

УДК 624.191.6, 624.191.22

СТРОИТЕЛЬСТВО ТОМУСИНСКОГО ОДНОПУТНОГО ТОННЕЛЯ

Копытов Александр Иванович,

докт. техн. наук, профессор, президент Академии горных наук, e-mail: L01BDV@yandex.ru

Войтов Михаил Данилович,

канд. техн. наук, профессор

Усков Роман Игоревич,

студент

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 650000, Россия, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28

Аннотация

В данной статье рассмотрено решение по реконструкции Томусинского однопутного тоннеля, актуальность которого заключается в увеличении пропускной способности грузовых железнодорожных составов для перевозки нефтепродуктов, металла и угля. Приведено геологическое строение грунта, которое описывается сложным составом горных пород и метод проходки штольни. Для выбора способа и технологии проходки Томусинского однопутного тоннеля рассмотрены стоимостные показатели различных методов сооружения объектов, схожих по горногеологическим условиям. Приведен календарный план реконструкции объекта.

Ключевые слова: тоннель, штольня, калотта, штрасса.

Участок строительства тоннеля расположен на юго-востоке Западной Сибири, на стыке Западно-Сибирской равнины и гор Южной Сибири. Район приурочен к окраине межгорной Кузнецкой котловины, предгорью Кузнецкого Алатау.

В административном отношении находится в западной части Новокузнецкого района Кемеровской области в 30–35 км северо-восточнее г. Новокузнецка, на 106–107 км участка железнодорожной линии Артышта – Томусинская, на перегоне Курегеш – Карлык.

В 1963–1967 гг. здесь построен тоннель под один путь колеи 1520 мм по габариту приближения строений «С».

Абсолютные отметки поверхности по трассе тоннеля 247,9 м – у Западного портала, 256,6 м – у Восточного портала, максимальная отметка над тоннелем – 337,0 м.

Перегон используется для пропуска грузовых железнодорожных составов, перевозящих уголь и нефтепродукты, пассажирское движение отсутствует.

В 2008–2011 гг. «Центром по обследованию и диагностики инженерных сооружений» ОАО «РЖД» и НПФ «Бамтоннель» установлено наличие производственных и деградиционных дефектов тоннельной обделки, ее интенсивное обводнение и образование опасных наледей в зимний период, аварийное состояние водоотводных лотков и незаглубленных за зону сезонного промерзания дренажных промерзлей, что не обеспечивает безопасный водоотвод в тоннеле, необходимую безопасность движения поездов и увеличивает затраты на содержание сооружения.

По заданию ОАО «РЖД» институтами «Бам-

тоннельпроект», ОАО «Росжелдорпроект» и «Сибгипротранс» выполнен проект строительства нового однопутного тоннеля, параллельно существующему с последующим переключением железнодорожного движения по нему [1].

Для обслуживания нового тоннеля в период его эксплуатации предусмотрено сооружение сервисной штольни (рис. 1).

На основании утвержденной инвестиционной программы ОАО «РЖД» с 2012 г. строительство объекта осуществляется тоннельным отрядом № 12 ОАО «Бамтоннельстрой».

Геологическое строение грунтов представлено:

– породами низкой прочности с прослоями пониженной прочности, слабой устойчивости, сильнотрещиноватыми и раздробленными до состояния щебня с включением рухляковых отдельностей. Коэффициент крепости по шкале проф. М. М. Протоdjяконова $f = 1,5-2$, категория по разработке – 4 (50 %), – 3 (50 %). Суммарная протяженность выработок в данных интервалах грунтов составляет $L = 248,56$ м;

– породами средней прочности с прослоями малой прочности, средней устойчивости, трещиноватыми слабовыветрелыми. Коэффициент крепости по шкале проф. М. М. Протоdjяконова $f = 4$, категория по разработке 5 – 100 %. Суммарная протяженность выработок в данных интервалах грунтов составляет $L = 909,4$ м.

