

#### Секция 4. Новые технологии и разработки в области горного дела и добычи полезных ископаемых

Исходя из вышеуказанных причин, предпочтительным считается использование конструкции с нагребными звездочками.

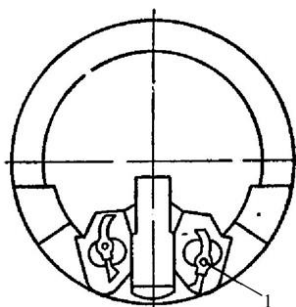


Рис. 4 Исполнение погрузочного органа в виде нагребных звездочек



Рис. 5 Буропогрузочная машина 1ПНБ2Б

#### Литература.

1. А.с. 599078 СССР, E21D9/06, E21D9/12. Проходческий щит / В.Х. Клорикьян, В.Н. Семенов, А.И. Тутов [и др.](СССР).- №2352140/22-03; заявл. 29.04.1976; опубл. 25.03.1978, Бюл. №11.
2. Зум В. Инновации третьего поколения в бестраншейной технологии строительства тоннелей [Электронный ресурс] // Союздонстрой [сайт].- Режим доступа: <http://soyuzdonstroy.ru/ru/press-centr/nauchnye-publikacii/innovacii-tretego-pokoleniya-v-bestranshejnoj-tehnologii-stroitelstva-tonnelej.html>.
3. Строительство подземных коммуникаций методом горизонтального шнекового бурения [Электронный ресурс] // Союздонстрой [сайт] - Режим доступа: <http://soyuzdonstroy.ru/ru/uslugi/gorizontalno-shnekovoe-burenje.html>.
4. Хазанович Г.Ш., Отроков А.В., Афонина Н.Б. Физические закономерности процесса погрузки горной массы погрузочными органами с нагребными звездами // Горное оборудование и электромеханика. - 2013. - №4 - С.25-31.
5. Александров, А. П. Энциклопедия современной техники. Строительство / А. П. Александров и др..- М.: «Советская энциклопедия», 1964.

#### ОБЗОР ТИПОВ ТОННЕЛЬНЫХ ОБДЕЛОК

*А.А. Садыков, студент группы 10741,*

*научный руководитель: Казанцев А.А., к.т.н., доцент*

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского*

*Томского политехнического университета*

*652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26*

#### Монолитные обделки

Монолитные обделки (рис. 1) сооружают из бетона, железобетона набрызгбетона и торкрета в сочетании с бетоном. На линиях первой очереди Московского метрополитена почти все обделки, сооружаемых закрытым способом (то есть без вскрытия поверхности земли), были выполнены монолитными из бетона. Такая обделка состоит из свода, опирающегося своими пятнами на стены и лоток, замыкающего обделку снизу. Возведение монолитных обделок с применением деревянной опалубки является очень трудоёмкой операцией.

#### Железобетонные тоннельные обделки

Сборные железобетонные тоннельные обделки получили в настоящее время преимущественное распространение. Их применение обеспечивает решение одной из важнейших народнохозяйственных задач – экономию металла, позволяет индустриализировать тоннельное строительство, сократить его сроки и повысить производительность труда. Кольцо обделки состоит из элементов – гладких сегментов коробчатого сечения – блоков (рис. 2 и рис.3).

Попытки применения сборного железобетона делались еще на ранних стадиях тоннеле- и особенно метростроения. Однако широкому распространению мешали недостаточная разработанность

расчетных и конструктивных приемов для рационального проектирования, недостаточно отработанная технология изготовления, монтажа и гидроизоляции. В настоящее время основная часть этих проблем решена.

