

УДК 624.191.22

О СТРОИТЕЛЬСТВЕ ПОДВОДНОГО ТОННЕЛЯ НА ОСТРОВ САХАЛИН

Маковский Лев Вениаминович, канд. техн. наук, проф.,
МАДИ, Россия, 125319, Москва, Ленинградский пр., 64, tunnels@list.ru,

Кравченко Виктор Валерьевич, канд. техн. наук, доц.,
МАДИ, Россия, 125319, Москва, Ленинградский пр., 64 609vvk@gmail.com,

Аннотация. Анализируется опыт и перспективы строительства крупнейшего подводного транспортного тоннеля под Татарским проливом для постоянной связи материка с островом Сахалин. Рассматривается исторический аспект этой проблемы, современное состояние и перспективы. Характеризуются топографические, инженерно-геологические, климатические и сейсмические условия района строительства. Приведены различные варианты пересечения пролива с возведением тоннельного, мостового и комбинированного тоннельно-мостового перехода, отмечены их основные достоинства и недостатки. Рассмотрены конструктивные решения и технологические схемы проходки береговых и подводного участков, принятые при строительстве тоннеля в 40-х и 50-х годах XX века и отмечены причины прекращения строительства. Указано на необходимость возобновления строительства транспортного перехода через Татарский пролив после тщательной проработки и технико-экономического сравнения всех представленных вариантов. Отмечается, что наиболее эффективным средством преодоления пролива является подводный тоннель, имеющий целый ряд преимуществ перед мостовым переходом, о чем свидетельствует мировой опыт строительства и эксплуатации ряда крупнейших тоннелей.

Ключевые слова: тоннель, обделка, проектирование, строительство, геология, Татарский пролив, остров Сахалин.

ABOUT CONSTRUCTION OF UNDERWATER TUNNEL ON SAKHALIN ISLAND

Makovsky Lev V., PhD, associate professor,
MADI, 64, Leningradsky Prosp., Moscow, 125319, Russia, tunnels@list.ru.

Kravchenko Victor V., associate professor,
MADI, 64, Leningradsky Prosp., Moscow, 125319, Russia, 609vvk@gmail.com.

Annotation. The experience and prospects of building the largest underwater transport tunnel under the Tatar Strait for the permanent connection of the mainland with the island of

Sakhalin are analyzed. The historical aspect of this problem, the current state and prospects are considered. The topographic, engineering-geological, climatic and seismic conditions of the construction area are characterized. Various options for crossing the strait with the construction of a tunnel, bridge and combined tunnel and bridge crossing are given, their main advantages and disadvantages are noted. The design solutions and technological schemes for driving the coastal and underwater sections adopted during the construction of the tunnel in the 40s and 50s of the XX century are considered and the reasons for the termination of construction are noted. The necessity of resuming the construction of the transport passage through the Tatar Strait after careful study and technical and economic comparison of all the options presented is indicated. It is noted that the most effective means of overcoming the strait is an underwater tunnel, which has a number of advantages over a bridge, as evidenced by world experience in the construction and operation of a number of the largest tunnels.

Keywords: tunnel, lining, design, construction, geology, Tatar Strait, Sakhalin Island.

Введение

Первые предложения по строительству подводного железнодорожного тоннеля под Татарским проливом для связи материка с островом Сахалин выдвигались в России еще в конце XIX века, но отсутствие специализированной тоннелепроходческой техники и необходимых материальных ресурсов не позволили реализовать эти предложения.

В конце 30-х годов XX века в Советском Союзе вновь был поставлен вопрос о создании постоянной транспортной связи с Сахалином путем прокладки тоннеля под проливом Невельского, наиболее узкой части Татарского пролива (рис. 1). Создание тоннеля должно было избавить от необходимости пересечения пролива судоходными средствами, поскольку летом там часто бушуют тайфуны и сильные штормы (высота волны до 4 м), а зимой вода в проливе замерзает. Начатые подготовительные работы были остановлены с началом Великой Отечественной войны и возобновлены лишь в 1947 г. Разработанные проектные предложения по строительству тоннеля были одобрены Политбюро ЦК ВКП(б) и было принято постановление об изысканиях, проектировании и строительстве в

