

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАНЦИИ «СОСНОВАЯ ПОЛЯНА» ПОД КАНАЛИЗАЦИОННЫМ КОЛЛЕКТОРОМ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

DESIGN OF THE STATION «SOSNOVAYA POLYANA» UNDER THE CITY SEWER COLLECTOR IN ST. PETERSBURG

И. Я. Дорман, д. т. н., В. Р. Власюк, Д. Н. Слизов, Д. А. Павловский, АО «Метротранс»

I. Ya. Dorman, Dr. Sci. (Engineering), V. R. Vlasyuk, D. N. Slizov, D. A. Pavlovskiy, JSC «Metrotans»

Проектируемая станция метрополитена «Сосновая поляна» в Санкт-Петербурге расположена практически соосно под действующим канализационным коллектором диаметром 3,9 м. В связи с этим, в проектной документации и последующем строительстве станции необходимо предусмотреть технологические мероприятия при проходке для обеспечения минимальной осадки канализационного коллектора и его безаварийной работы, основанные на рекомендациях, некоторые из которых излагаются в статье.

The planned metro station «Sosnovaya Polyana» in St. Petersburg is located almost coaxially under the existing sewer collector with a diameter of 3.9 m. In this regard, in the design documentation and subsequent construction, it is necessary to provide technological measures to ensure minimum sedimentation for trouble-free operation, the main recommendations of which are set out in the article.

В Санкт-Петербурге предусмотрено развитие Красносельско-Калининской линии метрополитена от существующей станции «Кировский завод» и строящегося участка за ней станции «Казаковская» («Юго-Западная») до проектируемой конечной станции «Сосновая Поляна».

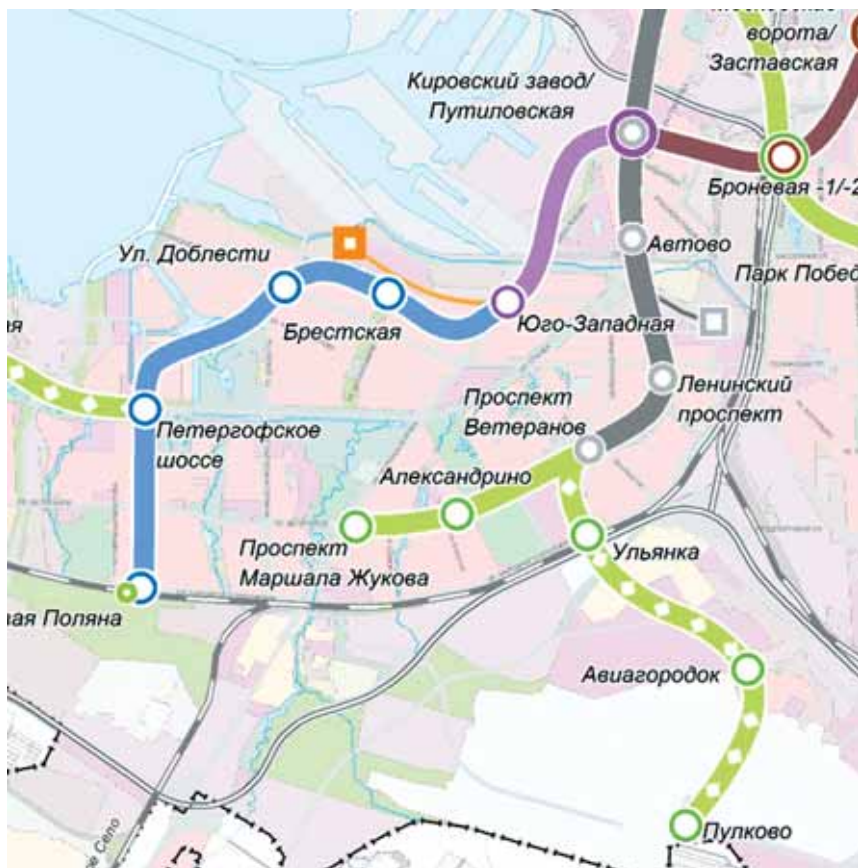


Рис. 1. Проектируемый участок Красносельско-Калининской линии метрополитена

На всем протяжении этого участка предусмотрено строительство четырех станций: «Брестская», «Улица Доблести», «Петергофское шоссе», «Сосновая Поляна» (рис. 1).

Район размещения ст. «Брестская» – пересечение Брестского бульвара и ул. Маршала Казакова.

