МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА
ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

РУКОВОДСТВО
ПО СООРУЖЕНИЮ ПЕРЕГОННЫХ ТОННЕЛЕЙ МЕТРОПОЛИТЕНА
(В РАЗВИТИЕ ГЛАВЫ СНИП III-44—77 «ТОННЕЛИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЕ, АВТОДОРОЖНЫЕ И ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ. МЕТРОПОЛИТЕНЫ. ПРАВИЛА ПРОИЗВОДСТВА И ПРИЕМКИ РАБОТ»)

(ТМ Х-2-79/4)

МОСКВА 1983

горький

УДК 624.19.03.002.2(083.74)

Руководство по производству и приемке работ при сооружении перегонных тоннелей метрополитенов.

Разработано ЦНИИСом Минтрансстроя при участии Метрогипротранса, ВПТИтрансстроя и СКТБ Главтоннельметростроя Минтрансстроя СССР.

Содержатся рекомендации по технологии производства работ при сооружении перегонных тоннелей метрополитенов в развитие СНиП III-44—77.

Предназначено для строительно-монтажных и проектных организаций, связанных с сооружением и проектированием тоннелей метрополитенов.

Рекомендовано к изданию научно-техническим советом Минтрансстроя (секция тоннелей и метрополитенов).

Руководство основывается на действующих нормативных и инструктивных материалах по вопросам тоннелестроения.

При составлении Руководства использованы научные разработки и труды ЦНИИСа, работы ВПТИтрансстроя, Метрогипротранса и СКТБ Главтоннельметростроя, а также передовой опыт строительных организаций Главтоннельметростроя.

Редактор А. Н. КАШКО

© Всесоюзный проектно-технологический институт транспортного строительства «ВПТИТРАНССТРОЙ», 1983

ПРЕДИСЛОВИЕ

Строительство метрополитенов в Советском Союзе развивается все в больших объемах. Новые линии сооружаются в Москве, Ленинграде, Киеве, Баку, Тбилиси, Харькове, Ташкенте, Ереване. Строятся метрополитены в Минске, Горьком, Куйбышеве, Новосибирске, Свердловске, Днепропетровске, ведется проектирование в городах Риге, Алма-Ате, Ростове-на-Дону, Перми, Омске, Челябинске.

Основные пути дальнейшего развития строительства тоннелей метрополитенов направлены на решение вопросов по значительному снижению трудовых затрат, особенно ручного труда, а также снижению стоимости при общем повышении качества строительства за счет высокого уровня механизации работ, снижения металлоемкости, повышения скоростей проходки и внедрения более прогрессивных тоннельных конструкций.

За последние годы, например, при сооружении перегонных тоннелей на Ленинградском метрострое механизированными щитами типа КТ-1-5,6 с обделкой, обжатой в грунт, достигнута рекордная скорость 876 м тоннеля в месяц; средние месячные скорости проходки механизированными щитами на отдельных участках строительства составляли 200—250 м в месяц. Трудовые затраты при этом были снижены в 2,5—3 раза.

При сооружении перегонных тоннелей открытым способом с цельносекционной обделкой трудоемкость работ также была снижена более чем в 2 раза. Этот тип обделки находит все большее распространение в Москве, Харькове, Ташкенте, Киеве.

Успешно и широко внедряется новый вид гидроизоляционного материала—гидростеклоизол. Внедряется на ряде строек Горького, Минска, Москвы монолитно-прессованная бетонная обделка, позволяющая снизить металлоемкость конструкций и уменьшить осадки поверхности при щитовой проходке.

Значительно расширяется применение специальных способов при проходке перегонных тоннелей по новым усовершенствованным схемам, например в Москве при замораживании грунтов, а также в сочетании замораживания с водопониже-

нием, исключив на ряде участков применение кессонного способа.

На ближайшие годы в XI и XII пятилетках намечено дальнейшее широкое внедрение механизированных щитовых комплексов как за счет освоенных, так и путем создания новых высокопроизводительных агрегатов. Предусматривается также дальнейшее развитие новых прогрессивных тоннельных обделок, разработка новых видов гидроизоляции, облегчение чугунных обделок и т. п.

В связи с введением в действие новой главы СНиП III-44-77 «Тоннели железнодорожные, автодорожные и гидротехнические. Метрополитены. Правила производства и приемки работ» в ее развитие предусмотрена разработка отдельных руководств по строительству транспортных тоннелей по их видам: перегонных тоннелей метрополитена; станций метрополитена; горных тоннелей (железнодорожных и автодорожных); а также по работам: по монтажу технологического оборудования метрополитена; устройству пути и контактного рельса; временных сооружений на поверхности и подземных выработок для строительства тоннелей (шахтные стволы, околоствольные выработки и т. п.).

Настоящее «Руководство по сооружению перегонных тоннелей метрополитенов» дает рекомендации по производству работ при строительстве перегонных тоннелей, являющихся основными тоннельными сооружениями метрополитена как по протяженности, так и по объему капиталовложений на строящихся линиях. В Руководстве приводятся дополнительные требования, соблюдение которых необходимо при производстве и приемке работ, связанных с проходкой и сооружением обделок перегонных тоннелей.

Руководство разработано на основе выполненных за последние годы исследований, проектных разработок и современного отечественного опыта применения прогрессивной технологии и новых средств механизации строительно-монтажных работ в области строительства метрополитенов.

В Руководство включен текст пунктов главы СНиП III-44—77, относящихся к вопросам сооружения перегонных тоннелей.

При нумерации пунктов в скобках указаны соответствующие им номера пунктов этой главы.

Руководство предназначено для инженерно-технических работников, занимающихся проектированием, сооружением и приемкой работ при строительстве перегонных тоннелей метрополитенов.

Руководство разработано Всесоюзным научно-исследовательским институтом транспортного строительства Минтрансстроя СССР (ЦНИИС) с участием институтов Метрогипротранс, ВПТИтрансстрой и Специального конструкторско-технологического бюро Главтоннельметростроя (СКТБ).

Руководство составлено канд. техн. наук В. В. Якобсом (руководитель работы ЦНИИС). В составлении Руководства принимали участие: д-р техн. наук В. Л. Маковский (ЦНИИС), инженеры: Н. С. Гаврилов (Метрогипротранс), В. В. Котов (Метрогипротранс), Д. Л. Штерн (ВПТИтрансстрой), канд. техн. наук В. Г. Голубов (СКТБ), инженеры: Л. И. Савельев (СКТБ) и Г. Б. Медведева (ЦНИИС).

Дополнительно в составлении Руководства принимали участие: канд. техн. наук С. Н. Власов (ГТМ), канд. техн. наук И. М. Якобсон (Мосметрострой), инженер П. А. Васюков (Мосметрострой).

Замечания и предложения просьба направлять по адресу: 129329, Москва, Игарский проезд 2, Всесоюзный научно-исследовательский институт транспортного строительства (ЦНИИС).

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. (1.1.). Правила настоящей главы должны соблюдаться при производстве и приемке работ по строительству тоннелей метрополитенов. Правила распространяются на работы по проходке тоннелей и возведению обделок.

1.2. (1.3.). При строительстве тоннелей метрополитенов должны также соблюдаться правила и нормы безопасного ведения работ в соответствии с «Правилами техники безопасности и производственной санитарии при строительстве метрополитенов и тоннелей», утвержденные Минтрансстроем (М., «Оргтрансстрой», 1975).

1.3. (1.4.). В состав проекта организации строительства тоннелей кроме данных, указанных в «Инструкции по разработке проектов организации строительства и проектов производства работ для строительства линейных объектов транспорта и связи и для подземных горных выработок при строительстве шахт и карьеров», включаются также:

расположение на общей схеме линий и сооружений метрополитена с ситуационным планом местности участков подземных и открытых работ, строительных площадок и мест отвалов грунта;

расстановка применяемых механизмов по участкам, сроки эксплуатации и режим их работы для каждого вида специальных способов работ (стабилизация и искусственное закрепление грунтов, понижение уровня грунтовых вод, проходка под сжатым воздухом, способом «стена в грунте» и др.), объемы выполнения этих работ в увязке с графиком производства тоннельных работ;

согласованные с эксплуатирующими организациями проектные решения инженерных мероприятий по обеспечению сохранности наземных и подземных зданий и сооружений, пересечению автомобильных и железных дорог;

пояснительная записка с обоснованием принятых способов и скоростей проходки подземных выработок, применения специальных способов работ.

1.4. В состав проекта организации строительства перегонных тоннелей включаются также подробный геологический

разрез на трассе по оси каждого тоннеля с характеристиками грунтов и грунтовых вод от поверхности до уровня ниже лотка тоннеля не менее чем на 5 м в соответствии с требованиями «Инструкции по инженерно-геологическим изысканиям».

1.5. Подготовительные работы для сооружения перегонных тоннелей и сопутствующие им другие работы выполняются по комплексному сетевому графику производства работ с соблюдением необходимой технологической последовательности.

Работы по сооружению перегонных тоннелей без проектов производства работ не допускаются.

1.6. Проекты организации и производства работ по сооружению перегонных тоннелей разрабатываются в соответствии с указанной в п. 1.3. Инструкцией, на основании технического проекта линии метрополитена, рабочих чертежей объектов, сводной и объектных смет и проектной документации по организации строительства.

1.7. Сооружение перегонных тоннелей можно осуществлять закрытым или открытым способами.

Закрытый способ работ при глубоком заложении применяется в районах города с плотной многоэтажной застройкой и развитой сетью подземных коммуникаций с обеспечением сохранности поверхностных сооружений и городских подземных коммуникаций.

Закрытый способ работ при мелком заложении тоннелей, на глубине от шелыги свода, как правило, не менее 5 м от поверхности, целесообразно применять при отсутствии застройки поверхности или при наличии незначительной застройки многоэтажными зданиями, а также в целях исключения вскрытия поверхности на благоустроенных незаселенных территориях городских населенных пунктов.

Открытый способ сооружения тоннелей применяется, в основном, на незастроенных участках трассы.

При мелком заложении тоннелей выбор между открытым и закрытым способами работ решается на основании технико-экономического сравнения с учетом глубины заложения тоннеля, инженерно-геологических условий и характера застройки на трассе тоннеля.

1.8. Проходка перегонных тоннелей закрытым способом может осуществляться: обычными немеханизированными щитами, механизированными щитами, а также без щитов с разработкой забоя на полный профиль, со специально оснащенными укладчиками тоннельной обделки, а также при преодолении зон неустойчивых и водоносных грунтов, с применением специальных способов работ в сочетании с проходкой щитами.

Сооружение тоннелей открытым способом может осуществляться в котлованах или траншеях, разрабатываемых механизированными средствами с последующим возведением обделки.

1.9. Способ проходки перегонного тоннеля устанавливается техническим проектом в зависимости от инженерно-геологических условий, глубины заложения, протяженности тоннеля и местных условий строительства (характера застройки, наземных сооружений, этажности зданий, их состояния, заселенности района трассы и т. п.), а также особых условий (сейсмичности, газовыделения и т. п.). При выборе способа разработки грунтов в тоннельном забое учитывается трудность их разработки в зависимости от коэффициента крепости по М. М. Протодьяконову (прил. 1).

1.10. Необходимость при проходке перегонных тоннелей применения специальных способов работ (замораживание грунтов, водопонижение и т. д.) устанавливается техническим проектом линии метрополитена, а организация работ—проектом организации строительства.

1.11. Производство работ по сооружению перегонных тоннелей состоит из следующих технологических процессов:

при закрытом способе работ: разработка грунта, временное крепление, сооружение сборной обделки (или монолитно-прессованной бетонной обделки), первичное нагнетание за обделку, гидроизоляция швов и отверстий в сборной обделке с контрольным нагнетанием;

при открытом способе: забивка свай; разработка грунта в открытых выемках с откосами или с крепью; крепление стен котлована временной крепью (или щитом открытого способа); гидроизоляция лотковой части тоннеля; сооружение обделки с последовательной гидроизоляцией стен и перекрытия и устройством ее защиты; обратная засыпка возведенных конструкций, извлечение временной крепи.

1.12. Строительные работы по сооружению тоннелей по ведущим и вспомогательным процессам обеспечиваются современными механизмами, оборудованием и транспортными средствами в соответствии с проектом и графиком производства работ.

При сооружении тоннелей предусматривается использование для производства тоннельных работ в основном серийного современного отечественного оборудования:

на проходке перегонных тоннелей закрытым способом—обычных (немеханизированных) и механизированных про-

ходческих щитов, а также высокопроизводительных бурильных машин и бурового инструмента для буровзрывных работ;

при сооружении тоннелей открытым способом—щитов открытого способа, экскаваторов, бульдозеров, сваебойных механизмов;

при сооружении сборных обделок тоннелей—укладчиков тоннельной обделки, механизированных комплексов, а также механизированного инструмента для монтажа;

при сооружении монолитных бетонных обделок—бетоноотасосов, пневмобетоноукладчиков, передвижных механизированных опалубок с перестановщиками, механизированных комплексов для обделок из монолитно-прессованного бетона.

Использование механизмов и оборудования базируется не менее чем на двухсменном режиме работы.

1.13. С целью организации комплексного выполнения работ по сооружению перегонных тоннелей предусматривается соблюдение следующих положений:

выполнение работ осуществлять поточными методами, выделяя ведущий поток, в составе объекта—проходку (или разработку грунта при открытом способе);

все операции по ведущим процессам и большая часть по вспомогательным выполняются машинами и механизмами;

используемые машины и механизмы работают в принятом в проекте режиме, в увязке по основным параметрам и расположению в механизированной цепи, обеспечивая непрерывность и равномерность производственного процесса.

1.14. (1.11.). Сооружение тоннелей должно осуществляться по циклограммам, обеспечивающим заданную скорость проходки из условий выполнения цикла горнопроходческих работ за время, кратное принятой на строительстве сменности.

1.15. (1.10.). Подземные выработки забоев перегонных тоннелей во время строительства должны обеспечиваться телефонной связью и средствами оповещения.