период с 1950 по 1955 гг. железнодорожной линии Комсомольск-на-Амуре – Погиби протяженностью 863 км с тоннельным переходом длиной около 10 км через пролив Невельского шириной около 8 км и глубиной до 24 м. В материковой части залегают скальные сильно трещиноватые породы (порфириты и базальты). Дно пролива сложено песчано-глинистыми грунтами, включающими гальку, гравий и щебень. Песчаные грунты насыщены водой и имеют плавунный характер. Вязкие глины с включениями ила характеризуются высокой пористостью и низкой прочностью. Пронизывающие толщу донных отложений морские воды обладают агрессивностью по отношению к бетону и металлу. Район строительства имеет повышенную сейсмичность – до 10 баллов по шкале Рихтера.

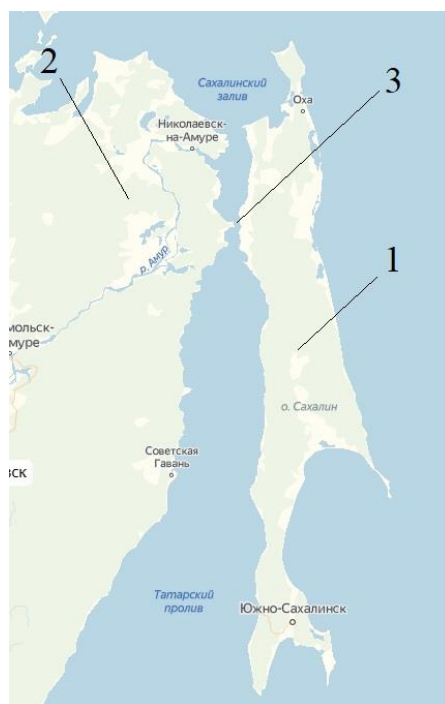


Рис. 1. План участка для строительства тоннеля под Татарским проливом:
1 – остров Сахалин; 2 – материковая часть; 3 – пролив Невельского

Проектирование и строительство тоннеля

Строительство тоннеля в столь сложных инженерно-геологических, метеорологических, гидрологических и сейсмических условиях потребовало разработки специальных нормативных документов (ТУ) на

проектирование тоннеля и подходных железных дорог, которые были утверждены Совмином СССР в 1950 г.

Проектно-изыскательским институтом «Метропроект» были разработаны три варианта трассы, из которых для дальнейшего проектирования был принят вариант с наименьшими длинами тоннели (11,5 км) и его подводной части (7,8 км) (рис. 2). Максимальная глубина заложения тоннеля под дном пролива достигала 60 м. В зависимости от инженерно-геологических условий и глубины заложения тоннеля были запроектированы различные виды тоннельных конструкций. Так, на материковом участке общей длиной 1700 м на припортальной части длиной 142 м запроектирована железобетонная обделка прямоугольного поперечного сечения, на участке скальных грунтов длиной 358 м предусмотрена монолитная бетонная обделка, а далее сборная обделка диаметром 11,5 м из крупных железобетонных блоков. В подрусловой части пролива в слабых водонасыщенных грунтах была запроектирована обделка из чугунных тубингов. На островном участке мелкого заложения длиной 365 м предусмотрена обделка прямоугольного очертания из монолитного железобетона. Чугунная тубинговая обделка была также запроектирована для крепления шахтных стволов диаметром 8,5 м. На трассе тоннеля в местах расположения шахтных стволов было предусмотрено устройство монтажных камер для сборки щитов, используемых в дальнейшем для размещения в них дренажных перекачек понизительных подстанций. На припортальных участках тоннеля на поверхности земли предусматривалось устройство тюфяков в виде сплошного железобетонного покрытия для защиты кровли тоннеля. В соответствии с проектом организации строительства проходческие работы должны были вестись одновременно с раскрытием 8 забоев (кроме открытых концевых участков). На рис. 3 показан въезд в недостроенный тоннель со стороны Мыса Лазарева.

