

УДК 622.25

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОПЕРЕЖАЮЩЕЙ ФИБРОНАБРЫЗБЕТОННОЙ КРЕПИ В ВЫРАБОТКАХ НЕГЛУБОКОГО ЗАЛОЖЕНИЯ.

Н.Д. Барсук, С.В. Борщевский

Донецкий национальный технический университет

В данной статье приведен обзор методов возведения опережающих бетонных креплений, их конструкция и особенности возведения. Обосновано использование фибронабрызгбетона при сооружении тоннелей неглубокого заложения методом ОБК.

Выработки неглубокого заложения (своего рода тоннели) играют особую роль в жизни городов. Они обеспечивают движение людей из одной точки города в другую в короткие сроки а также строятся для прокладки сетей городского хозяйства, или к примеру для перемещения воды в деривационных тоннелях гидроэлектростанций.

Так как львиная доля способов сооружения тоннелей подразумевает под собой высокую трудоемкость, поскольку разработку грунта и его устройство ведут отдельными частями, а не на все сечение тоннеля, свое внимание я обратил на сооружение тоннелей с использованием опережающей фибронабрызгбетонной крепи.

Также разработаны методы работ, которые позволяют раскрывать сечение тоннеля сразу на большой профиль с установкой временной крепи, не загромождающей сечение, и последующим возведением постоянной обделки.

Советскими специалистами был предложен метод проходки с устройством арочно-бетонной крепи.

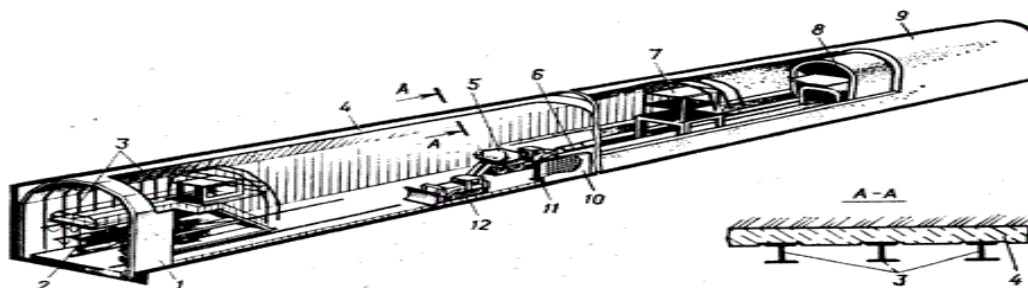


Рис. 1. Технологическая схема проходки тоннеля с арочно-бетонной крепью.

Обозначения: 1 – временная арочно - бетонная крепь; 2 – буровой порталный агрегат; 3 – стальные арки; 4 – первичная бетонная обделка; 5 – бетоносмеситель с бетононасосом; 6 – вентиляционный короб; 7 – технологическая тележка с арками; 8 – механизированная опалубка; 9 – постоянная бетонная обделка; 10- бетонирование нижних частей стен обделки; 11 – опалубка стен; 12 – бульдозер.

Метод проходки с устройством арочно-бетонной крепи. Технология проходки с применением арочно-бетонной крепи также базируется на применении крепей ограниченной податливости, позволяющих реализовать несущую способность горного массива. Основными конструктивно-технологическими принципами этой технологии являются: немедленное возведение у забоя металлической арочной крепи, рассчитываемой на частичное восприятие расчетной величины горного давления в строительный период, и замена традиционной дощатой затяжки бетонным слоем минимальной толщины, уложенным между породой и внешней полкой установленной арки

Возведенную таким образом временную арочно-бетонную крепь (с арками или без них) используют в постоянной обделке, в качестве первого слоя, рассчитанного на восприятие горного давления. Толщину второго слоя постоянной обделки определяют расчетом многослойной системы на нагрузки эксплуатационного периода (гидростатическое давление, остаточное горное давление, сейсмические воздействия и т. д.).

Австрийскими инженерами был разработан метод проходки с устройством податливого свода.

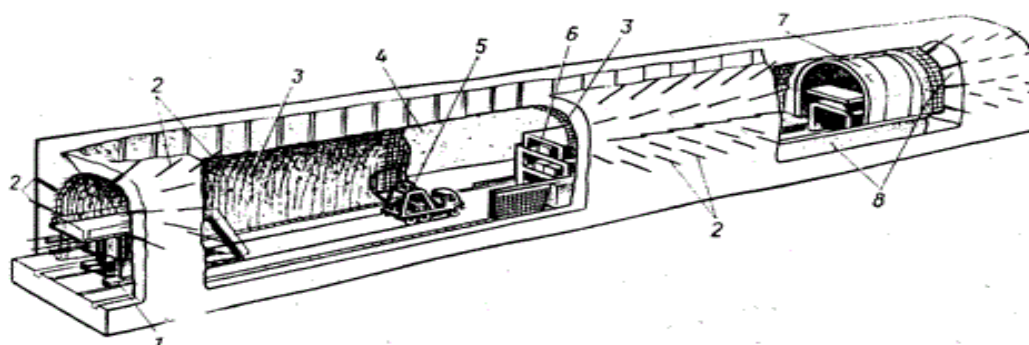


Рис. 2. Технологическая схема сооружения тоннеля новоавстрийским методом.

