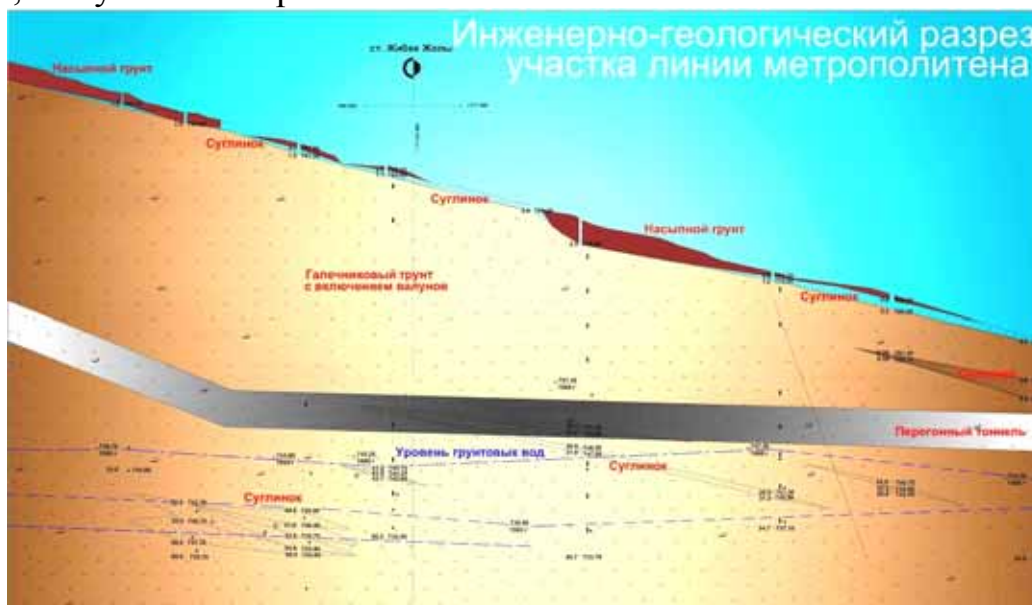
Станции глубокого заложения связаны с поверхностью наклонными тоннелями, в которых располагается четырехленточный эскалатор.

Подземные вестибюли эскалаторных тоннелей, соединенные с подуличными пешеходными переходами.

Согласно Генеральному плану развития города Алматы предусмотрено строительство еще двух линий метро. Одна из них соединит западные районы города с центральной частью. После завершения этого этапа начнется строительство линии, ведущей к железнодорожной станции Алматы-1. Всего же протяженность линий метрополитена составит около 45 км.

Главный и самый сложный момент, который касается строительства метро в Алматы, высокая сейсмичность региона. Город расположен в зоне 9-балльной сейсмичности, где возможны разрушительные землетрясения.

Помимо этого, геологические особенности грунта в районе строительства метро создали определенные трудности. Алматинский грунт стал серьезной преградой даже для вполне современной техники. Вдоль проспекта Абая в западном направлении, где вскрыты негабаритные валуны размером до трех метров, что усложняло работы.



Инженерно-геологический разрез участка линии метрополитена



Валуны по трассе перегонного тоннеля

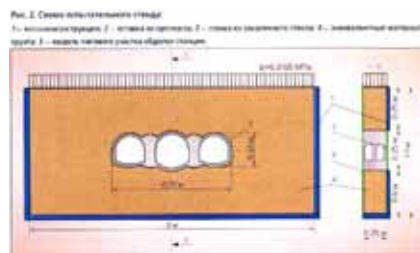
Строительство станций подземным способом относится к наиболее сложным видам работ в метростроении, поскольку оно связано с устройством комплекса взаимосвязанных сооружений и с раскрытием выработок большого сечения. Строительство ведут в такой технологической последовательности, не допускающей осадок земной поверхности, опасных для сохранности зданий и сооружений, а также подземных городских коммуникаций. Подвижки грунтового массива и просадка кровли выработок должны прогнозироваться и быть в пределах допустимых величин.

На сегодняшний день применяется множество различных технологий строительства подземных станций, но учитывая инженерно-геологические условия строительства метрополитена в г. Алматы был выбран новоавстрийский метод (НАТМ).