1.16. (1.12.). В процессе проходки тоннелей надлежит вести систематическое визуальное наблюдение за соответствием фактических геологических и гидрогеологических условий, характеризующих устойчивость забоя, проектным данным в части изменения мощности и характера напластований грунтов, их крепости по буримости, трещиноватости, видов грунтов и притока грунтовых вод в забой.

Результаты наблюдений следует заносить в журнал производства горных работ по форме, приведенной в прил. 63. Об отклонениях фактических геологических и гидрогеологических данных от проектных ставится в известность заказчик.

2. ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ПЕРЕГОННЫХ ТОННЕЛЕЙ ЗАКРЫТЫМ СПОСОБОМ

2.1. До начала основных работ по проходке перегонных тоннелей, осуществляемых закрытым способом, сооружаются камеры для монтажа в них проходческих щитов или укладчиков тоннельной обделки (при проходке тоннелей горным способом).

2.2. Монтажные камеры перегонных тоннелей целесообразно размещать в стороне от примыкания транспортной подходной штольни к трассе тоннеля на расстоянии не менее 5 м от внешнего контура штольни.

2.3. Проходка монтажных камер осуществляется по проекту производства работ, состоящему из технологической схемы проходки камеры, паспорта временного крепления забоя, чертежа конструкции обделки камеры, паспорта буровзрывных работ и схемы транспортировки грунта и материалов от камеры к шахтному стволу.

2.4. Габариты сооружаемой монтажной щитовой камеры перегонного тоннеля глубокого заложения с внешним диаметром от 5,5 до 6,0 м принимаются в соответствии с применяемым типом щита.

Поперечное сечение и длину щитовой камеры назначают с учетом обеспечения свободного пространства для монтажа щита и размещения необходимых устройств и приспособлений для этой цели. Расстояние от ножевой части или рабочего органа щита до торца камеры рекомендуется принимать не менее 1,5 м. По высоте над щитом в камере предусматривается зазор не менее 2,0—2,5 м. Внешний диаметр щитовой камеры при сборной обделке обычно назначается 8,5 м, для механизированных щитов 9,5 м.

2.5. Сооружение монтажной камеры для укладчика тоннельной обделки перегонного тоннеля со сборной обделкой осуществляется по внешнему габариту и диаметру перегонного тоннеля 5,5 или 6,0 м, а длина камеры назначается в зависимости от длины конструкции укладчика.

2.6. Монтажная камера для щита перегонного тоннеля, сооружаемого мелким заложением, выполняется в открытом котловане с креплением стен или без крепления—с откосами. Габариты камеры в плане назначают соответственно размерам проходческого щита с зазорами не менее 1,5 м по боковым сторонам и по торцам камеры для удобства монтажа и возведения бетонного основания в лотковой части камеры.

2.7. В лотковой части щитовой камеры по контуру оболочки щита сооружается бетонное основание, в котором при бетонировании закладываются железнодорожные рельсы, используемые в качестве направляющих при выдвижении щита из камеры.

Рельсы укладываются с допусками против проекта ±5 мм в плане и 5 мм в профиле.

2.8. При сооружении щитовой камеры для тоннеля мелкого заложения работы ведутся в такой последовательности: разработка грунта, устройство конструкции лотка в камере, монтаж щита, устройство упора с укладкой полуколец или колец обделки для опирания щитовых домкратов при выдвижении щита из камеры; монтаж укладчика тоннельной обделки, осуществляемый после выдвижения щита из камеры.

2.9. Выработки, по которым предусматривается транспортирование деталей щита, сооружаются с поперечными размерами, обеспечивающими пропуск этих деталей без переустройства откаточных путей.

2.10. Сооружение камеры для монтажа перегонного щита или укладчика тоннельной обделки на глубоком заложении ведется с раскрытием на полное сечение и возведением в ней обычно сборной обделки. Раскрытие камеры ведется в зависимости от инженерно-геологических условий в такой последовательности: проходка нижней штольни, проходка фурнели, проходка верхней штольни, разработка прорезной калотты, разработка ядра для первых прорезных колец, монтаж первых 2—3 колец, разработка на полное сечение камеры последовательными заходками на одно кольцо с монтажом колец сборной обделки.

При проходке в устойчивых полускальных и скальных грунтах проходку верхней штольни не ведут, а сразу разрабатывается калотта на 2—3 кольца.

2.11. При проходке нижней штольни для сооружения монтажной камеры поперечное сечение ее назначается из расчета размещения в ней двух откаточных путей (обычно габариты штольни в свету составляют по низу 2,7—3 м, по высоте 2,7—2,9 м).

Откаточные пути в штольне располагают на уровне откаточных путей перегонного тоннеля.

Временная крепь в штольне возводится из деревянных или инвентарных металлических рам с затяжкой боков и кровли досками.

Протяженность нижней штольни назначается соответственно длине монтажной камеры с увеличением ее на 2—2,5 м для

установки в удлиненной части монтажных лебедок, используемых при возведении обделки камеры. Отклонение штолен от проектного положения допускается в пределах ±20 мм.

2.12. Проходку фурнели из нижней штольни обычно выполняют сечением 1,0×1,4 м (в свету), выделяя при этом проход для людей размерами 1,0×0,6 м.

Верхняя отметка фурнели назначается на 0,7—0,8 м выше проектной отметки свода тоннеля для возможности подвески монтажного блока и установки временной крепи сводовой части (калотты).

Крепь фурнели выполняется из деревянных рам с затяжкой боков досками в устойчивых грунтах вразбежку, а в неустойчивых—всплошную. Отклонение фурнели от проектного положения допускается в пределах ±20 мм.

2.13. Разработка сводовой части камеры под прорезные кольца осуществляется путем раскрытия калотты. В грунтах с коэффициентом крепости менее 1,5 из фурнели ведется проходка верхней штольни и разработка калотты, а в более крепких грунтах ведется разработка рассечки под сводовую часть на длину 2,5—3,5 м с креплением лонгаринами и рошпанами и затяжкой досками.

2.14. Крепление выработок камеры в грунтах с коэффициентом крепости 1—2 осуществляется обычно из бревен диаметром 22—24 см и досок толщиной 4—5 см.

Рамы для крепления штолен при этом ставятся обычно через 1 м. В неустойчивых грунтах с коэффициентом крепости менее 1 это расстояние уменьшают до 0,5 м. Лонгарины ставят через 1—1,2 м, а по уровню—на 5 см выше проектного наружного очертания обделки, раскрепляя их рошпанами диаметром 12—15 см.

В грунтах с коэффициентом крепости 2 и выше целесообразно применение анкерной крепи.

2.15. Разработка ядра для прорезной выработки под монтаж первых колец обделки ведется в грунтах с коэффициентом крепости менее 1,5 сначала на одно кольцо при ширине выработки 1,2 м с предварительным подкреплением подхватами, устанавливаемыми под верхняками нижней штольни. В более крепких грунтах ядро можно разрабатывать сразу на 2 кольца при ширине прорези 2,2 м.

2.16. Монтаж колец обделки в камере осуществляется при помощи лебедок и системы блоков. После сборки первых двух колец забой разрабатывается на полное сечение последовательными заходками на одно кольцо с креплением лба забоя дощатой затяжкой и металлическими трубами.

Монтаж сборной обделки в камере ведется в соответствии с пп. 4.6.—4.8. настоящего Руководства.

2.17. При сооружении камеры для монтажа щита или укладчика тоннельной обделки торцевые поверхности ее закрепляются путем установки горизонтальных металлических балок или труб с затяжкой за ними досками. Камеры оборудуются устройствами и приспособлениями для монтажа оборудования. Щитовая камера перед монтажом щита принимается комиссией, назначаемой руководителем объекта.

2.18. Монтаж щита осуществляется в соответствии с монтажными схемами и заводскими инструкциями для его монтажа по закрепленным маркшейдерским отметкам и знакам.

Допуски при монтаже щита принимаются в пределах ±5 мм (по эллиптичности опорного кольца и оболочки, а также по отклонению оси щита от проектной оси тоннеля). Размер диаметра хвостовой части оболочки щита не может быть больше диаметра ножевого кольца.

2.19. Для упора щитовых домкратов при выдвижении щита из камеры в ней укладываются с противоположной от забоя стороны кольца или полукольца сборной обделки. Временное крепление торцевой части камеры со стороны забоя перед выдвижением щита разбирается.

В неустойчивых грунтах для упора домкратов торцевая стена по контуру сборной обделки выполняется из монолитого бетона.

2.20. Монтаж укладчика тоннельной обделки производится после выдвижения щита из камеры с использованием подъемных механизмов и приспособлений, применявшихся для монтажа щита.

2.21. Перед выдвижением щита из камеры щит принимается комиссией, назначаемой руководителем объекта, в соответствии с требованиями правил техники безопасности.

3. ПРОХОДКА ПЕРЕГОННЫХ ТОННЕЛЕЙ ЗАКРЫТЫМ СПОСОБОМ

3.1. (4.21.). Разработку грунта в забое в зависимости от инженерно-геологических условий, размеров поперечного сечения и принятого способа проходки следует производить:

при щитовой проходке тоннелей круглого сечения с использованием обычных щитов в качестве временной крепи тоннельной выработки—буровзрывным способом, отбойными молотками или пневматическими лопатами в зависимости от кре-

пости грунтов с уборкой грунта ковшовыми породопогрузочными машинами на гусеничном или колесном ходу;

при щитовой проходке тоннелей круглого сечения диаметром до 6 м в нескальных грунтах—механизированным способом с применением механизированных щитов, обеспечивающих комплексную механизацию проходческих работ;

при проходке сплошным забоем—буровзрывным способом с использованием оснащенных бурильными машинами устройств и уборкой грунта породопогрузочными машинами.

Проходку перегонных тоннелей с обжатием обделки в грунт осуществляют механизированными щитами. При использовании обычных (немеханизированных) щитов, а также при проходке без щитов—сплошным забоем с использованием укладчиков тоннельной обделки допускается разработка грунта с помощью отбойных молотков. Внешняя поверхность оболочки щитов выполняется без выступающих на ней накладок, имея гладкую поверхность. Применяемые современные проходческие механизированные комплексы для сооружения перегонных тоннелей метрополитенов приведены в прил. 2.

3.2. (4.22.). Разработка грунта в забое буровзрывным способом должна производиться в соответствии с правилами производства и приемки работ, установленными главой СНиП по земляным сооружениям и главой СНиП по подземным горным выработкам, а также в соответствии с требованиями настоящего раздела.

3.3. (4.23.). При производстве буровзрывных работ должны обеспечиваться темпы проходки, предусмотренные циклограммой, и максимальное приближение профиля выработки к проектному очертанию при оптимальном расходе взрывчатых веществ.

3.4. Буровзрывные работы выполняются в соответствии с действующими «Едиными правилами безопасности при взрывных работах», утвержденными Госгортехнадзором, а также утвержденными главным инженером объекта паспортами буровзрывных работ. Образец паспорта буровзрывных работ приведен в прил. 3 настоящего Руководства.

Взрывные работы в забое перегонного тоннеля осуществляются с применением электрического взрывания шпуров с электродетонаторами короткозамедленного действия 3—4 ступеней замедления.

При заряжании шпуров в качестве забойки целесообразно взамен обычной песчано-глинистой применять гидрозабойку из полиэтиленовых ампул, наполненных водой, позволяющих значительно уменьшить при взрывании выход вредных продук-

тов, снизить образование пыли при взрыве, а также уменьшить трудоемкость и время при забойке шпуров.

3.5. Бурение шпуров в основном производится легкими и средними бурильными машинами (молотками) и пневмосверлами (прил. 4) или электросверлами (прил. 5), а разработка грунта—отбойными молотками (прил. 6).

Тип бурильного инструмента выбирается в зависимости от крепости грунта, а также удобства бурения шпуров.

В грунтах с коэффициентом крепости 1,5—4 применяют легкие бурильные машины (молотки) на пневмоподдержках, а также электросверла и пневмосверла; в грунтах с коэффициентом крепости 4—6—бурильные машины (молотки) средней массы на пневмоподдержках.

Легкими бурильными машинами (молотками) массой до 20 кг бурят шпуры глубиной 1—2 м в грунтах преимущественно с коэффициентом крепости 1,5—4.

Шпуры бурят с промывкой водой.

Рекомендуется также применение буровых машин.

3.6. (4.25.). Давление сжатого воздуха в забое для работы пневматического инструмента должно быть не менее 6 кгс/см^2 (0,6 МПа).

Более низкое давление (но не менее 5 кгс/см^2 (0,5 МПа) допускается при отрицательных температурах или высокой влажности воздуха.

3.7. При бурении шпуров в грунтах с коэффициентом крепости 2—9 применяют съемные буровые коронки, армированные пластинками твердых сплавов долотчатой или крестообразной формы. Наибольший диаметр головки бура рекомендуется принимать не более 2—2,5 диаметра буровой стали.

Бурение шпуров обычно производится при диаметре коронки или головки бура на 4—5 мм больше диаметра применяемых патронов взрывчатых веществ.

3.8. Расположение шпуров в забое перегонного тоннеля зависит от направления слоев, трещиноватости, однородности и крепости грунтов, а также от удобства размещения бурового инструмента.

Врубовые шпуры бурятся в центральной части забоя с наклоном к плоскости забоя 50—70°, при этом угол наклона шпуров и вид вруба (горизонтальный клиновый, вертикальный, пирамидальный или щелевой) устанавливается на основе опытной отпалки забоя. Длина врубовых шпуров обычно назначается на 20—30 см больше остальных.

Отбойные шпуры, располагаемые вокруг врубовых и взрываемые после них, бурят обычно параллельно оси тоннеля.

Точность оконтуривания выработки достигается правильным размещением оконтуривающих шпуров по контуру тоннеля. Эти шпуры располагают преимущественно равномерно по периметру выработки с уклоном 5°; положение концов шпуров назначается в зависимости от крепости и состояния грунтового массива в забое с расчетом обеспечения проектного контура тоннеля. Расстояние между оконтуривающими шпурами в грунтах с коэффициентом крепости до 5 обычно принимается от 0,8 до 1 м, в более крепких грунтах 0,5—0,7 м.