Обозначения: 1 - буровой порталный агрегат; 2 – анкеры; 3 – сетка; 4 – слой набрызгбетона; 5 – установка для нанесения

набрызгбетона, смонтированная на автомобиле; 6 – тележка с измерительными приборами; 7 – механизированная опалубка; 8 – постоянная обделка тоннеля

Разработка технологии работ по сооружению тоннеля этим методом исходит из следующих основных положений.

После проходки горной выработки порода в естественном массиве постепенно переходит из упругого состояния в состояние потери устойчивости и далее в неустойчивое состояние. Установка временной крепи во время проходки должна обеспечить устойчивость массива. При этом крепь может работать как жесткая опора для окружающего массива, или как податливая конструкция, допускающая деформации совместно с массивом.

Податливая конструкция крепи дает возможность максимально использовать собственную несущую способность породного массива. При этом крепление выработки следует выполнять как можно быстрее после разработки породы с тем, чтобы эффективно использовать естественную устойчивость породы до перехода ее в неустойчивое состояние. Это достигается путем создания податливого свода состоящего из тонкой оболочки набрызгбетона, плотно нанесенной на породу и армированной (в случае необходимости) сеткой или арками, и слоя прилегающих к этой оболочке пород, включенных в работу свода путем установки в породу системы анкеров различной длины. В таком искусственно созданном податливом своде гибкая оболочка из набрызгбетона воспринимает лишь незначительные изгибающие нагрузки, а слой пород, закрепленный анкерами, принимает на себя основное горное давление. При этом сечение тоннеля освобождается, что дает возможность широко применять высокопроизводительные горнопроходческие механизмы, а постоянную обделку можно возводить на значительном удалении от забоя и сразу по всему сечению с использованием механизированной опалубки и бетоноукладочных машин. [2]

Как я уже и упоминал ранее, мое внимание приковал метод возведения опережающей фибронабрызгбетонной крепи. Этот метод схож с новоавстрийским методом, а главным их отличием является материал используемый материал при сооружении тоннеля. Вместо набрызгбетона используется фибронабрызгбетон.

Крепление выработки с применением фибробетона имеют ряд преимуществ, а именно:

1. Увеличение энергетических характеристик материала (прочность, ударостойкость, снижает образование трещин). [1]

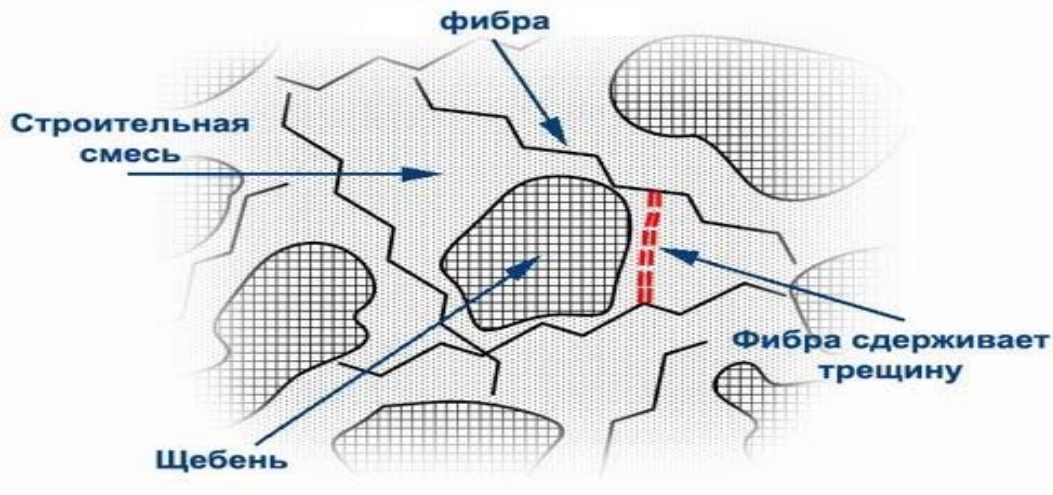


Рис. 3. Трещиностойкость фибры.

2. Значительное увеличение долговечности выработки.

3. Широкое применение фибр влечет за собой усовершенствование материала и технологий.

Основными армирующими фибрами являются полипропиленовая и стальная фибры.

Фибра из синтетических волокон – наиболее дешевая и химически стойкая. Однако полипропилен и стекло все же не имеют достаточного сопротивления и применяются скорее для улучшения характеристик бетона в его первоначальный период набора прочности.