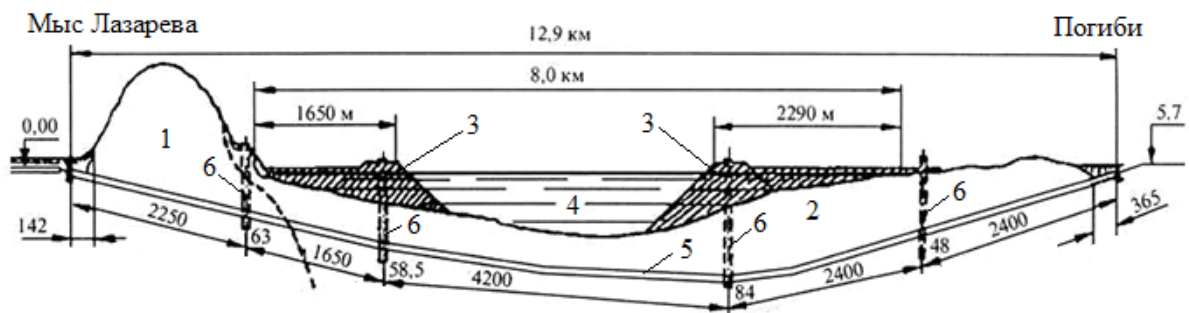


Рис. 2. Продольный разрез проектируемого тоннельного пересечения:
1 – скальный грунт; 2 – наносный песчаный грунт; 3 – дамба; 4 – пролив Невельского;
5 – тоннель; 6 – шахтный ствол



Рис. 3. Въезд в недостроенный тоннель со стороны Мыса Лазарева

Значительная оторванность острова Сахалин от основных промышленных баз страны, отсутствие регулярной связи с железнодорожными магистралями требовали создания самостоятельной приемочной и складской баз, освоения территории строительства, собственной производственной и жилищно-коммунальной инфраструктуры, обеспечения питьевой водой и др. Связь через пролив с

островом Сахалин (мыс Погиби) в летнее время была только водным путем, зимой – по льду пролива автотранспортом. Проектом предусматривалось строительство порта и основной производственной и складской базы на мысе Лазарева; на Погиби строилась вторая база.

При проектировании организации и производства тоннелепроходческих работ были разработаны различные технологические схемы в соответствии с конкретными инженерно-геологическими условиями на участках тоннеля. В материковой части, где залегают нарушенные скальные породы, предусмотрена проходка немеханизированным щитом с предварительным замораживанием грунтов. В скальных, сильно трещиноватых породах намечена проходка горным способом с применением буровзрывных работ.

В ненарушенных скальных породах принят горный способ работ со сборной железобетонной обделкой. Для проходки тоннеля в песчаных водоносных грунтах разрабатывалась конструкция герметического механизированного щита с пригрузочной камерой. В ненарушенных скальных породах принят горный способ работ со сборной железобетонной обделкой.

Участки тоннеля мелкого заложения планировалось строить открытым способом в котлованах с естественными откосами, с понижением уровня грунтовых вод на островном участке.

Шахтные стволы в проливе должны сооружаться на искусственных строительных площадках, соединенных с материком и островом дамбами для обеспечения постоянной связи (см. рис. 2). Проходка шахтных стволов и сооружение монтажных камер должно производиться с предварительным замораживанием грунтов.

Общие объемы основных работ по строительству тоннеля составили:
разработка грунта – 2,92 млн. м³;
монтаж тубинговых обделок – 242,3 тыс. т;

укладка бетона и ж.б. – 240 тыс. м³.

К началу 1953 г. общая численность строителей железной дороги по обоим берегам пролива составляла более 27 тыс. чел. Работы по строительству железной дороги и тоннеля были прекращены весной 1953 г. К этому времени на материке были построены 120 км железнодорожного полотна, отсыпаны дамбы, выполнены большие объемы подготовительных работ. На мысе Лазарева, откуда предполагалось прокладывать тоннель, в 1,6 км от берега был отсыпан искусственный остров диаметром 90 м и пройден шахтный ствол.

Перспектива строительства перехода

В течение почти полувека вопрос о возобновлении строительства Сахалинского тоннеля не поднимался. О необходимости соединения Сахалина с материком вновь заговорили в конце 90-х годов, а в 2013 г. Правительством было дано задание оценить возможность и целесообразность создания постоянной транспортной связи острова Сахалин с материком.