Впервые на территории СНГ внедрен новоавстрийский тоннельный метод (НАТМ) при строительстве станции пилонного типа «Жибек-Жолы». Эта же технология применялась и при строительстве остальных четырех станций глубокого заложения.

В основу конструктивно-технологических решений применения данного метода положены предпосылки создание охранной конструкции регулируемого (нарастающего) сопротивления, использование окружающего выработку массива грунта в качестве несущего элемента, поэтапное усиление охранной конструкции путем введения в нее различных стабилизирующих элементов на базе учета ее временного взаимодействия с приконтурными грунтами.

В период проектной проработки конструкции станции пилонного типа «Жибек Жолы» было выполнено исследование напряженно-деформированного состояния обделки станционных тоннелей, а также установления характера её взаимодействия с грунтом на разных этапах строительства с использованием наиболее апробированного и универсального метода физического моделирования - применение эквивалентных материалов. Экспериментальные исследования проводились в лаборатории моделирования тоннелей кафедры тоннели и метрополитены ПГУПСа под руководством профессора Д.М. Голицынского. Это исследование позволило установить места с наибольшими значениями растягивающих и сжимающих напряжений в обделке и учесть это при её армировании.



Испытательный стенд ПГУПСа

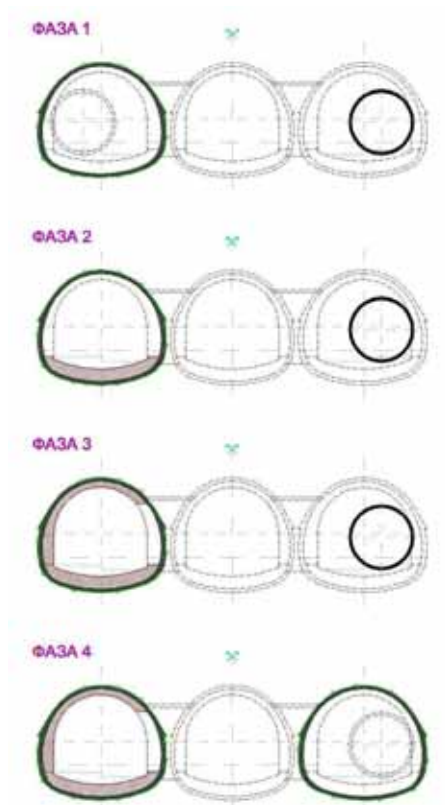
Технология НАТМ позволяет: в кратчайшие сроки возвести основные несущие конструкции станции глубокого заложения по сравнению с традиционными методами строительства и с минимальными осадками дневной поверхности, а так же максимально обезопасить и механизировать труд проходчиков.

При данной технологии достигнута скорость проходки станционных тоннелей во временном креплении более 28 п.м в месяц, а возведение постоянной обделки выполнялось не менее 40м в месяц.

Всего пройдено - станционных и пристанционных тоннелей (подходные коридоры, подстанции) – более 2 000м.

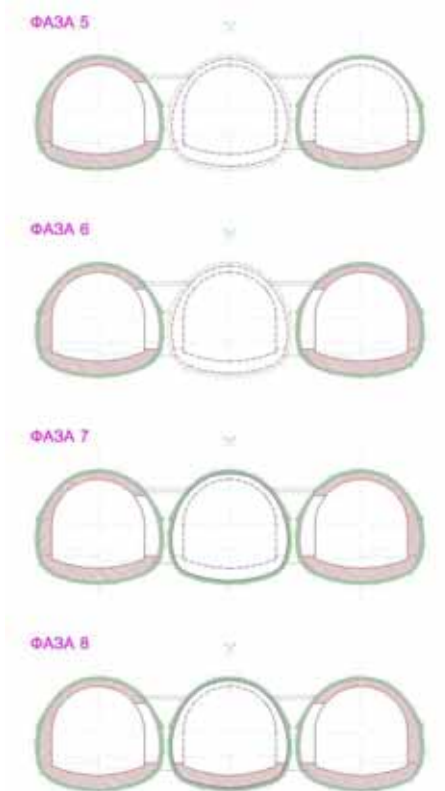
Строительство тоннелей станций пилонного типа производится поэтапно:

- проходка одного бокового тоннеля на всю его длину во временной набрызг бетонной крепи (фаза 1);
- устройство железобетонного лотка в этом тоннеле (фаза 2);
- после завершения устройства лотка возведение железобетонной обделки стен и свода (фаза 3);

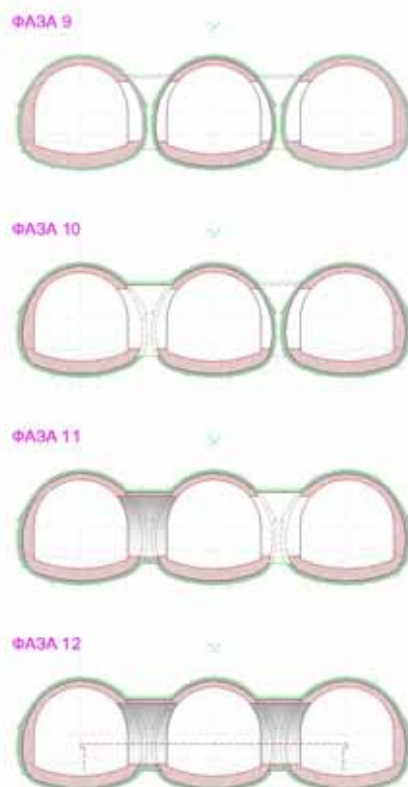


- по завершению устройства постоянной обделки в одном тоннеле начинается проходка другого бокового тоннеля во временной набрызг бетонной крепи на всю его длину (фаза 4);

- устройство железобетонного лотка в этом тоннеле, в дальнейшем возведение железобетонной обделки стен и свода (фаза 5,6);



- после устройства постоянной обделки в боковых тоннелях начинается проходка среднего тоннеля в последовательности аналогичной боковым тоннелям (фаза 7-9).



По окончании устройства постоянной обделки среднего тоннеля производится сооружение проходов между тоннелями (фаза 10-12).

Последовательность выполнения работ при строительстве станционных тоннелей методом NATM:

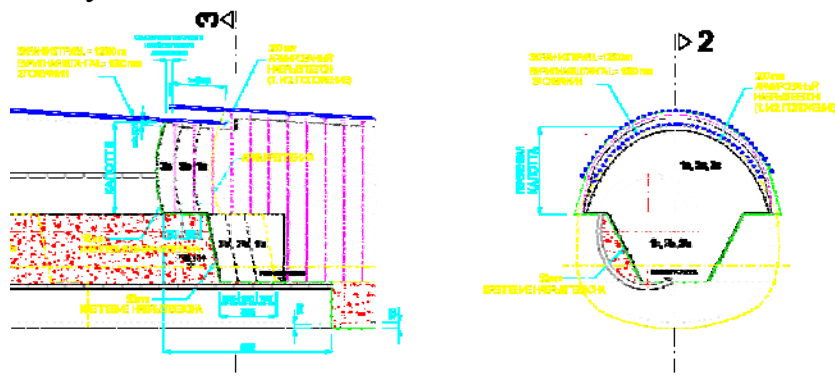
1. Для безопасного ведения работ в сводовой части выработки станционного тоннеля сооружается защитный экран из труб, в которые нагнетается цементный раствор. Под защитой устроенного экрана производится раскрытие забоя на полное сечение.

В процессе строительства по результатам мониторинга были определены оптимальные параметры экрана количество скважин 27 с шагом 400мм и длиной 10,5м.