Концы нижних оконтуривающих шпуров в грунтах с коэффициентом крепости более 2 могут выходить не более чем на 10 см за пределы проектного контура. В мягких грунтах с коэффициентом крепости 2 и ниже верхние шпуры не доводят до контура выработки.

При назначении величины заряда в шпурах учитывается, что сооружение тоннелей метрополитена ведется в городских населенных пунктах и соответственно с этим рекомендуется соблюдать требования по обеспечению сохранности зданий и сооружений на поверхности путем ограничения воздействия на них взрыва при расчете для паспорта буровзрывных работ (БВР).

Выбор взрывчатых веществ (ВВ) производится в зависимости от физико-механических свойств взрываемого грунта (крепости, вязкости, трещиноватости) с учетом дробящего действия взрыва, факторов экономичности и безопасности по образованию пыли и газа.

3.9. (4.27.). Переборы грунта против проектного поперечного профиля тоннеля в случаях разработки выработок буровзрывным способом без применения метода контурного взрывания не должны превышать 100 мм при грунтах с коэффициентом крепости от 1 до 4 и 150 мм в грунтах крепостью от 4 до 12.

3.10. (4.28.). В нескальных грунтах величина переборов грунта против проектного профиля при разработке выработок механическим способом не должна превышать 50 мм.

В подошве тоннельной выработки без обратного свода и при разработке лотка в нескальных грунтах переборы грунта не допускаются.

Все переборы и вывалы грунта независимо от их величины следует фиксировать в маркшейдерской документации.

3.11. (4.49.). Проходку тоннелей метрополитена мелкого заложения при сборной и монолитно-прессованной бетонной обделке следует производить щитовым способом с применением механизированных или обычных щитов с рассекающими

площадками, а также способом продавливания сборной обделки.

Проходку тоннелей метрополитена глубокого заложения при сборной обделке следует производить щитовым способом с применением механизированных или обычных щитов и способом сплошного забоя без применения щитов.

Способы проходки тоннелей метрополитена устанавливаются проектом согласно требованиям настоящего раздела и в зависимости от инженерно-геологических условий, размеров и форм поперечного сечения, глубины заложения и длины тоннеля, а также характера застройки поверхности.

3.12. (4.50.). Проходку небольших участков тоннелей метрополитена для камер со сборной обделкой следует производить способом раскрытия на полный профиль по частям в соответствии с требованиями пп. 2.11.—2.17. настоящего Руководства.

3.13. (4.55.). При сооружении параллельных перегонных тоннелей проходку их в неустойчивых грунтах следует производить с опережением сооружения одного из параллельных тоннелей, а в устойчивых—одновременно.

Величину опережения забоев в неустойчивых грунтах рекомендуется принимать не менее 25 м.

3.14. (4.56.). Проходка перегонных тоннелей метрополитена должна осуществляться преимущественно глухим забоем с заходкой, длиной, равной ширине одного кольца тоннельной обделки.

В скальных устойчивых и однородных грунтах с коэффициентом крепости от 6 и выше допускается увеличивать длину заходки до двух колец.

При проходке тоннеля щитовым способом в особо сложных инженерно-геологических условиях (плывунных, водонасыщенных неустойчивых грунтах) допускается уменьшать величину передвижки щита до пределов, обеспечивающих безопасное ведение работ (исключение деформации обделки, прорыва или вывалов грунта в забое и др.).

3.15. (4.57.). При сооружении тоннелей метрополитенов с применением обычных щитов и при проходке без щитов разработку нескальных грунтов следует производить с помощью механизированного инструмента, а скальных грунтов—буровзрывным способом с погрузкой грунта породопогрузочными машинами на рельсовом ходу.

3.16. При проходке тоннеля кровля и бока забоя, а также лоб забоя в нескальных и неустойчивых грунтах с коэффициентом крепости менее 2 закрепляют временной крепью.

Необходимость крепления, схема и вид крепи устанавливаются паспортом временного крепления, определяющим в зависимости от инженерно-геологических условий принятые для данной выработки способы крепления, конструкцию крепи и последовательность производства работ по креплению. Образец паспорта временного крепления приведен в прил. 7.

При проходке перегонных тоннелей в полускальных или скальных грунтах различной крепости вблизи от действующих тоннелей метрополитена или других сооружений с ограниченным применением взрывных работ или при невозможности их осуществления из условий обеспечения техники безопасности, а также при необходимости разрушения в тоннельном забое крупных отдельных породных глыб (негабаритов) рекомендуется использовать специальные механизированные устройства—гидроклин системы ЦНИИС.

При применении гидроклина ведется бурение скважин в грунтовом массиве обычными средствами. В каждую из скважин вводится клиновое устройство, в котором при помощи насосной установки (ручного или механического действия) создается высокое гидростатическое давление и осуществляется разжатие клина с одновременным раскалыванием грунтового массива на части.

При работе с гидроклином можно пользоваться специальным руководством по его применению.

Проходка тоннелей обычными (немеханизированными) щитами

3.17. (4.51.). Проходку тоннелей метрополитенов щитовым способом следует производить в неустойчивых нескальных грунтах, а также в сильнотрещиноватых (выветрелых и рухляках) скальных грунтах, проявляющих горное давление и требующих временного крепления кровли и лба забоя.

Проходка перегонных тоннелей метрополитенов должна производиться преимущественно механизированными щитами непрерывным забоем на протяжении не менее длины участка между станциями.

Применение обычных щитов допускается в случаях проходки в неустойчивых грунтах, требующих крепления кровли и лба забоя; при этом для крепления лба забоя должна применяться временная инвентарная крепь, а нож щита должен вдавливаться в грунт.

3.18. Проходка перегонных тоннелей обычными щитами ведется по проекту производства работ применительно к инже-

нерно-геологическим условиям по трассе. Принципиальная технологическая схема сооружения тоннеля при проходке обычным щитом приведена в прил. 8, а техническая характеристика обычных щитов—в прил. 9.

3.19. Величину заходки при проходке обычным щитом устанавливают согласно требованиям п. 3.14. настоящего Руководства.

Разработка забоя ведется в грунтах с коэффициентом крепости до 1—ручным инструментом, в грунтах с коэффициентом крепости до 2—отбойными молотками или пневматическими лопатами, в грунтах с коэффициентом крепости выше 2—буровзрывным способом с применением электровзрывания и разрыхления отбойными молотками.

3.20. Разработку грунта ведут с выдвижных платформ обычного щита последовательно по ярусам, начиная с верхнего.

Крепление лба забоя рекомендуется осуществлять инвентарными щитками или отдельными досками, прижимаемыми к забою через вертикальные бруски забойными домкратами (прил. 10).

Кровля в неустойчивых грунтах закрепляется обычно металлическими балками или рельсами, укрепленными в ножевой части щита, а в более устойчивых грунтах—досками.

Можно также применять специальный металлический козырек, наращиваемый на ножевой части щита.

3.21. При проходке обычным щитом соблюдаются необходимые зазоры по его контуру между грунтом и оболочкой щита для предупреждения его заклинивания, величина которых устанавливается маркшейдером в процессе проходки в зависимости от положения щита в плане, от радиуса кривизны тоннеля и профиля, длины щита и окружающего грунта (песка, глины, мергелей и др.).

Переборы грунта не должны превышать приведенных в пп. 3.9. и 3.10.

3.22. При разработке грунта уборка его с площадок щита осуществляется при помощи грунтоулавливающих устройств (лотков, транспортеров) в зону работы ковша погрузочной машины. Техническая характеристика погрузочных машин приведена в прил. 11. Для работы машин используют отдельные металлические платформы, передвигаемые со щитом при помощи металлических тяг, оборудованные откаточным рельсовым путем и симметричным стрелочным переводом для разминовки вагонеток. Рекомендуется погрузку грунта осуществлять не в одиночные подкатываемые к машине пооче-

редно вагонетки, а в нерасцепленные составы вагонеток, используя перегрузочные ленточные транспортеры с распределителями.

3.23. Разработка грунта буровзрывным способом ведется путем обуривания забоя с выдвижных платформ щита с последующим электровзрыванием зарядов одновременно по всей площади забоя с применением электродетонаторов. Ячейки щита, арматуру и все основные части укладчика тоннельной обделки закрывают предохранительными ограждениями. При электровзрывании электродвигатели щита и укладчика перед заряжанием шпуров обесточивают.

3.24. При проходке встречных забоев тоннелей и при их сбойках взрывные работы ведутся с соблюдением правил п. 3.4. настоящего Руководства: при длине целика между встречными забоями менее 15 м взрывание в каждом из забоев производится разновременно с выводом людей из противоположного забоя; при величине целика меньше 7 м работы ведутся только со стороны одного забоя.

3.25. При проходке щитом тоннеля в грунтах различной крепости по сечению забоя, сначала разрабатывают отбойными молотками более слабый грунт на одну заходку, крепят разработанную часть забоя с раскреплением забойными домкратами, а затем ведут взрывание более крепкого грунта.

3.26. (4.54.). До проходки тоннеля метрополитена с заданной проектом скоростью, в соответствии с циклограммой, следует выполнить следующие работы: сооружение монтажной камеры; монтаж щита и блокоукладчика; сооружение участка тоннеля для технологического отхода (монтаж проходческого комплекса за щитом или блокоукладчиком и его опробование на участке проходки протяженностью 10 м).

3.27. Передвижка щита на очередную заходку производится после разработки забоя по всему профилю, уборки грунта из забоя и зачистки лотка тоннеля перед ножом щита, замыкания очередного кольца обделки и нагнетания за обделку, выполняемого в соответствии с п. 4.63. настоящего Руководства.

При передвижке щита количество и очередность включения домкратов регулируется маркшейдерской службой в зависимости от состояния и характера грунтов, а также заданного направления движения щита с учетом нормативных допусков.

Для определения положения проходческого щита относительно проектной оси тоннеля рекомендуется применять навигационное устройство системы ЦНИИС, включающее оптиче-

ский прибор и экран разворота, укрепляемые на щите и два ориентирных сигнала в тоннеле. Устройство располагается по оси щита или со смещением относительно ее, в зависимости от конструктивных особенностей щита и технологического комплекса. При работе с навигационным устройством пользуются специальным руководством по его применению.

3.28. Изменение направления движения щита осуществляется щитовыми домкратами элеронами и другими технологическими средствами специального назначения без применения каких-либо упоров, устанавливаемых в забое. При необходимости увеличить продольный уклон щита для передвижки включают нижнюю группу щитовых домкратов. При этом в лотковой части забоя оставляют недобор грунта, делая соответственно подработку кровли. Для уменьшения продольного уклона щита передвижку осуществляют боковыми и верхними домкратами с подработкой лотка в нижней части щита.

При отклонении щита в сторону от оси тоннеля при передвижке увеличивают число действующих боковых домкратов на 2—4 с той стороны, в которую щит отклонился, и разрабатывают забой с одной стороны с перебором, а с другой—с недобором или по габариту щита.

3.29. (4.58.). Отклонение проходческого щита в плане и профиле от проектного положения тоннеля должно быть в пределах, позволяющих возводить тоннельную обделку по размерам, соответствующим проектным, с учетом допусков, установленных настоящим Руководством по п. 8.6.

Отклонения щита заносятся в щитовой журнал (прил. 12).

3.30. (4.52.). При проходке перегонных тоннелей мелкого заложения в необводненных или осушенных песчаных грунтах следует применять щит с рассекающими площадками, исключающими временное крепление лба забоя. Число рассекающих площадок должно обеспечивать устойчивость откоса грунта на площадках.

3.31. При проходке щитом с дополнительными рассекающими площадками осуществляется вдавливание щита в грунт, при этом разработка грунта может вестись частично лишь в боковых ячейках одновременно в верхнем и нижних ярусах. В каждой из этих боковых ячеек грунт разрабатывают, применяя при необходимости дощатую временную крепь, установка которой ведется в зависимости от состояния грунта в забое для уменьшения усилия щитовых домкратов при передвижке щита.

Передвижка щита ведется на длину 1 м одной заходкой или двумя заходками по 0,5 м, в зависимости от развиваемого

при передвижке давления в гидросистеме щитовых домкратов, которое, как правило, при включении 2/3 домкратов не должно превышать 250 ати.

Передвижку щита в неустойчивых песчаных грунтах целесообразно вести с некоторым завышением его от проектного уровня, учитывая возможность просадки щита и тоннельной обделки.

3.32. При передвижке щита с дополнительными рассекающими площадками ведут наблюдение за состоянием откосов грунта на его площадках, соблюдая требование, чтобы эти откосы не выходили за пределы кромки ножа щита и не доходили до краев площадок с противоположной стороны забоя не менее чем на 20 см.

В процессе передвижки щита песчаный грунт поступает из верхних ячеек через направляющие желоба и отверстия в площадках в среднюю нижнюю ячейку, откуда убирается породопогрузочной машиной в вагонетки.

Целесообразно в целях непрерывности погрузки грунта применять породопогрузочные транспортеры взамен породопогрузочных машин периодического действия.

При увеличении угла естественного откоса грунта на площадках более 45°, допускается частичная разработка его лопатами.

Принципиальная технологическая схема сооружения тоннеля обычным щитом с рассекающими площадками приведена в прил. 13.

Проходка тоннелей механизированными щитами

3.33. Для проходки перегонных тоннелей со сборной обделкой в однородных устойчивых грунтах с коэффициентом крепости до 3 (глины карбонные, протерозойские сланцевые и другие необводненные), а также с прослойками до 30 см более крепких грунтов с коэффициентом крепости до 5 (известняки, песчаники) рекомендуется применять механизированный щит типа КТ-1-5,6 со сменным рабочим органом.