Один вестибюль станции «Улица Доблести» расположен в районе пересечения Ленинского пр. и ул. Доблести. Второй, перспективный вестибюль станции расположен ближе к пересечению ул. Доблести с ул. Маршала Захарова.

Один вестибюль станции «Петергофское шоссе» расположен в зеленой зоне между основной проезжей частью Петергофского шоссе и местным проездом, проходящим вдоль линии застройки района «Балтийская жемчужина» вблизи пересечения Петергофского шоссе с ул. Адмирала Трибуца. Другой вестибюль станции «Петергофское шоссе» расположен в районе пересечения ул. Пограничника Гарькавого с ул. Чекистов.

Конечная станция «Сосновая Поляна» и южный подземный вестибюль расположены в районе пересечения ул. Пограничника Гарькавого и пр. Народно-Ополчения.

Перспективный северный вестибюль станции «Сосновая Поляна» расположен вдоль линии застройки на ул. Пограничника Гарькавого (рис. 2).

Станция сооружается на глубине более 45 м в глинах твердых, мощность которых над сводом составляет более 20 м. Параллельно платформенной части станции также вдоль улицы Пограничника Гарькавого на глубине 15 м размещен городской канализационный коллектор в тоннеле диаметром 4,9 м (на рис. 2 обозначен красным цветом).

Взаиморасположение в профиле станции, вестибюля и канализационного коллектора показано на рис. 3.

Показатели физико-механических свойств грунтов получены по результатам исследований,



Рис. 2. План размещения вдоль ул. Пограничника Гарькавого станции и вестибюлей «Сосновая Поляна» (красным цветом обозначена трасса канализационного коллектора)

проведенных в грунтово-химической лаборатории АО «Метрогипротранс», согласно действующим ГОСТам, по результатам полевых исследований грунтов, нормативных документов и архивных материалов.

В геологическом строении участка предполагаемого строительства принимают участие отложения четвертичной системы: современные техногенные образования (tQIV), озерно-морские отложения (mlQIV), позднеледниковые отложения (lgQIIIvd), а также коренные породы вендских отложений (Vkt2).

В ходе проведения изысканий были вскрыты два водоносных горизонта:

- четвертичный водоносный горизонт. На данном участке он вскрыт на глубине 2,0 м, приурочен к песчаным отложениям. Горизонт безнапорный;
- вендский водоносный горизонт. Горизонт имеет напорный характер, не выдержан, приурочен к прослоям песчаников в вендских глинах; на данном участке вскрыт на глубинах 14,0 м; 20,9 м; 29,0 м. Максимальная величина напора достигает 26,0 м.

Следует отметить, что в периоды гидрогеологических максимумов (периоды выпадения обильных осадков, период снеготаяния, утечки из водонесущих коммуникаций) возможно образование локальных водоносных горизонтов в необводненных на момент инженерно-геологических изысканий грунтах.

По степени сложности инженерно-геологические условия территории предполагаемого строительства характеризуются как

сложные – III категории (СП47.13330.2016, приложение Г). Геотехническая категория – 3 (СП 22.13330.2016, п. 4.6).

Физико-механические характеристики грунтов показаны в таблице.

В строительстве станционного комплекса «Сосновая Поляна» входит сооружение закрытым способом платформенного участка, пристанционных сооружений – санузла, блока технологических помещений (БТП), тягово-понижительной подстан-

ции (ТПП), строительство двух наклонных ходов и двух вестибюлей.

Станция расположена на прямом участке трассы с вертикальным уклоном $i = 0,003$. Междупутье составляет 25,0 м, длина пассажирской платформы 163 м.

Станция сооружается из сборных железобетонных тубингов, применяемых при строительстве метрополитена в Санкт-Петербурге. Конструкция станции – пилонного типа, в которой проемные участки

Рис. 3. Взаиморасположение в профиле станции, вестибюля и канализационного коллектора



Генезис и возраст грунтов	Наименование грунта	Номер ИГЭ	Нормативные значения				
			Влажность природная, W_e , дол.ед.	Коеф-т пористости ¹ , e , дол.ед.	Плотность грунта природного сложения, ρ , г/с м ³	Показатель текучести I , Дол. ед.	Угол вн. трения, град
1	2	3	4	5	6	7	8
tiv	Насыпные грунты: песок средней крупности со строительным мусором до 20%	1 НС	0,250	0,250	–	1,75	–
Iglllvd	Суглинок легкий пылеватый, мягкопластичной консистенции	6/11	0,270	0,270	1,97	0,59	14
gilllz vd	Суглинок серый, с галькой, гравием и щебнем до 10 %, мягкопластичной консистенции	7/9	0,220	0,620	2,04	0,59	18
Vkt2	Глина легкая, твердая, с прослоями песчаника водоносного	14/1	0,200	0,560	1,99	-0,10	15
Vkt2	Глина твердая, с прослоями песчаника водоносного	14/2	0,140	0,560	2,00	-0,42	18
	Песчаник средней прочности, прослоями малопрочный, водоносный	14/5	–	–	–	–	–