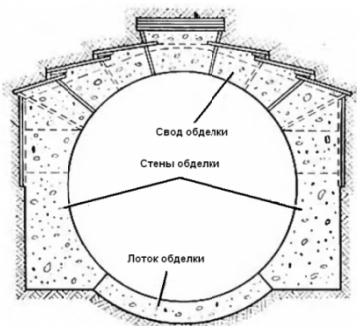


Рис. 1 Монолитная обделка

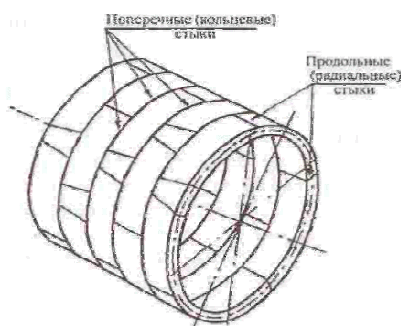


Рис. 2 Сборная железобетонная обделка

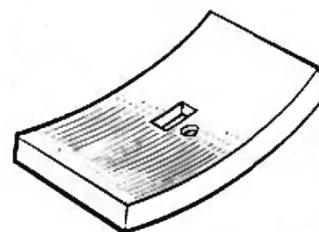


Рис. 3 Общий вид блока

#### Металлические тоннельные обделки

Кольцо обделки состоит из элементов – сегментов коробчатого сечения с ребристой внутренней поверхностью – тьюбингов. Для их изготовления отливкой в опоки наиболее широко применяют серый чугун марки СЧ-20.

Кольцо обделки (рис. 4) состоит из трех типов тьюбингов: нормальных  $H$ , оба продольных торца которых направлены радиально, ключевого (замкового)  $K$  клиновидной формы и смежных (скошенных)  $C$ , один продольный торец которых, примыкающий к ключевому тьюбингу, скошен. Клиновидная форма тьюбинга  $K$  обеспечивает возможность завершения монтажа (замыкания) кольца изнутри. Для тех же целей, вместо тьюбинга  $K$  ставят клиновую чугунную прокладку. Угол клина замыкающего элемента  $6-10^\circ$ .

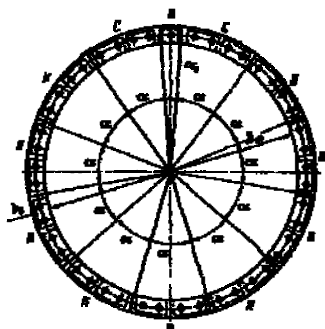


Рис. 4. Общий вид кольца обделки чугунных тьюбингов

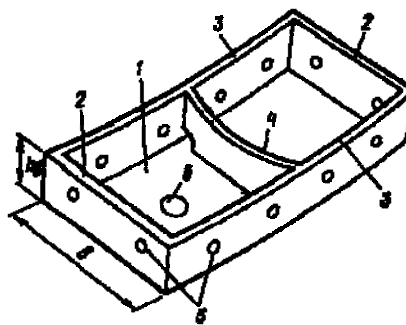


Рис. 5. Общий вид тьюбинга

Общее число длинных тьюбингов ( $H$ ,  $C$ ) в кольце зависит от максимально возможной длины дуги по наружной поверхности тьюбинга, которая по условиям механизированной формовки опок для отливки не должна быть больше 200 см. При этом масса тьюбинга не превышает 1,5–2 т, что позволяет получить компактные механизмы для монтажа обделки.

Тьюбинг (рис. 5) представляет собой литое изделие, имеющее плиту-оболочку с цилиндрической поверхностью, обращенной к грунту, и четыре борта, окаймляющих оболочку и направленных внутрь кольца: два продольных (радиальных) борта, параллельных продольной оси тоннеля, два поперечных (кольцевых) борта, лежащих в поперечной плоскости, перпендикулярной продольной оси тоннеля. Борты придают тьюбингу жесткость и служат для соединения тьюбингов в кольцо и колец между собой. Наружные плоскости бортов подвергают механической обработке прострожкой для обеспечения плотного взаимного примыкания.