Принципиальная технологическая схема сооружения тоннеля приведена в прил. 14, а техническая характеристика механизированного щитового комплекса КТ-1-5,6 приведена в прил. 2 и 15.

3.34. Проходка тоннеля механизированным комплексом КТ-1-5,6 осуществляется путем разрушения грунта по всей площади забоя при помощи рабочего органа щелевого типа с 4-лучевым баром, работающим на принципе резания и скола,

позволяющим разрушать более крепкие, чем глина, прослойки грунта.

Разрушенный грунт из тоннельного забоя поступает на щитовой транспортер, далее на транспортер комплекса, установленный на опорных тележках, и через распределительный лоток поступает в состав вагонеток, подаваемых перасцепленными, электровозом на порожняковый путь.

Для разминовки составов вагонеток в тоннеле укладываются два пути с перекрестным стрелочным переводом.

3.35. Проходку перегонных тоннелей в смешанных устойчивых нескальных и скальных грунтах с коэффициентом крепости от 1,5 до 6 (в суглинках, вязких и плотных глинах, трещиноватых известняках, легких песчаниках и аргиллитах) рекомендуется осуществлять механизированным щитом типа ЩМР-1.

Принципиальная технологическая схема сооружения тоннеля щитом ЩМР-1 приведена в прил. 16, а техническая характеристика механизированного щитового комплекса типа КМ-24М со щитом ЩМР-1 в прил. 2 и 17.

Циклограмма проходки тоннеля этим комплексом приведена в прил. 18.

3.36. Проходка тоннеля механизированным щитом ЩМР-1 осуществляется путем разрушения грунта по всей площади забоя стержневыми резцами или ножами, укрепленными на рабочем органе роторного типа, который может удерживать лоб забоя и осуществлять разработку грунта в частично нарушенном забое.

Разрушенный в забое грунт поступает через направляющие наклонные листы на щитовой транспортер, далее—на транспортер комплекса и через распределительный лоток—в состав вагонеток.

3.37. Для проходки тоннелей на мелком заложении со сборной обделкой в песках естественной влажности с глинистыми и гравелистыми включениями целесообразно применять механизированный щит типа ЩМ-17М с рассекающими площадками.

Принципиальная технологическая схема сооружения тоннелей механизированным щитом ЩМ-17М с комплексом механизмов КМ-19М за щитом приведена в прил. 19, а техническая характеристика проходческого комплекса КМ-19М в прил. 2 и 20.

3.38. Проходка тоннелей щитом ЩМ-17М осуществляется путем вдавливания щита в забой и образования на площадках грунтовых откосов, удерживающих забой без крепления.

Для рыхления грунта на площадках установлены механические погрузчики-рыхлители челюстного типа, а в нижней части щита—погрузочная машина челюстного типа, осуществляющая уборку грунта при помощи системы двух транспортеров—выдачного скребкового и основного ленточного, погрузку его в бункер и далее в вагонетки нерасцепленного состава.

3.39. Для проходки тоннелей в песках естественной влажности на мелком заложении с целью уменьшения осадок поверхности рекомендуется применять технологический комплекс ТЩБ-7 с монолитно-прессованной бетонной обделкой и механизированным щитом ЩБ-7.

Принципиальная технологическая схема сооружения тоннеля щитом ЩБ-7 с комплексом механизмов ТЩБ-7 за щитом приведена в прил. 21, а техническая характеристика комплекса в прил. 2 и 22.

3.40. Проходка тоннелей щитом ЩБ-7 осуществляется аналогично проходке щитом ЩМ-17М (см. п. 3.38.). Особенности сооружения тоннеля применительно к монолитно-прессованной бетонной обделке приведены в разд. 4 (см. пп. 4.29—4.49.).

Разработка грунта в забое ведется при помощи погрузчиков-рыхлителей челюстного типа, которые включаются в работу в случаях задержки осыпания грунта с площадок при вдавливании щита в забой. Погрузка грунта ведется погрузочной машиной, встроенной в щит. Грунт от машин поступает на щитовой транспортер, закрепленный на транспортном мосту, который одновременно является опорой для перестановщика секционной опалубки для бетонирования обделки тоннеля. Грунт с выдачного транспортера поступает на транспортер-перегружатель, а затем в вагонетки.

3.41. При проходке тоннелей механизированными щитами руководствуются требованиями заводских инструкций по эксплуатации этих щитов и специальными правилами техники безопасности, указанными в инструкциях.

Величину заходки, а также величину подачи рабочего органа и режим работы щитов устанавливают в зависимости от конкретных инженерно-геологических условий на данном объекте с учетом максимального совмещения во времени процессов разработки забоя, уборки грунта и возведения обделки.

При эксплуатации щитового оборудования необходимо соблюдать график профилактических ремонтов, в том числе своевременную замену щитовых домкратов. Производить подвижку щита при вышедших из строя нижних 3—4-х домкратах и 2-х домкратах с каждой стороны на горизонтальном диаметре не допускается.

3.42. Управление механизированным щитом и комплексом за ним осуществляется от общего пульта управления водителем щита и маркшейдером.

При определении положения механизированного щита относительно проектной оси тоннеля можно использовать специальное навигационное устройство системы ЦНИИС для ведения щита в соответствии со специальным руководством по его применению.

3.43. Механизмы механизированного щита и комплекса оборудования к нему необходимо включать в работу в определенном порядке. Сначала включается транспортер комплекса, затем щитовой транспортер, привод вращения рабочего органа или механизмы для уборки грунта в забое, приводы насосов домкратов механизма перемещения рабочего органа. Передвижка щита производится при давлении рабочей жидкости в домкратах до 250 кгс/см^2.

3.44. Для устранения вращения щита вокруг продольной оси наружной поверхности оболочки с двух ее сторон на уровне горизонтального диаметра перекрепляют выдвижные элероны.

В мягких грунтах применяются элероны в лотковой части оболочки щита.

3.45. Для устранения занижения механизированного щита с роторным рабочим органом относительно проектного положения подрабатывается грунт в сводовой части забоя резцом-расширителем (копир-резцом), а под ножевое кольцо в лотковой части подкладывают клинья, с которыми щит передвигается, до тех пор пока не будет обеспечено его проектное положение. Завышение щита устраняется подработкой лотковой части резцом-расширителем.

Исправление положения механизированного щита, отклонившегося от оси тоннеля вправо или влево, можно производить путем подработки забоя резцом-расширителем, с закладкой клиньев с соответствующей стороны.

Уширение тоннельной выработки при проходке тоннеля на кривых участках трассы осуществляется также при помощи резцов-расширителей допускается только по указаниям маркшейдера.

3.46. Замена резцов рабочего органа щита производится, не допуская их износа выше предельно допустимого во время профилактического осмотра рабочего органа, в перерывах между работой агрегата при круглосуточной работе или в специальную ремонтную смену. Работа щита со сломанными резцами не допускается.

Проходка тоннелей без щита способом сплошного забоя

3.47. (4.53.). Способ сплошного забоя без применения щита с монтажом сборной обделки у забоя следует применять для проходки тоннелей в устойчивых скальных грунтах с коэффициентом крепости 1,5 и выше, допускающих разработку выработки на полное сечение и при наличии в кровле также устойчивых грунтов, обеспечивающих безопасное ведение работ с применением инвентарной крепи кровли и лба забоя.

3.48. Проходка перегонного тоннеля без щита способом сплошного забоя с возведением сборной обделки механическим укладчиком тоннельной обделки ведется по проекту производства работ, разработанному применительно к инженерно-геологическим условиям на трассе.

Примерная технологическая схема сооружения тоннеля приведена в прил. 23.

3.49. Для проходки перегонного тоннеля без щита с заданной скоростью в соответствии с циклограммой (примерная циклограмма приведена в прил. 24), предварительно выполняются следующие работы: сооружение монтажной камеры для блокоукладчика, в соответствии с требованиями пп. 2.5.—2.10.—2.17 настоящего Руководства; монтаж укладчика тоннельной обделки; сооружение монтажного участка тоннеля для технологического отхода с размещением на нем механизмов и оборудования для проходки. Протяженность этого участка назначается в зависимости от типа и габаритов механизмов и оборудования, предназначенных для проходки тоннеля. При сооружении тоннеля с применением взрывных работ укладчик защищается специальной конструкцией.

3.50. Проходка перегонного тоннеля без щита способом сплошного забоя ведется глухим забоем с разработкой грунта буровзрывным способом с отбойными молотками с установкой временного крепления кровли и лба забоя.

Величину заходки назначают в зависимости от крепости и устойчивости грунтов на длину одного кольца в грунтах с коэффициентом крепости менее 3 или 2 колец сборной обделки в грунтах более крепких при отсутствии в них трещин, а также при толще над шелыгой свода устойчивых грунтов не менее 5 м.

Разработка грунта и крепление выработки ведется с использованием площадок укладчика тоннельной обделки в качестве передвижных подмостей. Для обуривания забоя могут также применяться бурильные машины, предназначенные для группового бурения одновременно по всему забою.

3.51. Крепление кровли тоннельного забоя в устойчивых глинистых и скальных грунтах может осуществляться при помощи выдвижных козырьков, смонтированных на укладчике, или при помощи досок толщиной 4—5 см, укладываемых по инвентарным металлическим кронштейнам, прикрепленным на болтах к торцу каждого тюбинга в верхней части кольца обделки.

Крепление лба забоя по мере его разработки осуществляется досками или металлической сеткой в рамках, которые закладываются за телескопически раздвигаемые металлические трубы диаметром 125—150 мм. Трубы устанавливают в три—четыре ряда на металлических штырях, вставляемых в предварительно пробуренные в забой шпуры. Концы металлических труб заводят в лунки, разработанные в боках выработки. Крепление осуществляют по разработанному и утвержденному паспорту, пример которого приведен в прил. 7. В качестве временной крепи кровли и лба забоя может также применяться анкерное крепление.

Проходка тоннелей с применением специальных способов

3.52. (4.62.). Проходка тоннелей с применением специальных способов (замораживания, водопонижения, сжатого воздуха и т. п.) в водонасыщенных неустойчивых грунтах должна осуществляться по проекту производства работ, составленному для каждого участка проходки.

3.53. Необходимость применения специальных способов работ на данном участке трассы устанавливается техническим проектом, а организация работ—проектом организации строительства. Необходимость выполнения этих работ может быть установлена и в процессе проходки с разработкой проектной организацией проектов производства работ. В этих случаях решение принимается проектной и строительной организациями совместно с заказчиком.

3.54. При выборе специального способа работ проходки тоннелей учитываются данные инженерно-геологических изысканий, выполненных при проектировании объекта, а также наличие и характер наземных сооружений и городских подземных коммуникаций. В случае несоответствия фактических инженерно-геологических условий участка, учтенных в проекте, производятся дополнительные исследования.

3.55. Специальные способы работ при сооружении перегонных тоннелей закрытым способом применяются в обводненных песчаных и других неустойчивых нескальных грунтах

при малом слое устойчивого грунта в кровле выработки, над которым залегают водонасыщенные грунты, а также при сильнообводненных устойчивых и скальных грунтах с высоким напором грунтовых вод. Специальные способы работ применяют также при проходке тоннелей в неустойчивых грунтах на мелком заложении в непосредственной близости от линий железных и автомобильных дорог или сооружений, а также под ними. Выбор специального способа проходки тоннелей производится на основании технико-экономического сравнения вариантов.

3.56. Основными специальными способами работ при проходке перегонных тоннелей являются:

проходка под сжатым воздухом (кессонный способ);

проходка в искусственно замороженных грунтах;

проходка с искусственным водопонижением уровня грунтовых вод;

проходка с предварительной цементацией грунтов;

проходка способом продавливания сборной обделки;

комбинированные способы специальных работ в их сочетаниях, а также химическое закрепление.

Проходка тоннелей под сжатым воздухом

3.57. (4.63.). Проходку тоннелей метрополитенов под сжатым воздухом допускается применять в плывунных и водонасыщенных нескальных грунтах с коэффициентом фильтрации (менее 0,5 м/сутки), при котором применение водопонижения неэффективно.

Проходка под сжатым воздухом может применяться при гидростатическом напоре грунтовых вод не более 3,9 ати. Проходку надлежит производить без перерывов в работе в течение суток и без выходных дней.

При проходке тоннелей под сжатым воздухом следует соблюдать «Правила безопасности при производстве работ под сжатым воздухом (кессонные работы)», утвержденные ВЦСПС.

Сжатый воздух применяется в целях отжатия воды и осушения тоннельного забоя, а также для создания дополнительного давления на забой для предотвращения деформации *грунтов в призабойной зоне.*

3.58. (4.64.). Давление сжатого воздуха в рабочей зоне на уровне подошвы выработки должно быть равным гидростатическому, а при отсутствии притока воды в лоток тоннельного забоя давление может быть понижено до величины гидроста-

тического давления на уровне 1/3 диаметра от подошвы выработки.

Давление сжатого воздуха в рабочей камере следует снижать путем применения искусственного понижения уровня грунтовых вод для уменьшения величины гидростатического давления.

3.59. Давление сжатого воздуха считается достаточным, если в верхней части забоя грунт имеет естественную влажность, а в остальной части сохраняет водонасыщенность. При проходке в песках нельзя увеличивать давление до полного осушения забоя по всей высоте.

3.60. Расход сжатого воздуха в кессоне зависит от необходимого объема его на шлюзование материалов и людей (не менее 25 м^3 сжатого воздуха в 1 ч на одного работающего), от утечки через грунт в забое и неплотности тоннельной обделки. Сжатый воздух, подаваемый в рабочую зону кессона, должен отвечать требованиям санитарных норм по химическому составу и содержанию пыли. Компрессорные, обеспечивающие подачу сжатого воздуха, рассчитываются на максимальный расход с запасом для аварийных случаев. Компрессорные установки сооружаются с учетом размещения резервных машин.

3.61. Для проходки тоннеля под сжатым воздухом применяются обычные проходческие щиты типа ЩН-12 (см. прил. 9) для обделки с внешним диаметром 6 м. Проходку осуществляют глухим забоем. Могут также применяться механизированные щиты.