Примечания: 1. Нормативные значения для песчаных грунтов и для глинистых грунтов – приводятся в соответствии с СП 22.13330.2016

2. Расчетные значения характеристик определены в соответствии с требованиями п. 5.3.208 СП 22.13330.2016

3. Группа грунтов по трудности бурения в соответствии с ФБР 81-02-04-2001 прил. 4.1 дана для роторного бурения

4. Группа грунтов по 81-02-29-2020 дана для закрытого и открытого способа работ

5. Значение E_0 со знаком приведено по данным статического зондирования

6. Расчетное сопротивление R принято по рекомендациям СП 22.13330.2016

шириной 3,04 м чередуются с пилонами шириной 11,40 м.

Средний станционный тоннель запроектирован в сборной железобетонной оболочке кругового очертания $D_n = 9,8$ м из бето-

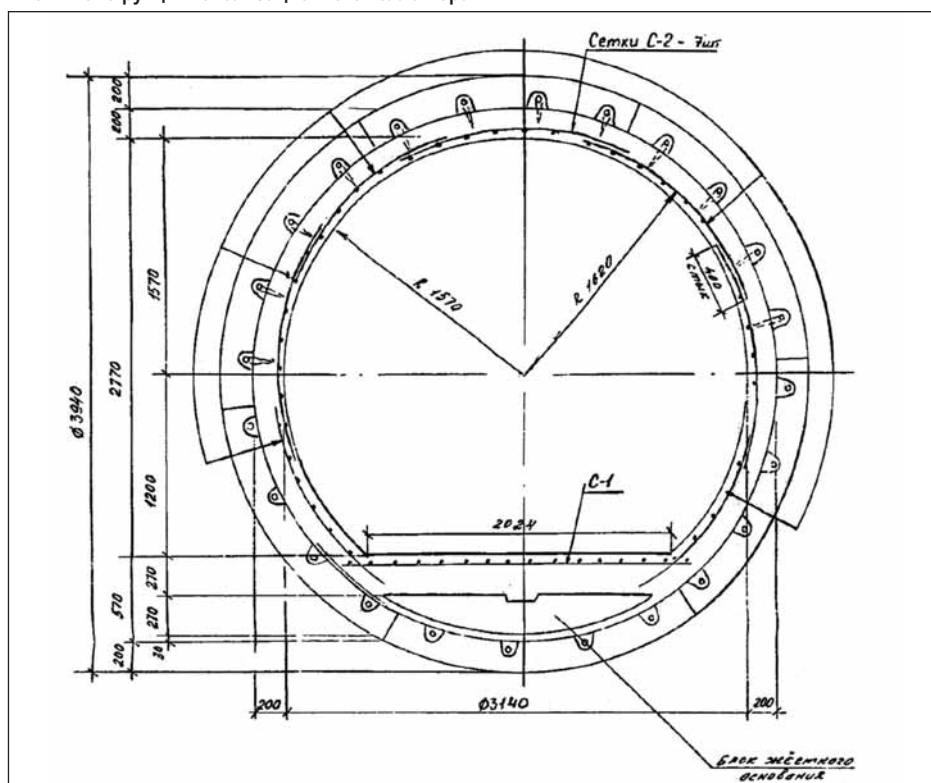
на класса B45 W6 F100, боковые тоннели – из железобетонных тюбингов оболочки $D_n = 8,5$ м из бетона класса B45 W6 F100 и плоских лотковых блоков из железобетона класса B30÷B45 W6 F100. В местах проемов

при сборке колец устанавливаются стальные литые тюбинги. При раскрытии проемов возводятся монолитные железобетонные пилястры из бетона класса B25 W6 F100 с двух сторон от проема, на них устанавливаются сварные балки заводского изготовления из низколегированной спокойной стали 09Г2С. Балки фиксируются в проектном положении посредством приварки к закладным деталям, устанавливаемым в пилоннах и между кольцами оболочки. Зазоры между стальными балками и тюбингами оболочки забиваются металлобетоном. Внутренние полости литых тюбингов и балок заполняются цементно-песчаным раствором M100. Между средним и боковыми тоннелями возводятся монолитные железобетонные ходки из бетона класса B25 W6 F100.