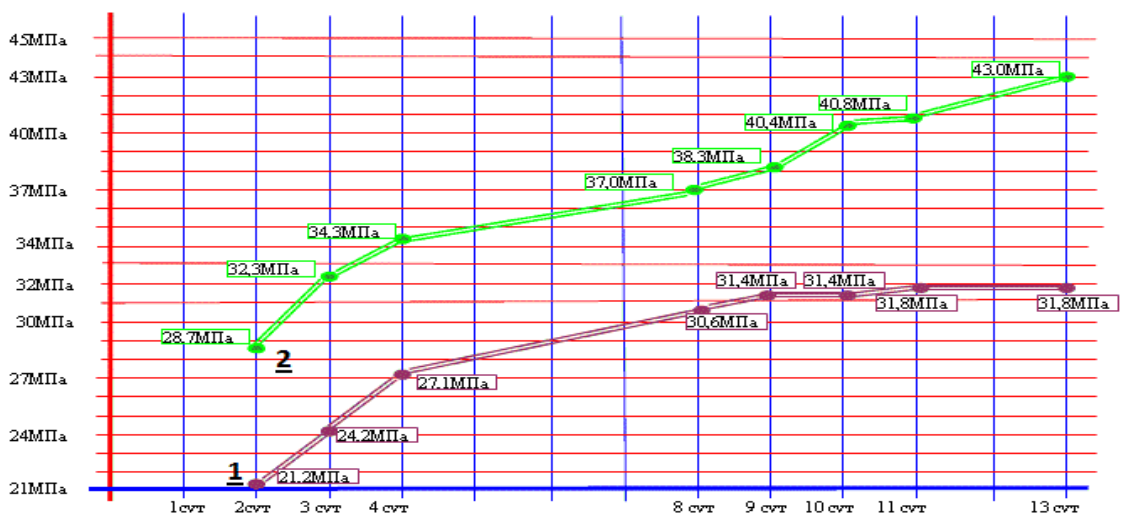


Рис. 4. Показатели набора прочности на сжатие на примере полипропиленовой фибры

Обозначения: 1 - без полипропиленовой фибры; 2 - с добавлением полипропиленовой фибры [3]

В отличие от них металлическая фибра улучшает механические характеристики бетона уже после набора им прочности. Однако стальные фибры имеют высокий расход на куб.м бетона, из-за чего приходится искать более доступные способы армирования бетонов.[4]

На мой взгляд, лучшей фиброй используемой в бетоне для сооружения опережающей фибробетонной крепи в условиях выработок неглубокого заложения – это базальтовая фибра. Данная фибра представляет собой отрезки базальтового волокна определенных размеров, введение которых значительно повышает прочность бетона на растяжение, имеющие ряд преимуществ по сравнению с синтетическими волокнами и стальными фибрами рассмотренных ранее.

Отметим ряд преимуществ базальтовой фибры над другими:

- базальтовая фибра значительно прочнее полипропиленовой;
- базальтовая фибра значительно легче стальной, это позволяет решать проблему снижения веса конструкций и уменьшать логистические издержки;
- базальтовая фибра самая жаропрочная, стеклянная, полимерная фибра подвержена горению при воздействии открытого пламени;
- срок службы базальтовой фибры 80-100 лет. (Стеклянной и полипропиленовой гораздо меньше);
- цена фибры формируется за килограмм, а базальтовая фибра легче стальной в 3 раза, соответственно Вы получаете в 3 раза больше фибры с лучшими свойствами по цене 35-40 грн. за кг., при цене стальной 17-25 грн. за кг. При цене за 17 грн. за кг. при равном объеме за 3 кг. получаем 51 грн. стальной фибры, что как минимум на 10% дороже, чем базальтовая. Цены взяты из источников 2011 года, но их соотношение при этом не менялось.

Данные показатели были получены в ходе исследований в таких учреждениях: МИСИ, ЦНИИСК (Москва), ЦНИИпромзданий, Теплопроект (Москва), ООО «Минерал 7», Институтом проблем металловедения АН Украины.

В лаборатории «Технобазальт» (Украина) получены результаты исследований бетонов классов В25 и В30 и цементного раствора М100 с добавлением базальтовой фибры. Прочность на растяжение при изгибе повышается до 30% в классах бетонов В25 и В30 и на 48% — в

цементном растворе М100. Прочность на сжатие повышается до 14% в классах бетонов В25 и В30 и на 58% — в цементном растворе М100.[5]

Выводы

В дальнейшем мною продолжится изучение данного метода сооружения выработок. В магистерской работе будут проведены лабораторные исследования, а также разработаны технологические регламенты сооружения выработок способом ОБК с использованием фибробетона, с учетом геологических особенностей выработок неглубокого заложения.

Библиографический список

1. Свойства и преимущества сталефибробетона -.[Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.fibersteel.ru/cfb.html>
2. Строительство метрополитенов -.[Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.metro.ru/library/stroitelstvo_metropolitenov/539/
3. Фибра, как добавка к строительной смеси -.[Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.ofibra.ru/index-2.html>
4. Фибробетон со стальной, полипропиленовой и базальтовой фиброй - .[Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://alliance-ltd.narod.ru/baz/fibrobeton.html>
5. Базальтовая фибра -.[Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://budmat.kiev.ua/statjy/statjy/bazaltovayafibra.html>