3.62. В тоннеле, сооружаемом под сжатым воздухом, до начала проходки для создания зоны повышенного давления сооружают шлюзовую перегородку с устройствами и оборудованием ее для прохода людей и подачи материалов в рабочую зону, выхода людей и выдачи грунта из рабочей зоны без изменения в ней давления сжатого воздуха. Минимальное расстояние между шлюзовой перегородкой камеры и забоем назначают с учетом расстановки в тоннеле проходческого оборудования и откаточных путей.

Расстояние между следующими шлюзовыми перегородками устанавливают в зависимости от величины потерь сжатого воздуха в зоне повышенного давления. При выборе конструкции шлюзовой перегородки рекомендуется применять металлические сборно-разборные перегородки с железобетонной опорной стенкой.

3.63. Шлюзовая перегородка имеет четыре герметических шлюза: два материальных в нижней части перегородки, дли-

на которых рассчитана на 3—4 вагонетки и 2 шлюза в верхней: один для людей и один аварийный со специальным прикамерком для маркшейдерских работ. Двери шлюзов открываются в зону сжатого воздуха и оснащаются специальным уплотнением для их герметизации.

Каждый шлюз имеет по два крана: один—для соединения шлюза с зоной нормального давления, другой—с зоной повышенного давления. В людском шлюзе, кроме того, ставятся два аварийных крана.

Шлюзовое оборудование выполняется в соответствии с требованиями «Правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением».

До начала работ шлюзовые перегородки и все устройства камер испытывают сжатым воздухом под давлением, превышающим нормальное на 10%.

3.64. При проходке тоннеля обычным щитом однородный грунт в забое разрабатывают ярусами последовательно сверху вниз, начиная с верхнего яруса, одновременно во всех ячейках одного яруса.

В неустойчивых песчаных грунтах, залегающих в верхней части забоя, разработка грунта осуществляется в пределах аванбека щита с передвижкой на часть цикла (30—40 см); перекрепление забоя производится одновременно с выемкой грунта.

При оборудовании щита специальными устройствами, разделяющими забой на ярусы, в целях ускорения работ допускается одновременная разработка грунта в нескольких ярусах, однако без опережения заходок в нижних ярусах.

3.65. При креплении забоя в щите применяют деревянные шандоры из досок толщиной 5 см или металлические.

При креплении лба забоя деревянные шандоры раскрепляются забойными домкратами щита, упорными брусьями и распределительными досками (филатами).

Для крепления кровли забоя марчеваны закладывают за козырек щита, опирая их на ножевое кольцо, а другим концом—на грунт в забое.

Длина марчеван обычно на 20—30 см больше величины передвижки щита на заходку.

При шандорном креплении лба забоя в зоне неустойчивых грунтов разработку их производят только на высоту одной шандоры. После удаления грунта и установки шандоры на новое место ее раскрепляют временными распорками (рошпанами) в вертикальные вандруты, не допуская обнажения лба забоя более чем на одну шандору по высоте забоя.

Затем последовательно снимают следующие доски шандор с разработкой грунта, закрепляя забой шандорными досками.

После закрепления всех шандор устанавливают поперек них вертикальные доски (филаты) и упорные брусья, включают забойные домкраты, перекрепляя на них забой, извлекая рошпаны, и передвигают щит.

3.66. При проходке в сыпучих грунтах рекомендуется применять металлические шандоры, укрепляемые на забойных домкратах и все время закрывающие лоб забоя.

В верхней части ячейки щита грунт убирают через окна в шандорах, а в остальной части—в промежутках между шандорами.

3.67. При разработке забоя, имеющего в верхней части неустойчивые (например, песчаные), а в чижней части устойчивые глинистые или скальные грунты, работы ведутся так, чтобы забой по неустойчивым грунтам шел с опережением.

3.68. Применение взрывных работ в забое допускается с использованием электровзрывания, рассчитанного только на рыхление массива грунта мелкими шпурами и небольшими зарядами.

При залегании неустойчивых грунтов в верхней части забоя, а устойчивых скальных в нижней части на площади менее половины сечения, взрывные работы допускаются только с разрешения главного инженера обьекта и согласования с проектной организацией. Шпуры при этом располагают так, чтобы между взрываемой частью забоя и неустойчивыми грунтами оставалась перекрывающая толща устойчивых ненарушенных грунтов. Если в верхней части сечения тоннеля или ниже его подошвы имеется плывун, взрывные работы не ведутся.

3.69. При сооружении подводных тоннелей под сжатым воздухом, кроме шлюзовой перегородки, в зоне сжатого воздуха устраиваются: спасательный металлический экран, удаленный от забоя на расстояние не более 40 м, который по мере подвигания забоя периодически переносится, а также металлический пешеходный мостик с лестницами между людским шлюзом и спасательным экраном.

Проходку подводной части тоннеля ведут с предварительной разведкой передовыми скважинами. При проходке под руслами рек и водоемами при мощности грунтов над шелыгой свода тоннеля менее 10 м взрывные работы не допускаются.

В грунтах с коэффициентом крепости не менее 4 при мощности покрывающих подводный тоннель грунтов не менее 10 м можно применять взрывной способ разработки грунта с электровзрыванием, рассчитанным только на рыхление грун-

та без его выброса в соответствии с паспортом БВР. Для этого бурят центральную незаряжаемую скважину большого диаметра для образования дополнительной обнаженной поверхности. Взрывание производят в два приема: сначала—врубовых шпуров, а после расчистки забоя—отбойных шпуров по всей площади забоя.

Допустимая масса шпурового заряда назначается в зависимости от радиуса сейсмически опасной зоны, не превышающего толщины покрывающих грунтов, и рассчитывается в соответствии с «Едиными правилами безопасности при взрывных работах».

3.70. Для кессонного участка тоннеля составляется аварийный план с распределением обязанностей персонала. Этот план периодически пересматривается с учетом изменения гидрогеологических условий и удаления забоя. Кессонный участок обеспечивается необходимым запасом инструмента и материалов в соответствии с аварийным планом.

Работы под сжатым воздухом в тоннеле производятся при наличии на поверхности строительной площадки, лечебного шлюза, комнат отдыха для рабочего состава и дежурного медицинского персонала. При этом требуется строгое соблюдение специальных правил техники безопасности в соответствии с п. 3.57 настоящего Руководства в части режима рабочей смены, санитарных требований, соблюдения параметров воздушной среды в рабочей зоне.

3.71. При проходке в зоне сжатого воздуха ведется постоянное наблюдение за поведением грунтов в забое, режимом подземных вод, состоянием временного крепления, давлением и температурой воздуха, за состоянием тоннельной обделки и поверхности над зоной проходки, а также зданий и сооружений.

Все данные по мере проходки заносятся в горный журнал.

Проходка тоннелей в искусственно-замороженных грунтах

3.72. Искусственное замораживание грунтов применяют при проходке перегонных тоннелей метрополитенов в инженерно-геологических условиях, согласно п. 3.55. настоящего Руководства, на трассе, пересекающей зону размыва коренных грунтов, заполненную водонасыщенными грунтами, преимущественно плывунного типа с коэффициентом фильтрации менее 0,5 м/сутки, при которых водопонижение неэффективно. При высоком гидростатическом напоре в этих грунтах (более 2 ати), а также в условиях, когда необходимо обеспечивать исключение осадок на поверхности, замораживание грунтов

на ограниченных по протяжению участках трассы может применяться вместо проходки с применением сжатого воздуха.

3.73. Искусственное замораживание грунтов при проходке перегонных тоннелей может осуществляться при помощи рассольной системы охлаждения грунта с использованием компрессионных замораживающих установок, а также путем применения безрассольного низкотемпературного замораживания грунтов путем непосредственного испарения хладоагента (жидкий азот) в замораживающих скважинах.

Работы по искусственному замораживанию грунтов при рассольной системе охлаждения производятся в соответствии с требованиями «Инструкции по проектированию и производству работ по искусственному замораживанию грунтов при сооружении тоннелей и метрополитенов». При применении других систем охлаждения для замораживания грунтов руководствуются специальными инструкциями.

3.74. Проходку перегонных тоннелей с искусственным замораживанием грунтов рекомендуется осуществлять с применением, как правило, обычных или механизированных щитов в зависимости от принятой схемы замораживания грунтов и контура льдогрунтового массива, исключив возможность повреждения замораживающих труб при проходке тоннеля.

3.75. Искусственное замораживание грунтов для ограждения зоны сооружения тоннелей может осуществляться по следующим основным схемам:

1. Сплошное замораживание массива скважинами, пробуренными с поверхности. Скважины в наружных рядах заглубляются в водоупор, остальные могут не доходить до контура тоннельной выработки, оставляя незамороженным сечение, или пересекать контур тоннеля с замораживанием всего сечения. При отсутствии подстилающего водоупора глубина скважин назначается в целях создания замороженного слоя (плиты) под тоннелями, способного выдержать расчетное гидростатическое давление. Толщина замороженной плиты назначается проектом.

2. Контурное замораживание участка тоннеля скважинами, пробуренными с поверхности, заглубленными в водоупор, с последующим осушением загерметизированного отсека тоннеля путем откачки воды насосами. При наличии в кровле водоупора откачка воды может осуществляться с подачей в отсек через скважины сжатого воздуха или с подачей в отсек только сжатого воздуха с отводом воды самоизливом из специально пробуренных скважин.

3. Создание над тоннелем шатра из замороженного грунта при помощи системы наклонных скважин, заглубленных в водоупор. Грунт в сечении тоннеля не замораживается.

При значительной протяженности участка замораживания грунтов по каждой из приведенных схем его разбивают на более мелкие участки, включаемые в замораживающую систему последовательно по мере проходки тоннеля. Также последовательно ведется и отключение системы по этим участкам по мере выхода тоннеля из зоны укрепляемых грунтов. Протяженность участков и порядок их включения и выключения устанавливается проектом производства работ.

3.76. Проходку перегонного тоннеля в замороженных грунтах обычным щитом можно осуществлять при любой схеме образования льдогрунтового массива.

Применение механизированных щитов допускается только в случаях, когда грунты в сечении тоннеля не заморожены и не пересекаются замораживающими скважинами.

3.77. Разработку грунтов при щитовой проходке в тоннельном забое осуществляют преимущественно без взрывных работ, допуская их частичное применение в сочетании с разработкой отбойными молотками в скальных и полускальных грунтах, с коэффициентом крепости 3 и выше. При этом соблюдаются меры предосторожности против нарушения устойчивости льдогрунтового ограждения и повреждения замораживающих колонок, особенно если они находятся близко к контуру тоннеля вследствие возможного отклонения скважин при их бурении.

3.78. При разработке незамороженных грунтов, заключенных в пределах льдогрунтовой зоны, применяют для неустойчивых грунтов ручной инструмент, а для более плотных—механизированный ручной (отбойные молотки, пневмолопаты).

Мерзлые нескальные грунты разрабатывают также отбойными молотками или пневмолопатами имея в виду, что разработка мерзлых нескальных грунтов взрывным способом может вызывать деформацию окружающих выработку грунтов.

Последовательность работ по разработке грунта в частично замороженной зоне следующая: сначала ведут разработку незамороженных грунтов в средней части сечения тоннеля, а затем до проектного очертания производят отбойку замороженных грунтов отбойными молотками или пневмолопатами по всему контуру. Временная крепь в замороженных грунтах устанавливается в соответствии с паспортом, утвержденным главным инженером объекта.

3.79. При буровзрывном способе работ в замороженных

грунтах шпуры бурят ручными бурильными машинами при диаметре буровых коронок 32—40 мм с промывкой слабым 2—3%-ным раствором хлористого кальция, предохраняющим бур от примерзания к стенке шпура.

Шпуры располагают по концентрическим окружностям: врубовые—по окружности (0,35—0,30)Д, где Д—диаметр выработки по внешнему очертанию обделки, отбойные—по окружности не более 0,6Д, а оконтуривающие шпуры—по окружности (0,8—0,9)Д.

Глубину оконтуривающих шпуров назначают более ширины кольца тоннельной обделки, а в слабых грунтах—не более 0,8 *в*, где *в*—ширина кольца.

Глубина отбойных и врубовых шпуров принимается обычно 1,25 длины оконтуривающих. Устья оконтуривающих шпуров удаляют от контура выработки на 30—40 см. Расстояние между этими шпурами назначают не менее 1 м.

Взрывание шпуров ведут в два—три приема с применением электродетонаторов трех—четырех степеней замедления в каждом приеме. При расчете зарядов, особенно оконтуривающих шпуров, учитывается, чтобы действие их не распространялось за пределы проектного контура выработки во избежание нарушений льдогрунтовой зоны.

В качестве взрывчатых веществ используются аммониты всех типов, применение которых допускается при низких температурах. Величину зарядов врубовых шпуров можно принимать до 1 кг, а отбойных и контурных—не более 0,5 кг.

3.80. При проходке тоннелей в зоне замороженных грунтов специальные водоотливные средства не применяются, а поступление воды в забой указывает на наличие «окна» в льдогрунтовом массиве.

Если приток воды появился в неустойчивых грунтах (песок, глина) организация водоотлива не допускается, так как поступающая вода при ее движении может нарушить льдогрунтовой массив.

3.81. При обнаружении в процессе проходки тоннеля в забое замораживающей колонки, отклонившейся внутрь выработки, ее отключают от рассольного распределителя и коллектора, отрезают непригодную часть, а оставшуюся пригодную часть после сварки конца колонки включают снова в работу. Эти работы производятся организацией, осуществляющей замораживание грунтов.

3.82. При случайном повреждении замораживающей колонки в тоннельном забое немедленно сообщают на заморажи-

вающую станцию для принятия мер по отключению системы, а поступающий из колонки рассол при помощи шлангов отводят в лоток тоннеля или в имеющуюся в тоннеле емкость. Для связи замораживающей станции на поверхности с тоннельным забоем вблизи от него устанавливается телефон прямой связи со станцией.