В подплатформенных помещениях среднего зала станции располагаются служебные помещения. Под боковыми платформами предусмотрены кабельные колодези, имеющие кабельные шахты в торцах платформы для вывода коммуникаций в перегонные тоннели. Участки боковых станционных тоннелей за пределами пассажирской платформы предназначены для размещения технологического оборудования и коммуникаций. Кроме того, в торцах боковых станционных тоннелей предусмотрены помещения укрытия МГН.

Внутренние конструкции платформенного участка станции возводятся из монолитного железобетона класса B25 F100.

Рис. 4. Конструкция канализационного коллектора



Таблица

		Расчетные значения						Модуль де- формации, Е0, МПа
Сцепление, с, МПа	Плотность су- хого грунта, ρ, г/см³	По несущей способности			По деформации			
		Плотность грунта природного сложе- ния, ρ I, г/см³	Угол вн. трения, град.	Сцепление, с I, МПа	Плотность грунта природного сложе- ния, ρ II, г/см³	Угол вн. тре- ния II, град.	Сцепление, с II, МПа	
9	10	11	12	13	14	15	16	17
–	1,40	1,70	23	0,010	R =144кПа			–
0,015	1,55	1,97	14	0,015	1,97	14	0,015	6,5*
0,018	1,67	2,04	17	0,018	2,04	18	0,018	9*
0,040	1,66	1,91	13	0,027	1,94	15	0,04	60
0,056	1,74	1,93	16	0,051	1,96	17	0,053	90
–	–	2,16	–	–	–	–	–	–

Плита платформы принята толщиной 150 мм и опирается на продольные стены толщиной 150–200 мм и на опоры из монолитного железобетона, выполненные в железобетонных тубингах обделки. Предусматривается металлоизоляция в перекрытиях над щитовыми, помещениями СЦБ и связи.

Помещения санузла и БТП расположены в трех уровнях. В уровне платформы и в верхнем уровне размещены служебные и технологические помещения, в нижнем уровне – кабельный коллектор, а также насосная станция и фекальный бак санузлов. В помещениях верхнего уровня запроектированы стальные водозащитные зонты.

Внутренние конструкции санузла и БТП возводятся из монолитного железобетона класса В25 F100. Междуетажные перекрытия запроектированы как балочные плиты толщиной 150 мм с балками 300×400 (h) и опираются в середине на квадратные колонны сечением 300×300 мм, а по краям – на опоры из монолитного железобетона, выполненные в железобетонных тубингах обделки. Стены лестничных клеток приняты толщиной 200–250 мм, лестничные марши и площадки запроектированы из монолитного железобетона.

В конце санузла к верхнему уровню примыкает ходок к прикамерку сантехнической скважины, запроектированный из монолитного железобетона класса В20 W6 F100. В прикамерке возводится монолитный железобетонный упор для затвора. Внутренняя поверхность прикамерки до упора затвора и упор затвора со стороны скважины покрываются гидроизоляционным составом «Idrosilex Pronto» фирмы «МАРЕИ».

Наклонные ходы для тоннельных эскалаторов, соединяющие платформенный участок и вестибюли, запроектированы в обделке кругового очертания из чугунных тубингов.

В наклонных ходах монтируются сборные железобетонные плиты, опирающиеся на монолитные железобетонные опоры, выполненные в чугунных тубингах обделки. На сборных плитах возводятся монолитные железобетонные опоры под фермы эскалаторов. Под плитами в нижней части наклонных ходов предусмотрены технологические коллекторы. Между фермами эскалаторов и сбоку, вдоль обделки, предусмотрены проходы в подбалюстрадном пространстве. В проходах, а также в технологическом коллекторе устраиваются лестницы.

Тягово-понижительная подстанция запроектирована в междупутье за торцом санузла в сборной железобетонной обделке Дн = 8,5 м из бетона класса В45 W6 F100.

Внутренние конструкции ТПП возводятся из монолитного железобетона класса В25 F100. Междуетажные перекрытия запроектированы как балочные плиты толщиной 150 мм с балками от 300×300 (h) до 400×400 (h) мм и опираются на квадратные колонны сечением 300×300 мм или на стены толщиной 200 мм, а по краям – на опоры из монолитного железобетона, выполненные в железобетонных тубингах обделки.