Сервисная штольня располагается между новым и существующим тоннелями. Западный и Восточный порталы сервисной штольни тоннеля находятся в одном створе и в плане располагаются на прямой. Расстояние между сервисной штольней и новым тоннелем по осям выработок

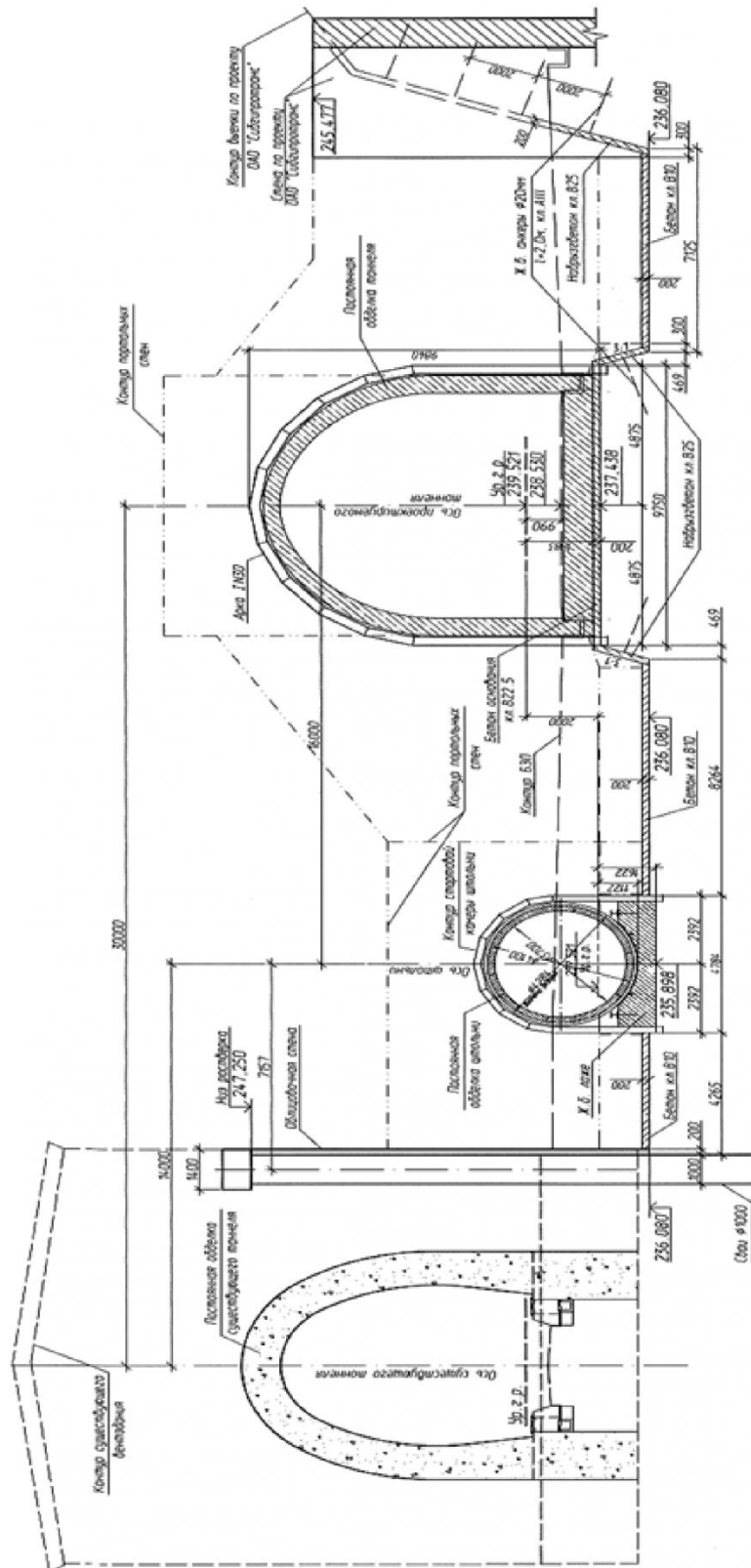


Рис. 1. План строительства нового однопутного тоннеля

составляет 16 м. Расстояние между сервисной штольней и существующим тоннелем на пикетах порталов со стороны Западного портала – 13,93 м, со стороны Восточного портала – 14,31 м. В продольном направлении сервисная штольня повторяет профиль проектируемого нового тоннеля.

Сервисная штольня имеет односкатный профиль с уклоном $i = 5,2 \%$ в сторону Западного портала. Отметка сервисной штольни УГР располагается на 2 м ниже отметки УГР тоннеля. Максимальная глубина заложения сервисной штольни (по своду) – 93,7 м.

Проходка штольни осуществлялась в направлении от Западного портала к Восточному с применением тоннелепроходческого механизированного комплекса (ТПМК) типа «Lovat» RMP 167 SE, который полностью соответствует условиям и требованиям, предъявляемым к подземным выработкам по взрывобезопасности и электробезопасности. Диаметр резания роторного рабочего органа составляет 4,25 м, длина шита – 8,50 м. Проходка ведется заходками по 1,25 м, соответствующими ширине сборной железобетонной обделки, монтируемой в процессе сооружения штольни (рис. 2).