3.83. При обнаружении в замороженных грунтах тоннельного забоя признаков оттаивания, течей, а также незамороженных грунтов работы по дальнейшей проходке прекращают и принимают меры по выявлению и устранению причин, вызвавших нарушения льдогрунтового массива.

Проходка тоннелей с водопонижением

3.84. Проходку перегонных тоннелей метрополитенов закрытым способом с применением искусственного понижения уровня грунтовых вод в целях устранения притока грунтовых вод в тоннельном забое осуществляется в неустойчивых водонасыщенных грунтах с коэффициентом фильтрации не менее 0,5 м/сутки, в устойчивых скальных водоносных трещиноватых грунтах—при гидростатическом давлении более 2 ати в целях его снижения и уменьшения притока воды в выработку.

3.85. Работы по водопонижению при проходке тоннелей производятся в соответствии с требованиями «Инструкции по проектированию и производству работ по искусственному понижению уровня грунтовых вод при сооружении тоннелей и метрополитенов».

3.86. Проходку перегонных тоннелей с водопонижением закрытым способом на мелком и глубоком заложениях производят с применением обычных или механизированных щитов, осуществляя разработку грунта применительно к условиям проходки в грунтах естественной влажности, в соответствии с пп. 3.18.—3.46. настоящего Руководства.

3.87. Способы водопонижения легкими иглофильтрами, глубинными насосами и т. п. при проходке тоннелей закрытым способом назначаются в зависимости от инженерно-геологических условий залегания грунтов, их свойств, размеров осушаемой зоны, продолжительности водопонижения, мощности водоносного горизонта, а также от принятой системы водопонижения в соответствии с п. 3.85 настоящего Руководства.

3.88. При проходке тоннелей закрытым способом могут применяться системы водопонижения:

контурная замкнутая—при расположении скважин на поверхности по контуру сооружаемых тоннелей с осуществлением осушения грунтов внутри замкнутого контура;

внутризабойная—при осуществлении водопонижения непосредственно в тоннельном забое.

3.89. Контурная система применяется для водопонижения на участках сооружения тоннелей большой протяженности, внутризабойная—для осуществления локального (местного) осушения грунтов на отдельных небольших (20—30 м) участках проходки тоннеля в целях осушения призабойной зоны.

3.90. Выбор способа водопонижения при контурной системе расположения скважин определяется требованиями, приведенными в п. 3.85 настоящего Руководства.

3.91. Внутризабойная система водопонижения осуществляется при помощи нескольких иглофильтров, внедряемых в грунт через деревянное крепление лба забоя на глубину 2—3 м в призабойную зону водоносных неустойчивых грунтов. Иглофильтры при помощи системы гибких трубопроводов соединяют с водосборным коллектором, закрепленным на стойках укладчика тоннельной обделки и далее с приводной станцией вакуумного водопонижения (например, типа УЗВ-3) Установка вакуумного водопонижения монтируется и агрегируется на тележке, перемещаемой по откаточным путям в тоннеле и может размещаться вблизи от забоя.

Внедрение в грунт иглофильтров осуществляется гидравлическим способом.

При разработке забоя по мере его продвижения иглофильтры поочередно перемещаются в глубь забоя, осуществляя непрерывное осушение независимо от проходки тоннеля.

3.92. При проходке тоннелей большой длины с контурной системой водопонижения откачка грунтовых вод ведется непрерывно на отдельных участках, разделенных поперечными рядами скважин. Участки отключаются от системы водопонижения по мере приближения тоннельных забоев.

3.93. Отключение водопонизительной системы участка допускается после возведения тоннельной обделки и окончания гидроизоляционных работ, осуществляемых на этом участке тоннеля.

3.94. Сооружение параллельных тоннелей на участке водопонижения осуществляется последовательно в каждом из забоев с обеспечением высоких скоростей проходки в целях максимального сокращения срока работы водопонизительных установок.

Проходка тоннеля методом продавливания

3.95. (4.59.). При проходке перегонных тоннелей метрополитенов в осушенных песчаных, супесчаных и суглинистых

грунтах под железнодорожными путями и автомобильными дорогами, а также под другими инженерными сооружениями в целях уменьшения возможной деформации поверхности следует применять метод продавливания обделки.

3.96. (4.60). Проходка тоннелей методом продавливания обделки должна осуществляться с помощью специальной щитовой крепи, смонтированной перед кольцами обделки тоннелей, продавливаемой в грунт домкратной установкой.

Установку следует монтировать в котловане, отрытом в начале тоннеля.

3.97. (4.61). Величина суммарного усилия домкратов для продавливания обделки в грунт должна устанавливаться проектом в зависимости от протяженности участка продавливания, глубины заложения тоннеля, несущей способности обделки в осевом направлении и физико-механических свойств грунта.

3.98. Последовательность выполнения работ при проходке тоннеля методом продавливания следующая:

разработка котлована для ножевой крепи и домкратной установки;

бетонирование кольцевой обоймы и стен камеры для домкратной установки;

монтаж специальной ножевой крепи и домкратной установки;

выдвижение крепи из камеры с врезкой крепи в грунт;

монтаж первого кольца обделки тоннеля за ножевой крепью;

продавливание крепи в грунт вместе со смонтированными кольцами обделки с освобождением места для монтажа последующих колец обделки с выемкой грунта в тоннельном забое.

Примерная технологическая схема сооружения тоннеля методом продавливания приведена в прил. 25, а техническая характеристика агрегатов для продавливания—в прил. 2.

3.99. Особенность способа проходки тоннелей методом продавливания по сравнению с проходческими механизированными щитами в том, что опорная конструкция, оборудованная гидравлическими домкратами, остается неподвижной в монтажной камере. Ножевая часть щита заменена специальной режущей ножевой конструкцией, внедряющейся в грунт забоя, и оснащается рассекающими горизонтальными площадками.

Продвижение ножевой части осуществляется вместе с собираемой за ней обделкой.

3.100. При продвижении ножевой части крепи в песчаных грунтах разработка в забое, как правило, не ведется, грунт с

площадок поступает в лотковую часть тоннеля в процессе передвижки крепи.

В супесчаных и глинистых грунтах для уменьшения усилия вдавливания грунт забоя по его контуру частично обрабатывают ручным или механизированным инструментом, ведя наблюдение за состоянием лба забоя и не допуская его нарушения.

Погрузка грунта в вагонетки ведется с лотка тоннеля породопогрузочной машиной.

3.101. В целях уменьшения усилия вдавливания в грунт, вследствие возрастания сил трения между поверхностью обделки и грунтом, поверхность спинки элементов сборной обделки целесообразно покрывать эпоксидно-фурановой мастикой или наклеивать на нее пленочный полиэтилен с односторонней волокнистой фактурой, а в зазор между поверхностью обделки и грунтом, образующийся за ножевой частью агрегата, нагнетать раствор бентонитовой глины.

3.102. Обделку перегонных тоннелей, сооружаемых методом продавливания, рекомендуется применять с увеличенным сечением диаметра (6 м), учитывая возможность отклонения тоннеля от оси при перемещении ножевой конструкции крепи.

3.103. Проходка двух или более параллельных тоннелей осуществляется последовательно, продавливая второй тоннель после окончания первого.

Усилия вдавливания при последующей проходке тоннелей могут увеличиваться по мере роста нагрузки на обделку за счет расширения зоны нарушения грунта над тоннелями (при проходке второго тоннеля) и повышения величины бокового давления. При проходке второго и последующих тоннелей пройденный ранее тоннель раскрепляется изнутри обделки для восприятия бокового давления и сохранения его геометрических размеров.

3.104. В процессе продавливания сбделки осуществляется непрерывное маркшейдерское наблюдение за поведением тоннеля, точностью положения ножевой секции и тоннеля относительно проектной оси, принимая меры по их корректировке в процессе проходки.

3.105. Протяженность участка тоннеля, сооружаемого способом продавливания одним забоем, без применения специальных мер по управлению передвижения ножевой части рекомендуется ограничивать длиной 50 м. При применении специальных устройств в ножевой части и промежуточных секций длина продавливания может быть увеличена.

3.106. Для приема проходческого агрегата после окончания

проходки на противоположном конце участка открытым способом сооружается демонтажная камера.

3.107. При сооружении тоннелей методом продавливания под железнодорожными путями без нарушения движения поездов устанавливают круглосуточное маркшейдерское наблюдение за положением путей на поверхности и организуются бригады, выполняющие подбивку балластом шпальной клетки путей в зоне просадок.

4. СООРУЖЕНИЕ ОБДЕЛОК ТОННЕЛЕЙ ПРИ ПРОХОДКЕ ЗАКРЫТЫМ СПОСОБОМ

Сборные обделки

4.1. (5.1.). При сооружении сборных железобетонных обделок тоннелей, а также монолитных бетонных и железобетонных обделок кроме правил настоящей главы следует выполнять правила, установленные главами СНиП по бетонным и железобетонным конструкциям сборным и монолитным.

4.2. (5.2.). При монтаже сборных тоннельных кольцевых обделок элементы обделок следует укладывать поочередно с каждой стороны от лоткового блока.

При сооружении тоннелей методом продавливания кольца должны собираться в открытом котловане за смонтированным участком обделки. При этом сборку кольца следует производить преимущественно из укрупненных блоков, предварительно собранных из отдельных элементов на поверхности.

4.3. (5.3.). В конструкции сборных обделок в тоннелях метрополитенов, сооружаемых закрытым способом, следует предусматривать плоский лоток в целях снижения объемов работ, выполняемых вручную при сооружении обделки и основания под путь.

Схемы и характеристики сборных обделок перегонных тоннелей, сооружаемых закрытым способом, приведены в прил. 26, 27, 28, 29.

4.4. Сборка колец обделки тоннелей с помощью лебедок допускается в устойчивых грунтах с надежной кровлей только при проходке тоннелей и камер протяженностью не более 25 м. В исключительных случаях это расстояние может быть увеличено, но не более чем до 50 м при соответствующем обосновании и согласовании с горнотехническим надзором.

Порядок сборки элементов колец обделки и приспособления для монтажа (кронштейны, отводные ролики, скобы и т. п.) назначаются проектом производства работ.

4.5. Элементы сборной обделки, особенно сопрягающиеся между собой плоскости, перед укладкой тщательно очищают от грязи, снега, льда. Обработанные поверхности металлических тюбингов очищают от машинного масла, которым эти поверхности покрыты.

4.6. Перед укладкой прорезных колец обделки в монтажной камере лоток выработки выравнивают по шаблону подсыпкой щебенки, скалыванием неровностей или путем предварительной укладки бетонной смеси. Первые лотковые элементы обделки укладывают по маркшейдерским отметкам с допусками ±10 мм от проектного положения в плане и профиле. При укладке лотковых блоков или тюбингов ведут подклинку их деревянными клиньями или выравнивают прокладками и раскрепляют их в стенки выработки. Так как нижняя поверхность лотковых элементов обычно ниже уровня откаточных путей в подходных выработках, то при их укладке необходимо обеспечивать отвод воды из лотка тоннеля по дренажной канаве или вести откачку воды погружным пневмонасосом.

4.7. Укладка последующих боковых элементов колец монтажной камеры ведется также с раскреплением их в стенки выработки. По мере укладки замеряют диаметры колец и при необходимости подклинивают отдельные элементы, а также устанавливают горизонтальные металлические стяжки из круглой стали диаметром 25—30 мм с целью предупреждения развала колец.

Геометрические размеры колец проверяют после укладки замковых элементов; допускаемая эллиптичность колец не должна превышать по любому диаметру ±50 мм.

4.8. После выверки и рихтовки первых двух—трех колец монтажной камеры заобделочное пространство заполняют забутовкой из крепких грунтов или бетонной смесью, производят конопатку торцов древесной стружкой и деревянными клиньями с последующим заполнением цементно-песчаным раствором путем его нагнетания под давлением.

Уложенные первые кольца обделки в монтажной камере выдерживают в течение двух—трех суток для твердения раствора. В грунтах, оказывающих горное давление, срок выдержки рекомендуется увеличивать до пяти—шести суток.

4.9. Монтаж колец обделок в тоннеле ведется при помощи специальных инструментов и приспособлений (оправок, болтов, шпилек, поддерживающих устройств и т. п.). Укладку каждого последующего элемента обделки можно производить только после надежного закрепления ранее уложенного.

4.10. Работы по скреплению болтами элементов сборной обделки, как правило, осуществляют механизированным способом. В качестве механизмов для скрепления применяются пневматические сболчиватели (прил. 30).

Каждое кольцо сборной обделки плотно присоединяется к предыдущему кольцу болтами, затянутыми до отказа при тюбинговой обделке, обжатием щитовыми домкратами при блочной обделке или расклинкой в торцы блоков и в плоскость забоя.

При тюбинговой обделке плотность примыкания определяется щупом (толщиной 0,1 мм), а качество затяжки болтов—гаечным ключом с рукоятью длиной 1 м усилием одной руки или ключом, оснащенным динамометром.

При сборке лотковых тюбингов металлической тоннельной обделки воду из забоя откачивают до отметки ниже уровня болтовых отверстий укладываемого элемента обделки. При укладке каждого тюбинга в кольце надо следить за чистотой их соприкасающихся поверхностей, очищая их от грунта и протирая хлопчатобумажными концами.

Установку болтов начинают с очистки болтовых отверстий тюбинга, взятого на две оправки по кольцевому стыку и на одну—по радиальному. Во избежание от проворачивания болта при затяжке на его головку надевают гаечный ключ.

При щитовой проходке производят дополнительную подтяжку болтов после передвижки щита в целях доуплотнения гидроизоляционной шайбы.

При проходке тоннелей на участках замороженных грунтов монтаж тюбингов производят на монтажных болтах с плоскими шайбами с последующей заменой их на болтовые скрепления с гидроизоляционными шайбами. Замена болтов производится при температуре обделки не ниже +5°С.