Была начата разработка проекта, в котором приняли участие коллективы ведущих специалистов Мосгипротранса, Метрогипротранса, Ленметропроекта, Тоннельной ассоциации, ЦНИИСа, МИИТа и МАДИ.

В 1983 г. был подготовлен «Технико-экономический доклад» о строительстве тоннельного перехода через Татарский пролив. Всего было рассмотрено пять вариантов транспортной связи.

1. Тоннель глубокого заложения диаметром 9,5 м с параллельным сервисным тоннелем диаметром 5,5 м; оба тоннеля сооружаются щитовым способом.
2. Тоннель глубокого заложения диаметром 11,4 м, сооружаемый щитовым способом.
3. Тоннель мелкого заложения, сооружаемый способом опускных секций.

4. Тоннельно-мостовой переход с подводным тоннелем в подрусловой части, сооружаемым щитовым способом.

5. Тоннель, сооружаемый способом опускных секций на береговых участках и щитовым способом в подрусловой части.

До настоящего времени к реализации проекта подводного тоннеля не приступили. Сейчас наряду с тоннельными вариантами рассматривается вариант мостового перехода.

По предварительным расчетам стоимость реализации проекта мостового перехода составит порядка 250 млрд. руб., а с учетом подходных дорог – 540 млрд. руб.

При выборе наиболее рационального варианта транспортного пересечения следует учитывать, что тоннельный переход имеет целый ряд преимуществ по сравнению с мостовым:

- не нарушает водный режим и условия судоходства в проливе как при строительстве, так и при эксплуатации;
- движение поездов в тоннеле осуществляется в защищенном пространстве и не зависит от неблагоприятных климатических факторов;
- подводный тоннель обладает большей сейсмостойкостью, чем мост;
- тоннель является более защищенным сооружением, чем мост с точки зрения техногенных и природных воздействий, а также возможных террористических актов.

Современный мировой опыт строительства крупнейших подводных тоннелей под проливами Ла-Манш, Эресунд, Цугару, Босфор и др. свидетельствует о целесообразности строительства подводного тоннеля под Татарским проливом.

Список литературы

1. Маковский, Л.В. Подводное тоннелестроение / Л.В. Маковский. - М.: Транспорт, 1983. – 182 с.
2. О строительстве тоннеля на остров Сахалин // Наука и жизнь. - 1996. - №3. - С. 74-79.
3. Опыт и перспективы строительства подводных тоннелей в России // Метро. - 1996. - №1. - С. 5-13.
4. Маковский, Л.В. Подводные транспортные тоннели из опускных секций / Л.В. Маковский, В.В. Кравченко. – М.: КноРус, 2017. - 160 с.
5. Маковский, Л.В. Опыт строительства крупнейших подводных тоннелей / Л.В. Маковский, В.Е. Меркин, В.М. Мостоков // Подземное пространство мира. - 1999. - №5. - с. 11-16.
6. URL: <https://undergroundexpert.info/opyt-podzemnogo-stroitelstva/stroyashhiesya-obekty/tonnel-sakhalin/>
7. URL: <https://fb.ru/article/335201/tonnel-na-sakhalin-istoriya-sekretnogo-stroitelstva>

References

1. Makovskij V.L. *Podvodnoe tonnelestroenie* (Underwater Tunneling), Moscow, Transport, 1983, 182 p.
2. *Nauka i zhizn*, 1996, no. 3, pp. 74-79.
3. *Metro*, 1996, no. 1, pp. 5-13.
4. Makovskij L.V., Kravchenko V.V. *Podvodnye transportnye tonneli iz opusknyh sekcij* (Underwater transport tunnels from the lower sections), Moscow, KnoRus, 2017, 160 p.
5. Makovskij L.V., Merkin V.E., Mostokov V.M. *Podzemnoe prostranstvo mira*, 1999, no. 5, pp. 11-16.
6. URL: <https://undergroundexpert.info/opyt-podzemnogo-stroitelstva/stroyashhiesya-obekty/tonnel-sakhalin/>
7. URL: <https://fb.ru/article/335201/tonnel-na-sakhalin-istoriya-sekretnogo-stroitelstva>

Рецензент: В.И. Попов, канд. техн.наук, проф., МАДИ.