Вестибюли представляют собой трехпролетную рамную конструкцию с фундаментом в виде плиты на естественном основании.

Котлованы под вестибюли расположены в глинах твердых и полутвердых на глуби-

не 8 м от поверхности в вестибюле № 1 и на глубине 12 м от поверхности в вестибюле № 2. Так как водоупор (глины твердые и полутвердые) встречается выше дна котлованов, заглубление ограждающих конструкций ниже дна котлована не будет превышать 5–6 м.

Грунтовое основание под подошвой фундаментной плиты вестибюлей – глины твердые и полутвердые, связные, мало сжимаемые.

Документация по планировке территории и размещению ст. «Сосновая Поляна» вдоль ул. Пограничника Гарькавого была согласована с Исполнительными органами государственной власти (ИОГВ) Санкт-Петербурга: Комитетом по вопросам законности, правопорядка и безопасности (КВЗПБ); Комитетом по государственному контролю, использованию и охране памятников истории и культуры (КГИОП); Комитетом по развитию транспортной инфраструктуры Санкт-Петербурга (КРТИ); Комитетом по транспорту (КТ); Комитетом по благоустройству Санкт-Петербурга (КБ) и передана на согласование в Комитет по энергетике и инженерному обеспечению (КЭИО).

В заключении КЭИО на основании мнения подведомственного ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» был представлен отказ в согласовании с мотивировкой возможного негативного воздействия строительства станции на канализационный коллектор, размещенный, как указано выше, также вдоль ул. Пограничника Гарькавого на глубине 14–15 м от поверхности.

Коллектор, сооруженный в 1984 г. (рис. 4), выполнен из железобетонной круговой об-

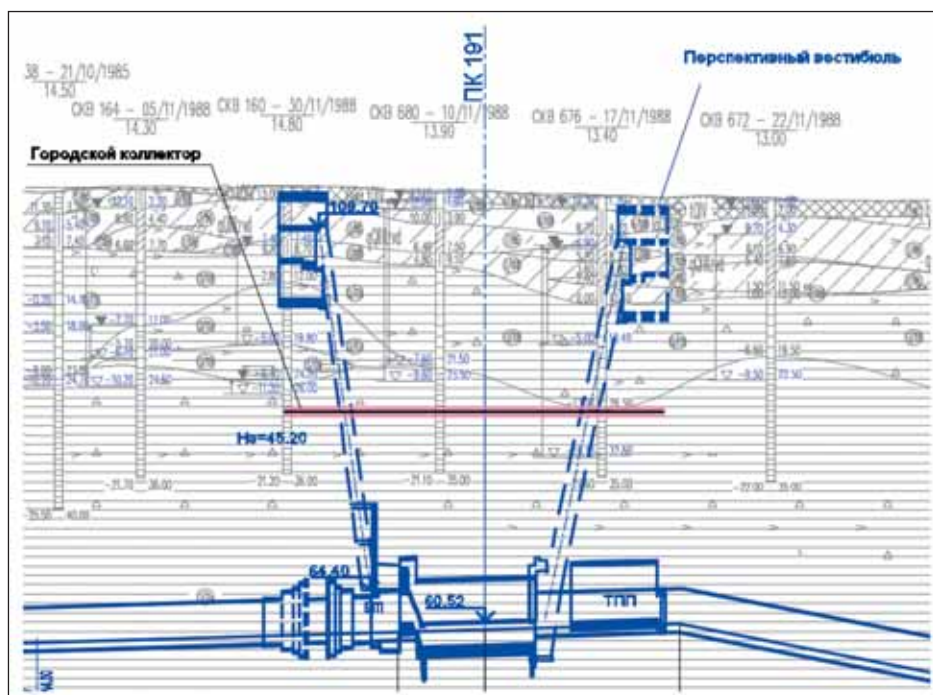


Рис. 5. Взаиморасположение в профиле канализационного коллектора и станции

делки диаметром 3,9 м, толщиной блоков 40 см, имеет внутреннюю железобетонную рубашку толщиной 20 см и лоток из блоков жесткого основания.

В заключении КЭИО отмечалось, что строительство станции метрополитена непосредственно под коллектором в плане (рис. 5), хотя и на большей глубине, может привести к просадке канализационного коллектора. Были прописаны требования, что для возможности согласования посадки станции необходимо получить заключение ГУП «Ленгипроинжпроект» – автора проекта канализационного коллектора, а также представить расчеты о влиянии при строительстве станции метрополитена на тоннельный канализационный коллектор.