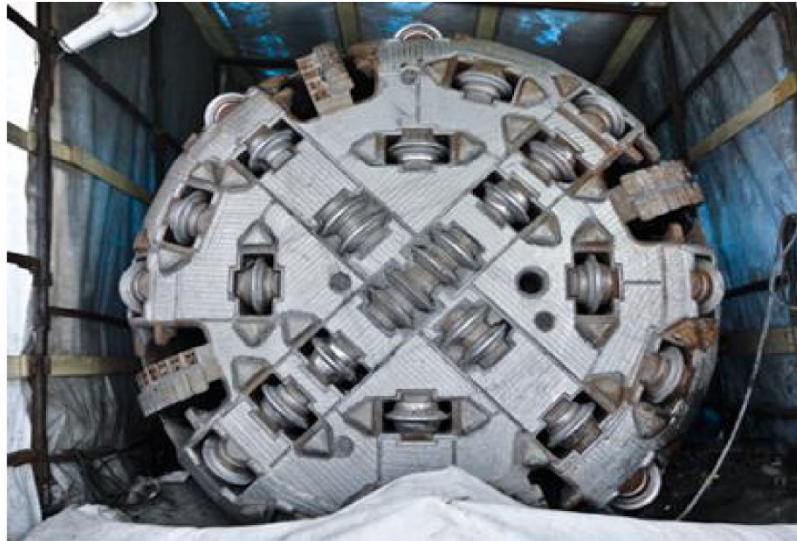


Рис. 2. ТПМК «Lovat» RMP 167 SE

Щитовой комплекс позволяет вести проходку в сложных инженерно-геологических, горнотехнических и гидрогеологических условиях. Конструктивной основой ТПМК являются:

- передняя (подвижная) оболочка с породоразрушающим исполнительным органом и главным приводом;
- неподвижная оболочка с заключенными в нее органами управления комплекса, состоящей из силовых электрических и гидравлических агрегатов, системы передвижки комплекса с максимальным шагом 1,73 м, конвейерной системой отгрузки разработанного грунта;
- замыкающая хвостовая оболочка, под защитой которой при помощи укладчика осуществляется монтаж сборных элементов обделки штольни.

Проходка штольни осуществлялась 7 месяцев с перерывом на забутровку старой штольни сроком в 1 месяц. Средняя скорость проходки составляла 9,65 м/сут, максимальная – 1 м/час.

Проходка верхней части – 11 месяцев, нижней части – 9 месяцев, сбойка тоннеля произошла в

декабре 2013 года, полный же период строительства составил 41 месяц со сдачей объекта в 2015 году.

Для выбора и обоснования способа проходки нового однопутного тоннеля, применен метод сравнительного анализа по показателю усредненной стоимости одного погонного метра выработки наиболее распространенных способов проходки железнодорожных тоннелей на основании утвержденных сводных сметных расчетов (табл. 1).

На основании оценки инженерно-геологических, горнотехнических и гидрогеологических условий, а также данных табл/ 1 для проходки нового однопутного железнодорожного тоннеля принят уступный способ с использованием проходческого комбайна Sandvik MT520.

Врезка тоннеля калоттой со стороны Западного и Восточного порталов и дальнейшая проходка выработки в интервалах со слабоустойчивыми грунтами (коэффициент крепости $f = 1,5-2$) проводилась под защитой опережающего крепления по своду выработки (экран из труб – на врезке, опе-

Таблица 1. Анализ способов проходки нового тоннеля

Тоннель/Крепость грунтов	Способ проходки	Общая длина, м	Стоимость 1 м тоннеля (в ценах 2015 г.), тыс. руб.	Стоимость по ССР (в ценах 2015 г.), тыс. руб.
Новый однопутный тоннель на 106–107 км участка Артыша – Томусинская Западно-Сибирской железной дороги	Проходческим комбайном (Sandvik MT520)	1157,96	485,82 (Аналог – Навагинский тоннель СКЖД)	562560,13
	Щитовым комплексом (ТПМК)	1157,96	490,20 (Аналог – ж. д. тоннель № 5 линии Адлер – «Альпика-Сервис»)	567632,00
(Крепость грунтов по Протодяконову $f = 1,5-2, f = 4$)	Буровзрывным способом (БВР)	1157,96	577,01 (Аналог – Джебский тоннель на участке Абакан – Тайшет Красноярской ж. д.)	668154,50