4.11. Монтаж сборной обделки тоннелей из тюбингов или блоков производится при помощи механических укладчиков тоннельной обделки. Укладчики могут быть рычажного (прил. 31) или дугового (прил. 32) типов. Техническая характеристика укладчиков тоннельной обделки приведена в прил. 33.

4.12. Для сборки колец обделки из блоков или тюбингов в соответствии с их массой и конструкцией укладчика применяются специальные захваты.

4.13. При монтаже железобетонных блоков применяют фиксирующие шпильки, которые вставляют в специальные отверстия по торцам блоков. Отверстия под шпильки в нормальных блоках располагаются по продольным стыкам об-

делки. Лотковый блок имеет отверстия под шпильки как в продольных, так и по кольцевым стыкам. Шпильки вставляют в отверстия ранее уложенного блока до начала монтажа последующего. В местах примыкания нормальных блоков к замковому вкладышу шпильки не ставят.

4.14. Монтаж обделок перегонных тоннелей при проходке без щита осуществляют при соблюдении следующих условий:

укладку лотковых блоков производят с особой тщательностью;

грунт в лотковой части очередной заходки подрабатывается по очертанию ранее собранного кольца;

для точности сборки обделки при монтаже отдельных элементов допускается применять деревянные прокладки или клинья между укладываемыми блоками или тюбингами и стенкой выработки;

необходимо обеспечивать примыкание блока к ранее уложенному кольцу путем раскрепления его в торец забоя деревянными клиньями.

Монтаж последующих блоков ведется при помощи выдвижных балок, укрепленных на укладчике тоннельной обделки, а также с подклинкой деревянными клиньями или прокладками. Монтаж замковых вкладышей из трех элементов производится вручную. Элементы вкладыша поочередно вдвигаются в паз между верхними блоками.

4.15. При монтаже сборных железобетонных или чугунных обделок тоннеля, сооружаемого обычными и механизированными щитами всех видов, доставка элементов сборных обделок к захватному устройству блокоукладчика может осуществляться по рольгангу, смонтированному в лотковой части тоннеля под блокоукладчиком. На рольганг сборные элементы поступают с тюбинговозок, с которых они снимаются при помощи электротали или гидравлическим перестановщиком.

Сборку первых нижних элементов в лотковой части производят на очищенную от грунта и грязи поверхность оболочки щита.

Оболочка щита в нижней части может быть оборудована металлическими полосами («лыжами») для предотвращения просадки лотковых элементов обделки при выдвижении оболочки щита из-под кольца обделки. Монтаж элементов обделки при этом осуществляется в том же порядке, как и при проходке без щита.

4.16. По окончании сборки каждого кольца, до передвижения щита или укладчика тоннельной обделки, а также после прохода укладчика, проверяется правильность сборки кольца

путем измерений его по вертикальному и горизонтальному диаметрам, а также по двум диаметрам под углом 45° к горизонту. Все данные об измерении кольца вносятся в ведомость укладки колец тоннельной обделки, приведенную в прил. 34.

4.17. (5.5.). Сборные обделки тоннелей, сооружаемых с помощью механизированных щитов, в глинистых грунтах при уровне грунтовых вод ниже поверхности подошвы выработки, следует возводить с обжатием в грунт. Допускается сооружение обделки с обжатием в грунт при проходке тоннелей в сухих песчаных грунтах. При проходке тоннелей без механизированных щитов сооружение сборных обделок с обжатием в грунт допускается при условии тщательного оконтуривания тоннельной выработки.

Способ обжатия и величина усилия домкратов устанавливаются проектом в зависимости от инженерно-геологических условий.

4.18. При монтаже тоннельной обделки в тоннеле, сооружаемом обычным (немеханизированным) щитом, разработку грунта осуществляют с сохранением кругового очертания, а положение и диаметр контурной линии должны соответствовать требованиям ведения щита по заданному направлению проходки и геометрическим характеристикам трассы.

4.19. Щиты для проходки тоннеля с обжатой обделкой в грунт изготавливаются без выступающих накладок по наружной поверхности оболочки.

В устойчивых грунтах хвостовая часть оболочки щита по длине обычно не превышает ширины кольца обделки. При этом оболочка перекрывает только сводовую часть выработки (не менее чем на 1/3 периметра кольца). В неустойчивых песчаных грунтах рекомендуется применять оболочку из гибких элементов, замкнутую по контуру.

4.20. При возведении обделки, обжатой в грунт, как правило, используются существующие механизмы с внесением в них соответствующих изменений, связанных с особенностями монтажа. Рекомендуется при обжатии в лотковой части обделки применение преимущественно дуговых укладчиков. При обжатии в боках и своде обделки используются рычажные укладчики.

4.21. Основными механизмами для монтажа и обжатия являются укладчик тоннельной обделки и распорные домкраты. Укладчик может быть рычажного или дугового типов.

При применении укладчика рычажного типа он оборудуется выдвижными балками для поддержания блоков выше горизонтального диаметра кольца.

4.22. Для обжатия обделки рекомендуется применять двухходовые домкраты, размещаемые непосредственно в распорном стыке либо за его пределами. Рекомендуется применять домкраты с минимальными габаритами, при этом ход плунжера должен несколько превышать предусмотренное проектом увеличение периметра обделки в обжатом состоянии.

Фиксация разжатого в грунт положения обделки осуществляется клиновыми железобетонными вкладышами.

Зазоры в распорном стыке замоноличивают бетонной смесью марки не менее «400».

4.23. Монтажные нагрузки на обделку от обжатия ее гидродомкратами принимают в зависимости от расположения распорных устройств в лотке до 60 тс (600 кН), вблизи от горизонтального диаметра—до 30 тс (300 кН), в шелыге свода—до 15 тс (150 кН). В неустойчивых песчаных грунтах усилия обжатия обделки могут увеличиваться.

4.24. Монтаж обделок, обжатых в грунт рычажным укладчиком, производят, начиная с лотковых элементов, с последующим симметричным наращиванием кольца вверх. Элементы обделки доставляются к укладчику по рольгангу.

4.25. Монтаж обделок, обжатых в грунт дуговым укладчиком, производят, начиная с верхних блоков, которые подаются сначала по рольгангу в лоток тоннеля, а затем последовательно продвигаются снизу вверх по направляющим роликам укладчика по мере установки последующих элементов кольца.

Работы по монтажу обделки дуговым укладчиком осуществляют в соответствии с требованиями заводской инструкции по эксплуатации укладчика.

4.26. Возведение сборных обделок перегонных тоннелей может также производиться с применением специального силового пневматического торового устройства, позволяющего исключить работы по заполнению строительного зазора уплотняющим материалом («пикотаж» стружкой, лесоотходами, паклей и т. п.), с применением деревянных подкладок и клиньев при монтаже колец, а также устранить потери тампонажного раствора при нагнетании и ускорить процесс ввода обделки в работу. Одновременно с этим уменьшаются отклонения размеров обделки от их проектного очертания и положения.

4.27. Работы по возведению сборной обделки с применением силового торового устройства при щитовой проходке осуществляют в такой последовательности:

монтаж кольца обделки ведется в пределах и под защитой оболочки щита без выполнения работ по обеспечению его правильного очертания. При этом рабочий орган устройства (кольцевой пневмодомкрат), прикрепленный к торцу оболочки щита, находится за внешней поверхностью предыдущего кольца обделки;

после передвижки щита герметизация строительных зазоров между обделкой и его оболочкой и между оболочкой и грунтом осуществляется путем наполнения рабочего органа сжатым воздухом под давлением не менее 0,5 ати;

обжатие собранного кольца обделки, придание ему правильного геометрического очертания и установка его в выработке производится силовым воздействием упругого рабочего органа устройства при давлении от 1,5 до 3,5 ати.

4.28. Монтаж колец сборной железобетонной обделки ведется при торовом устройстве обычным способом с установкой монтажных шпилек в ранее уложенные элементы обделки без рихтовки блоков и без применения прокладок или клиньев.

Все маркшейдерские замеры кольца и его выправление ведутся после обжатия возводимого кольца торовым устройством.

Возведение обделки с применением торового устройства производится в соответствии с требованиями «Руководства по возведению сборной обделки перегонных тоннелей с применением торового устройства одиночного типа».

Сооружение монолитно-прессованной бетонной обделки

4.29. Сооружение монолитно-прессованной бетонной обделки может осуществляться в неустойчивых грунтах, а также в устойчивых скальных. Особенностью возведения таких обделок является формование монолитной конструкции в тоннеле и обеспечение прилегания ее к поверхности горной выработки при щитовой проходке в процессе прессования.

Возведение монолитно-прессованных бетонных обделок может производиться в грунтах, способных оказать отпор бетонной смеси в процессе прессования обделки. При наличии грунтовых вод, которые могут вызвать размывание свежеотформованного бетона, необходимо производить предварительное осушение участка тоннеля при помощи водопонижения.

4.30. Выбор характеристик бетона монолитно-прессованной бетонной обделки по его прочности в эксплуатационный и в строительный период, особенности подбора состава бетонной смеси, а также определение комплекса механизмов, рас-

четные сопротивления передвижению щита, давление прессования бетонной смеси, размеры ширины бетонируемого кольца, в зависимости от его толщины и диаметра обделки, а также другие расчетные данные при возведении монолитно-прессованной бетонной обделки осуществляются в соответствии с «Техническими указаниями по возведению монолитно-прессованных бетонных обделок тоннелей при щитовой проходке».

4.31. (5.17.). При возведении монолитно-прессованной обделки в неустойчивых нескальных грунтах следует использовать щит для формования обделки под его оболочкой, при этом хвостовая часть оболочки должна перекрывать обделку на длине не менее 3 см.

В устойчивых скальных грунтах с коэффициентом крепости 1,5 и выше формование может осуществляться вне оболочки щита.

4.32. Применяемые для возведения монолитно-прессованных бетонных обделок опалубки конструируются с учетом обеспечения проектных размеров внутреннего очертания тоннельной обделки и их сохранения до набора бетоном распалубочной прочности, возможности возведения обделки и управления движением щита на прямых и кривых участках трассы, отсутствия вредных механических воздействий на обделку в период схватывания и твердения бетона.

4.33. Возведение монолитно-прессованной бетонной обделки осуществляют в сочетании с щитовой проходкой тоннеля путем организации цикличной работы применительно к технологической схеме, приведенной в прил. 21.

В цикл работ включаются следующие операции:

установка в хвостовой части щита очередной секции переставной опалубки;

заполнение бетонной смесью заопалубочного пространства из пневмобетоноукладчиков, доставляемых на специальных тележках;

прессование уложенной бетонной смеси;

разработка грунта в тоннельном забое;

снятие задней секции опалубки.

4.34. Каждая секция опалубки после ее снятия перед установкой очищается от бетонной смеси, а поверхность опалубки, соприкасающаяся с бетоном, смазывается составами, уменьшающими налипание бетона на опалубку. Снятая секция опалубки перемещается при помощи механического перестановщика к месту установки. Вначале устанавливается и закрепляется верхняя часть опалубки, затем нижняя.

4.35. Прессующее кольцо устанавливается в исходное положение после установки очередной секции опалубки и соединяется при помощи патрубка с бетоноводом.

4.36. Приготовление бетонной смеси на бетонном узле и погрузка ее в пневмобетоноукладчики ведется одновременно с установкой секции опалубки. Доставка бетонной смеси осуществляется в пневмоподатчиках к месту укладки, которые по мере бетонирования поочередно присоединяются к бетоноводу и магистрали сжатого воздуха, наполняя заопалубочное пространство. Могут применяться и другие схемы организации снабжения бетонной смесью, которые определяются в зависимости от местных условий.

4.37. После заполнения заопалубочного пространства бетоном перекрывается отверстие в торце прессующего кольца запорным устройством бетоновода.

4.38. Длину опалубки (количество секций) назначают в зависимости от принятой в проекте скорости возведения обделки (метров в сутки) и минимально допустимого времени выстойки бетона в опалубке, в сутках, а также с учетом возможной технически обоснованной скорости щитовой проходки.

4.39. Отрыв опалубки от бетона осуществляется при помощи специальных домкратов.

Лотковая часть заопалубочного пространства предварительно осушается путем откачки воды перед началом бетонирования очередного кольца.

4.40. Заполнение заопалубочного пространства начинают с подачи «пусковой смеси», цементно-песчаного раствора состава 1 : 2 и В/Ц = 0,8 — 0,85 в объеме одного пневмоподатчика (0,6 м^3).

В сводовую часть обделки рекомендуется укладывать бетонную смесь с минимальным содержанием воды, обеспечивающим подвижность при ее продвижении по трубам.

Объем бетонной смеси, уложенной в опалубку, обычно составляет не менее 93% объема заобделочного пространства.

4.41. (5.18.). Бетонную смесь при монолитно-прессованной обделке следует укладывать равномерно по обе стороны опалубки, а формование ее следует осуществлять в две стадии:

на первой стадии—давлением под торцом прессующего устройства величиной до 3-5 кгс/см^2 (0,3-0,5 МПа) в течение 3—6 мин;

на второй стадии—давлением под торцом прессующего устройства максимальной проектной величины, продолжительность которого устанавливается в зависимости от инженерно-геологических условий.

4.42. В зависимости от инженерно-геологических условий при возведении монолитно-прессованной бетонной обделки, в особенности под сооружениями и подземными коммуникациями, устанавливают возможные смещения грунтового массива в зависимости от максимального давления прессования и в соответствии с «Техническими указаниями по возведению монолитно-прессованных бетонных обделок тоннелей при щитовой проходке».

4.43. (5.19.). Поверхность монолитно-прессованной обделки следует увлажнять не позднее чем через 3 ч после распалубливания и в дальнейшем в течение 3 суток через каждые 6 ч.

При относительной влажности в тоннеле более 80% увлажнение не ведется.

4.44. При наличии в обделке пустот их поверхность очищают от слабого бетона, промывают струей воды под напором и заполняют бетонной смесью.