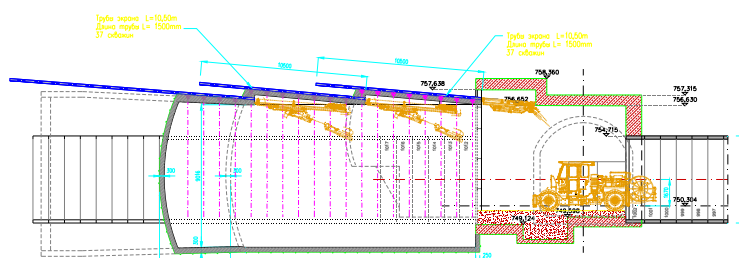


Устройство защитного экрана из труб буровой установкой Atlas Copco

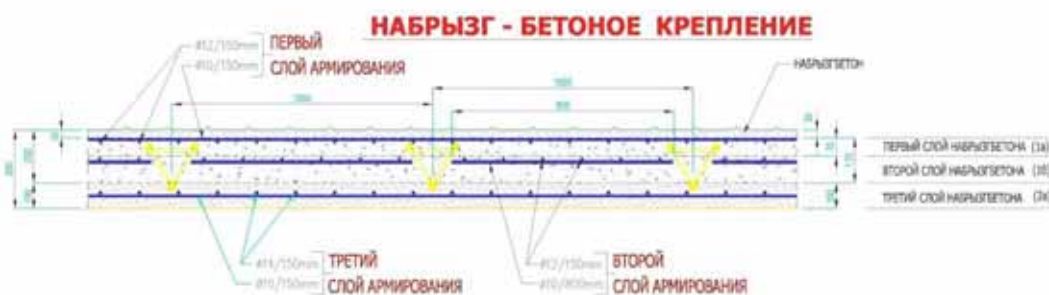
2. Разработка грунта забоя производится заходками по 1,0м в следующей последовательности: калотта, боковые штроссы, ядро, затем устанавливаются арматурные арки и сетки по стенам и своду. По мере установки арматурных сеток и арок производится послойное устройство временной набрызг-бетонной крепи толщиной 300мм. Так же производится крепление лба забоя набрызг бетоном толщиной 50мм. Опережение забоя калотты от замкнутого лотка не более 7м.



Экран из труб



Этапы проходки тоннеля



Разработка забоя тоннельным экскаватором Liebherr R-932



Устройство набрызг-бетонной крепи установкой Meuso Suprima



Временное крепление тоннеля при проходке методом НАТМ и железобетонный лоток обделки

Удельное армирование при временном креплении составило 0,12 т/м<sup>3</sup>, расход набрызг бетона 17,2 м<sup>3</sup>/п.м.

По завершению проходки во временном креплении стационарного тоннеля на всю его длину производятся работы по устройству гидроизоляции из ПВХ-мембраны по лотку выработки и монтаж арматуры.

Выполняется устройство железобетонного лотка на всю протяженность тоннеля с оставлением арматурных выпусков для стен.

После устройства железобетонного лотка тоннеля выполняются гидроизоляционные работы по стенам и своду, а так же монтаж арматурных каркасов. Для выполнения этих работ применяются специальные технологические подмости.



Монтаж арматуры постоянной обделки

Для устройства постоянной железобетонной обделки применена самоходная опалубка, за которую укладывался бетон специальными бетононасосами. Длина опалубки 10м, радиус свода – 3,9м



Устройство станционной обделки

При строительстве станций колонного типа во временном креплении в сечение боковых тоннелей была включена часть среднего тоннеля, для устройства колонн при возведении постоянной железобетонной обделки, что значительно снизило объем работ при строительстве центрального тоннеля, но фазы строительства аналогичны, как и при строительстве станции пилонного типа.



Средний тоннель станции колонного типа

Один из принципов современного градостроительства – использование подземного пространства в целях рационального развития городского хозяйства. Алматинский метрополитен призван решить проблему экологически приемлемой, экологически чистой и безопасной транспортной системы. Дальнейшее развитие транспортной инфраструктуры Алматы видится только в продолжении строительства метро. Перенасыщение города Алматы за последние годы автомобилями создало настоящий транспортный кризис, парализующий уличное движение и неблагоприятно отражающийся на условиях жизни населения. И как следствие, для Алматы характерно снижение скорости движения автомобилей, общественного транспорта, так называемые пробки на дорогах, загрязнение окружающей среды, повышение уровня шума и вибрации. Городской метрополитен призван осуществить решение этой сложной и насущной задачи.



## Архитектура станций Алматинского метрополитена



Станция Райымбек



Ст. Жибек Жолы



Станция Алмалы



Станция Абая



Станция Алатау



Вагон метрополитена



Турникеты и эскалаторы

Алматы живет и развивается как крупнейший в нашей стране центр финансовых, информационных, транспортных комплексов, и с уверенностью можно сказать, что метрополитен в нем будет самым комфортабельным и доступным видом общественного транспорта.