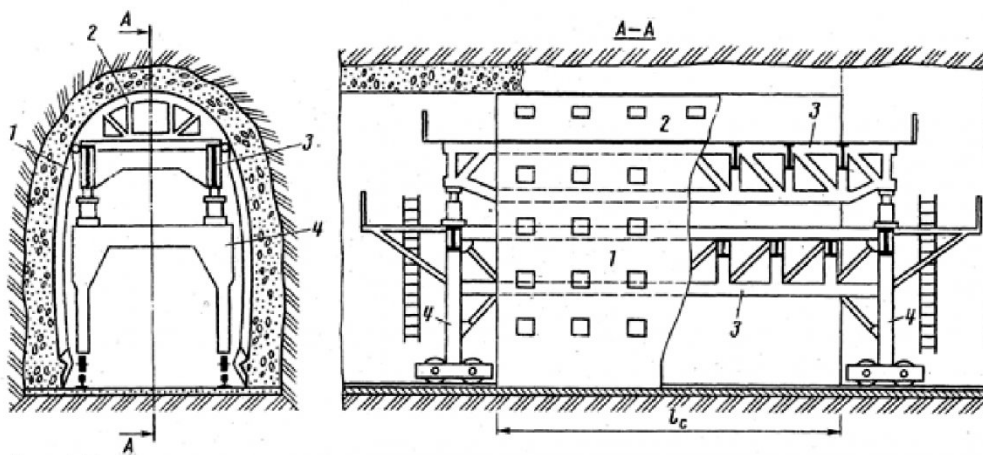


Рис. 3. Передвижная опалубка

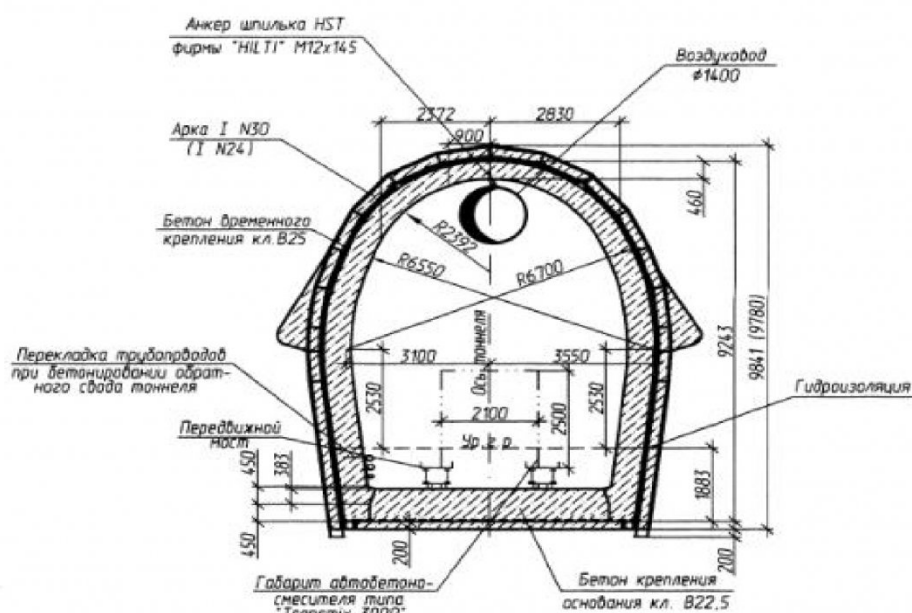


Рис. 4. Конструкция постоянной обделки тоннеля типа «Сага-Когио»

резающие железобетонные анкеры – при проходке) и закреплением груди забоя набрызг–бетоном.

Для заполнения твердеющей смесью пространства за временной крепью использовалась запатентованная инвентарная опалубка (МПКЕ 21 D 21/10), целью которой являются упрощение

конструкции, снижение веса опалубки, уменьшение количества и объема протечек в выработку жидкой фазы твердеющей смеси. [2]

Вначале на всю длину тоннеля, встречными забоями со стороны Западного и Восточного порталов была пройдена верхняя часть выработки –

Таблица 2. Календарный план реконструкции Томусинского тоннеля (в ценах 2015 г.)