#### Предварительно обжимаемые сборные обделки

Для рационального использования такого материала сборных тоннельных обделок, как железобетон, хорошо работающий на сжатие, необходимо исключить или свести к минимуму растягивающие напряжения в сечениях элементов кольца при его работе как несущей конструкции в эксплуатационной стадии. Это может быть достигнуто предварительным (до начала работы обделки на основные нагрузки) обжатием обделки, в результате которого в ее сечениях создаются сжимающие напряжения. Эти напряжения должны обеспечить в суммарном напряженном состоянии (от предварительного напряжения и действия основных нагрузок) только напряжения сжатия, что позволит снизить расход бетона и арматурной стали на обделку тоннеля.

Предварительным обжатием достигается еще ряд положительных факторов: принудительное закрытие начальных зазоров в продольных стыках кольца, которые образуются при монтаже; уплотнение продольных стыков, улучшающее гидроизоляционные свойства обделки; уменьшение геометрической изменяемости кольца в монтажной стадии.

**Обжатие нагнетаемым за обделку раствором.** Одной из первых обделок, в которой была реализована идея предварительного обжатия, является сборная железобетонная обделка, обжимаемая нагнетанием за нее раствора.

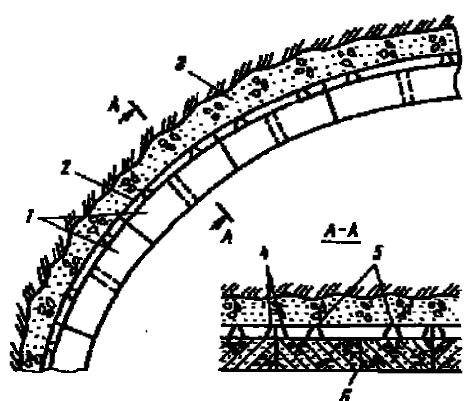


Рис. 6. Сборная железобетонная обделка, обжимаемая раствором

Обделка из блоков 1 с плоскими продольными стыками монтируется с постоянным по периметру кольцевым зазором 2 внутри обоймы 3, созданной нанесением по контуру выработки слоя торкрета или набрызгбетона (рис. 4). Обойма выполняет роль временной крепи контура выработки и выравнивает его. Для обеспечения постоянного зазора 3–4 см блоки обделки с наружной стороны снабжены ребрами 4 и шипами 5. После монтажа кольца в полученный кольцевой зазор через отверстия 6 в блоках производится нагнетание цементного раствора под давлением до 1,3 МПа, создающее равномерное предварительное обжатие кольца.

Практическая проверка показала принципиальную возможность применения такого приема обжатия обделки. Вместе с тем были установлены его существенные недостатки: значительные и трудно поддаю-

щиеся учету потери предварительного обжатия из-за податливости обоймы, утечек раствора через стыки обделки и трещины в обойме, усадки раствора при твердении; необходимость в устройстве торкретной или набрызгбетонной обоймы; возможность поломки наружных ребер и шипов при транспортировании и монтаже блоков; необходимость уплотнения кольцевого зазора с торца перед нагнетанием раствора. По этим причинам рассмотренный прием обжатия распространения на практике не получил.

**Обжатие в грунт.** Сущность приема обжатия обделки в грунт состоит в том, что диаметр контура выработки принимают несколько меньшим наружного диаметра обделки в ее проектном положении. Смонтированная в выработке обделка доводится до проектного диаметра. В результате этой операции грунтовой контур деформируется на размер, равный разности диаметров, что приводит к возникновению по наружной поверхности обделки упругого отпора грунта, обжимающего кольцо.

#### Литература.

1. Тоннели и метрополитены. Учебник для вузов. В.Т. Храпов, Е.А. Демешко, С.Н. Наумов/Под ред. В.Г. Храпова. — М.: Транспорт, 1989. — 383 с.
2. Мюренный Я.И. Тоннели с обделкой из монолитнопресованного бетона. — М.: Транспорт, 1985. — 270 с.
3. Клорикрян В.Х., Ходаш В.А. Горнопроходческие щиты и комплексы. — М.: Недра, 1977. — 326 с.
4. Тоннели и метрополитены. Волков В.П., Храпов В.Т. и др. — М.: Транспорт, 1975. — 552 с.