ГУП «Ленгипроинжпроект» рассмотрел представленные АО «Метрогипротранс» материалы, в том числе оценку напряженно-деформированного состояния канализационного коллектора при строительстве станции (см. статью А. А. Стародумова и др. в настоящем номере журнала «Влияние строительства станционного комплекса «Сосновая Поляна» в Санкт-Петербурге на канализационный коллектор») и представил положительное заключение.

В положительном заключении ГУП «Ленгипроинжпроект» отмечено, что «сооружение станции закрытым способом на глубинах 45–48 м в грунтах плотных кембрийских глин позволит обеспечить устойчивое сводообразование над шельгой конструкции станции, исключая при этом какие-либо осадки толщи грунта. Соответственно деформаций тоннельного канализационного коллектора, расположенного над конструкцией станции на расстоянии 18–20 м, не ожидается».

Первоначально предполагалось размещение вестибюля по оси станции (над канали-

зационным коллектором) на фундаментной плите, перераспределяющей нагрузку на грунт основания (глины твердые и полутвердые, связанные и малосжимаемые).

Тем не менее, АО «Метрогипротранс» по просьбе ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» изменило плановое размещение южного вестибюля над осью канализационного коллектора, в том числе в откорректированной документации ствол наклонного тоннеля отнесен на максимально возможное в существующих градостроительных условиях поверхности (наличие жилого дома на поверхности) расстояние 20 м в плане (см. рис. 3).

В КЭИО также было представлено заключение ФАУ «Главгосэкспертиза России» о том, что строительство станционных сооружений (платформенный участок, БТП, СТП) будет вестись закрытым способом в устойчивых глинах нижнекембрийских отложений, с применением технологии проходки участков станционных «пилот-тоннелей» современными тоннелепроходческими механизированными комплексами.

Данная технология сооружения станции позволяет максимально исключить негативное воздействие на деформированное состояние грунтового массива, вмещающего коллектор, и, соответственно, обеспечить сохранность его конструкций на период строительства станционных сооружений метрополитена.

Рекомендации и замечания КЭИО и ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга», а также мнения других участников совещаний по данному вопросу в КРТИ, были приняты АО «Метрогипротранс» во внимание, и в проектной документации прописаны дополнительные мероприятия для обеспечения безосадочной проходки станционных

тоннелей «Сосновая Поляна» под эксплуатируемым канализационным коллектором, а именно:

- организация горно-экологического мониторинга в процессе строительства, в первую очередь организация контроля глубинных деформаций массива на время производства работ;
- обеспечение давления пригруза в процессе проходки на уровне не ниже рекомендуемых в проекте значений для максимального сохранения естественного состояния массива;
- осуществление нагнетания бентонитового раствора в защитное пространство головной части ТПМК через порты вырыска, расположенные в сводовой передней части щита для компенсации возможного грунтового перебора, который образуется при разработке породы между корпусом головной и средней частями щита и сводом выработки;
- ведение щитовой проходки равномерно с заданными скоростями, без остановок с целью снижения деформаций и осадок поверхности. При остановке щитового комплекса по каким-либо причинам, должна быть прекращена разработка и отбор грунта для предотвращения переборов;
- осуществление контроля качества сборки обделки в зоне монтажа и после ее схода с оболочки щита, а также исключение образования трещин в блоках в процессе монтажа обделки и при передвижке;
- обеспечение точного ведения щита по трассе с минимальными отклонениями от проектных отметок в процессе проходки, т. е. корректировка положения (возвращения щита на проектную трассу), как правило, приводит к возникновению переборов грунта;
- выполнение горнопроходческих работ по скользящему графику (без выходных), избегая остановок щита.

В настоящее время откорректированная документация повторно согласована Комитетом по вопросам законности, правопорядка и безопасности (КВЗПБ), Комитетом по государственному контролю, использованию и охране памятников истории и культуры (КГИОП), Комитетом по развитию транспортной инфраструктуры Санкт-Петербурга (КРТИ), Комитетом по транспорту (КТ); Комитетом по благоустройству Санкт-Петербурга (КБ).

Ключевые слова

Станция метрополитена, канализационный коллектор, деформации.

Subway station, sewer collector, deformations.

Для связи с авторами

Дорман Игорь Яковлевич
dorman@metrogiprotrans.com
Власюк Владимир Романович
vlasukv@metrogiprotrans.com
Слизов Денис Николаевич
d.slizov@gmail.com
Павловский Дмитрий Александрович
PavlovskiyD@metrogiprotrans.com