Год строительства	Разработка грунта, тыс. м ³	Обратная засыпка, м ³	Сборный железобетон, тыс. м ³	Монолитный бетон и железобетон, тыс. м ³	Общая потребность в рабочих кадрах, чел.	Стоимость работ, тыс. руб.
I	15,41	–	–	3,26	144	150960,1
II	76,31	0,49	2,82	65,20	489	511672,0
III	15,93	3,75	0,01	23,30	159	166609,2
IV	1,38	–	–	2,06	77	80819,6
Всего	109,03	4,24	2,83	93,82	–	910061,0

калотта.

После сбойки тоннеля по калотте, также встречными забоями, со стороны Западного и Восточного порталов, осуществлена выемка нижней части тоннеля – штроссы.

Разработка грунта в забоях калотты и штроссы осуществлена двумя проходческим комбайнами, со стороны Западного портала комбайном Sandvik MT520, со стороны Восточного портала комбайном П110-01 с погрузкой грунта в подземные автопоезда МоАЗ 7405–9586. Разработанный грунт транспортировался в отвалы, организованные со стороны Западного и Восточного порталов.

Технологические ниши, камеры и эвакуационные сбойки между тоннелем и сервисной штольной выполнялись в процессе проходки нижней части тоннеля с отставанием от забоя 50 м.

Сооружение постоянной обделки тоннеля осуществлялось с применением передвижной металлической опалубки типа «Сага-Когю» длиной обе-

чайки $L_{об} = 12,0$ м (рис. 3). Бетонирование велось двумя встречными участками работ, в направлении от Западного и Восточного порталов (рис. 4).

Впереди опалубки, в составе каждого комплексного участка работ по бетонированию постоянной обделки свода и стен тоннеля, располагали два участка с технологическими тележками по устройству гидроизоляции и монтажу арматурных каркасов постоянной обделки.

Календарный план реконструкции тоннеля определен на основании разработанной организационно-технологической схемы, определяющей последовательность выполнения комплекса работ подготовительного и основного периодов, обеспечивающих соблюдение установленных сроков завершения реконструкции объекта (табл. 2).

В III квартале 2015 г строительство нового тоннеля завершается. В результате его запуска в эксплуатацию ограничение скорости движения грузовых составов по перегону будет снято.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Реконструкция тоннеля на 106-107 км участка Артыша-Томусинская западно-сибирской железной дороги / филиал ОАО «Росжелдорпроект», проект организации строительства К661/346-262-ПОС.2.1.ПЗ / Новокузнецк, 2013 г. – 144 с.
2. Патент РФ на полезную модель № 136090. Инвентарная опалубка для заполнения твердеющей смесью пространства за крепью / Авт. А. И. Копытов, М. Д. Войтов. Опубл. 27.12.2013 Бюл. № 36.

CONSTRUCTION TOMUSINSKAYA ONE-WAY TUNNEL

Kopitov Aleksandr I.,

D.Sc. (Engineering), Professor, President of the Academy of Mining Sciences, e-mail: L01BDV@yandex.ru

Voitov Mihail D., C.Sc. (Engineering), Professor

Uskov Roman I., student

T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, 28 street Vesennyaya, Kemerovo, 650000, Russian Federation

Abstract

This article discusses a decision on the reconstruction of single-track tunnel Tomusinskaya, the relevance of which is to increase the capacity of freight trains to transport petroleum products, metals and coal. Given the geological structure of the soil, which is described by the complex composition of rocks and method of penetration strauss. TO select the method and technology of single-track tunnel tunneling Tomusinskaya considered cost parameters of different methods of construction of objects that are similar in geological conditions. The planned schedule Tomusinskaya tunnel.

Keywords: tunnel, adit, calotte, strauss

REFERENSSES

1. Rekonstruktsiya tonnelya na 106-107 km uchastka Artysha-Tomusinskaya zapadno-sibirskoy zheleznoy dorogi [Reconstruction of the tunnel at 106-107 km section Artysh-Tomusinskaya West Siberian Railway] / Filial ОАО «Roszheldorproekt», proekt organizacii stroitelstva K661/346-262-POS.2.1.PZ / Novokuznetsk. 2013. P.144.
2. Kopitov A. I., Voitov M. D., Patent RF na poleznuyu model No 136090 [Russian Federation patent for utility model No 136090]. Inventarnaya opalubka dlya zapolneniya tverdeyushchey smesy za krepuyu [Inventory formwork for filling hardening mixture space for bolting]. 27.12.2013. No 36.

Received 27April 2015