4.45. (5.20.). Бетонную смесь для возведения монолитно-прессованной обделки следует приготавливать преимущественно на строительной площадке при тоннеле.

Допускается приготовление бетонной смеси на заводе с доставкой ее автобетоновозами и подачей в тоннель по трубопроводу.

4.46. (5.21.). При подборе состава бетонной смеси для возведения монолитно-прессованной бетонной обделки должна обеспечиваться подвижность смеси в период укладки и формования в пределах 5—11 см осадки стандартного конуса.

4.47. Подбор состава бетонной смеси для монолитно-прессованной бетонной обделки рекомендуется выполнять в соответствии с «Техническими указаниями по возведению монолитно-прессованных бетонных обделок тоннелей при щитовой проходке».

4.48. При сооружении тоннеля с монолитно-прессованной бетонной обделкой управление движения щитом осуществляется смещением равнодействующих усилий щитовых домкратов относительно вертикальной и горизонтальной осей щита в его поперечном сечении, соответствующей установкой секций опалубки с клиновидными прокладками для поворота их относительно оси тоннеля, в соответствии с мероприятиями, приведенными в пп. 3.27., 3.29.

4.49. Перемещение щита с поворотом в какую-либо сторону рекомендуется начинать при положении прессующего устройства, устанавливаемого с перекосом в противоположную сторону.

Первичное нагнетание за обделку

4.50. Процесс первичного нагнетания заключается в заполнении раствором зазора между обделкой и грунтом.

4.51. (5.26.). Пустоты за внешним очертанием обделки глубиной до 0,5 м должны заполняться нагнетанием за обделку цементно-песчаного раствора. Пустоты более 0,5 м должны заполняться бетонной смесью. Допускается производить забутовку пустот глубиной более 0,5 м с последующим нагнетанием цементно-песчаного раствора.

4.52. Нагнетание за обделку тоннелей производится с целью создания равномерного распределения давления грунта на тоннельную обделку, улучшения ее статической работы, уменьшения деформации обделки и предупреждения осадки подземных и наземных сооружений, повышения водонепроницаемости тоннельной обделки, уменьшения ее коррозии и устранения течей при их возникновении.

Для повышения водонепроницаемости, уменьшения усадочных явлений, увеличения зоны растекания и регулирования сроков схватывания в нагнетаемые растворы вводятся специальные добавки. Одной из эффективных добавок является бентонитовая глина, позволяющая повысить его пластичность и подвижность, а также уменьшить расслаивание. Добавление бентонитовой глины несколько уменьшает прочность раствора и удлиняет сроки его схватывания, что следует иметь в виду, применяя ее при щитовой проходке.

4.53. Материалы для нагнетания растворов и добавки к ним применяют в соответствии с требованиями «Инструкции по производству работ по нагнетанию растворов за обделки тоннелей».

При температуре в тоннеле ниже +5°С и при проходке тоннелей в замороженных грунтах нагнетание ведут с соблюдением дополнительных требований и с добавками хлористого кальция в количестве, назначаемом в зависимости от температуры среды.

4.54. При наличии активных течей через обделку после нагнетания рекомендуется производить дополнительное нагнетание с добавлением в цементно-песчаный раствор бентонитовой глины, асбестовой пыли или древесных опилок или осуществлять цементацию окружающего грунтового массива, которая может выполняться до проходки тоннеля на этих участках.

4.55. Растворы для первичного нагнетания применяются соответственно следующим требованиям:

не иметь расслаивания в течение 1 ч более 20%;

иметь растекаемость в начале нагнетания 16—20 см;

иметь сроки схватывания: для обводненных тоннелей начало—через 40—60 мин, конец—через 3—5 ч от начала затворения;

для необводненных тоннелей начало—через 3—4 ч, конец—через 6—8 ч от начала затворения.

Примерные составы растворов приведены в прил. 35.

Затвердевший за обделкой раствор должен иметь однородную плотную структуру и быть безусадочным, что обеспечивается подбором его состава, в соответствии с «Инструкцией по производству работ по нагнетанию растворов за обделки тоннелей», приведенной в п. 4.53 настоящего Руководства.

4.56. (5.27.). Перед нагнетанием раствора зазоры между обделкой и оболочкой щита или грунтом (при горном способе) должны быть заполнены уплотняющим материалом или закрыты специальным устройством, не пропускающим раствор.

Швы между элементами обделки должны быть также тщательно законопачены.

Состав раствора, введение добавок, ускоряющих схватывание, и их рецептура должны контролироваться лабораторией в процессе производства работ не менее 1 раза в сутки.

4.57. В качестве специального устройства для уплотнения строительного зазора при щитовой проходке целесообразно применение пневматического торового устройства (см. пп. 4.26—4.28. настоящего Руководства).

4.58. Растворы для нагнетания приготовляют преимущественно непосредственно на месте работ по нагнетанию. Подачу песка и цемента осуществляют в закрытых контейнерах с внутренней перегородкой для разделения песка и цемента или в вагонетках с разделительной стенкой.

Можно подавать в тоннель готовый раствор контейнерами с растворного узла или по трубопроводу с поверхности при условии дополнительного перемешивания раствора перед нагнетанием.

4.59. Загрузка материалов в аппарат для нагнетания производится с комплексной добавкой в следующем порядке: сначала наливают воду и в нее добавляют ускоритель твердения (хлористый кальций), затем отвердитель (например, щавелевую кислоту) и полимерную добавку, а потом при непрерывном перемешивании загружают цемент и песок. Перемешивание начинают после введения ускорителя твердения и продолжают до поступления раствора за обделку.

4.60. Для первичного нагнетания можно применять насосы механического действия или пневморастворонагнетатели

(прил. 36). Работы по нагнетанию могут производиться при помощи специальной технологической тележки (прил. 37).

4.61. Для одновременного и равномерного нагнетания раствора в несколько скважин рекомендуется применять распределительные устройства, имеющие ответвления из нескольких патрубков, привариваемых к основному растворопроводу.

4.62. Для транспортирования раствора от растворонасоса к скважинам применяются гибкие резиновые шланги.

4.63. (5.28.). Первичное нагнетание цементно-песчаного раствора за сборную обделку тоннеля должно производиться за каждое последнее уложенное кольцо в такой технологической последовательности:

при щитовой проходке в нижней части кольца нагнетание производится после установки блоков кольца до горизонтального диаметра, а в верхней части сечения—на предыдущем кольце;

при сооружении тоннеля без щита в нижней части кольца нагнетание производится после установки блоков кольца до горизонтального диаметра, а в верхней части—после монтажа всего кольца.

Допускается в устойчивых и плотных грунтах с коэффициентом крепости 1,5 и выше нагнетание производить до уровня горизонтального диаметра последнего собираемого кольца, а на всю высоту кольца—с отставанием не более трех колец.

Нагнетание раствора за обделку, сооружаемую с обжатием в грунт при проходке перегонных тоннелей с помощью механизированных щитов, производиться не должно.

4.64. (5.30.). Процесс нагнетания должен осуществляться непрерывно до полного заполнения пустот. Нагнетание должно производиться снизу вверх по кольцу.

Окончание нагнетания за сборные обделки следует определять по появлению раствора в вышележащих пробочных отверстиях, а за монолитные обделки—по отсутствию поглощения раствора в течение 10—15 мин при давлении, не превышающем 4 кгс/см² (0,4 МПа).

4.65. (5.29.). Нагнетание раствора за монолитную бетонную обделку должно производиться на участках длиной до 20—30 м по достижении бетоном обделки проектной прочности.

4.66. (5.31.). Для нагнетания раствора должны применяться передвижные тележки, оснащенные насосами и оборудованием для подъема контейнеров и вагонов с раствором или сухой смесью (см. прил. 37).

4.67. Зазор между обделкой и грунтом, либо обделкой и оболочкой щита перед нагнетанием раствора для предотвра-

щения его вытекания при нагнетании заполняют (пикотаж) со стороны забоя. Допускается применение для заполнения зазора древесных стружек и мелких лесоотходов. Рекомендуется использование для этой цели торового устройства на щите (см. пп. 4.26—4.28. настоящего Руководства, прил. 38).

Перед первичным нагнетанием допускается также конопатить швы в обделке паклей, которая должна быть извлечена до чеканки канавок. В отверстия, через которые нагнетание уже произведено, вставляют деревянные пробки, извлекаемые после затвердевания раствора.

4.68. (5.32.). Нагнетание раствора за обделку тоннелей, сооружаемых в искусственно-замороженных грунтах, должно производиться вслед за возведением обделки и полностью заканчиваться до оттаивания грунтов. Раствор при выходе из инъектора должен иметь температуру не менее +20°С. Состав раствора, количество и виды добавок устанавливаются проектом.

4.69. При нагнетании раствора в замороженных грунтах рекомендуется применение добавок хлористого кальция в пределах 2—3% от массы сухого цемента.

4.70. При проведении работ по цементации окружающего тоннель грунтового массива нагнетание производят через скважины, пробуренные в отверстия для нагнетания в сборной обделке, или специально пробуренные скважины диаметром 40—50 мм в монолитной обделке.

Парамегры цементации—глубина скважин, величина рабочего давления и составы растворов назначают в проекте в зависимости от инженерно-геологических условий. Цементация проводится, как правило, после окончания нагнетания раствора за обделку.

4.71. При выполнении цементации ведется проверка водопоглощения грунта путем нагнетания воды в контрольные скважины, при этом цементация считается достаточной, если скважина поглощает не более 0,01 л/мин воды.

4.72. При обнаружении течей в железобетонной сборной и монолитно-прессованной бетонной обделке устранение их производится с учетом фактических данных в тоннеле, где фиксируются места течей и определяются скважины, намечаемые для нагнетания в них раствора. Расстояние между скважинами и их количество определяются в зависимости от активности поступления воды через обделку: в своде от 1 до 2 м, а для стен от 1 до 1,5 м.

При наличии одиночных течей скважины располагают одну в месте появления течи и 3—4 вокруг нее на расстоянии от 1

до 1,5 м. Глубину скважины можно принимать на 30—50 см за пределами внешнего контура обделки. В качестве растворов применяют рекомендуемые при контрольном нагнетании (см. прил. 35).

4.73. При выполнении работ по нагнетанию раствора за обделку тоннеля ведутся журналы производства работ, а также составляются акты освидетельствования скрытых работ по нагнетанию раствора.

Гидроизоляция обделки

4.74. (5.33.). Гидроизоляцию стыков, болтовых соединений, отверстий и пробок в сборных обделках следует производить в соответствии с правилами производства и приемки работ, установленными главой СНиП по устройству сборных бетонных и железобетонных конструкций, а также главой СНиП по устройству кровель, гидроизоляции, пароизоляции и теплоизоляции.

При использовании аэрированных растворов для гидроизоляции стыков заполнение их должно производиться с помощью специальных пистолетов, тип которых определяется в зависимости от применяемых в растворе компонентов. В период твердения раствора его необходимо увлажнять.

Контрольное нагнетание

4.75. Контрольное (повторное) нагнетание за все виды сборных обделок производят с целью повышения водонепроницаемости швов тоннельной обделки для заполнения усадочных и других трещин в затвердевшем растворе первичного нагнетания.

4.76. (5.34.). Контрольное (повторное) нагнетание следует производить согласно требованиям п. 4.57. (5.27.) настоящей главы. При сборной металлической обделке контрольное нагнетание следует производить до чеканки швов растворонасосами при давлении не более 10 кгс/см^2 (1 МПа). Величина давления при контрольном нагнетании раствора за сборную железобетонную обделку устанавливается проектом.

4.77. Составы раствора для контрольного нагнетания за обделку и для цементации грунтов применяют в соответствии с приведенными в прил. 35 (для контрольного нагнетания). Одним из эффективных средств для повышения водонепроницаемости цементных растворов является добавка к ним бентонитовой глины.

4.78. Растворы для контрольного нагнетания и цементации применяются с соблюдением следующих требований:

марка цемента «300»—«400»; растекаемость в начале нагнетания 26—28 см, в конце 15—16 см;

иметь сроки схватывания: для обводненных тоннелей начало через 40—60 мин, конец—через 2—4 ч от начала затворения; для необводненных тоннелей начало—через 3—4 ч, конец—через 6—8 ч от начала затворения;

не размываться водой более чем на 0,5% при скорости ее течения 10 м/с;

иметь водонепроницаемость В4.

4.79. Для контрольного нагнетания применяют растворонасосы механического действия (прил. 39) производительностью не более 1 $м^3$/ч, способные создавать давление не менее 10 $кгс/см^2$ (1МПа).

4.80. Контрольное нагнетание раствора необходимо производить по всему периметру тоннеля. В случаях, когда ведется цементация грунтового массива, контрольное нагнетание за обделку из чугунных тюбингов не производится.

Контрольное нагнетание раствора при тюбинговой чугунной обделке производят вслед за проходкой тоннеля на расстоянии, устанавливаемом в зависимости от протяженности механизированного горно-проходческого комплекса, применяемого при проходке тоннеля вне его пределов, но не менее 30 м и ведется перед переболчиванием и зачеканкой швов.

При сборных железобетонных обделках, для которых контрольное нагнетание является также гидроизоляционным мероприятием, нагнетание производится после выполнения чеканочных работ. В сухих грунтах контрольное нагнетание осуществляют при всех видах обделок после расчеканки швов обделки. Нагнетание ведут до тех пор, пока не прекратится поглощение раствора при величине давления, установленного в проекте.

Гидроизоляция стыков и отверстий

4.81. Гидроизоляция стыков и отверстий сборной железобетонной обделки осуществляется следующим образом:

стыки между элементами обделки—путем заполнения их и последующей чеканкой канавок водонепроницаемым расширяющимся цементом (ВРЦ) или ВРЦ с добавкой микроасбеста, гипсоглиноземистым цементом или безусадочным уплотняющим составом (БУС) и последующим нагнетанием в стыки раствора, являющимся одновременно и контрольным нагнетанием за обделку;

болтовые отверстия (при отсутствии в них болтовых скреплений) и отверстия для нагнетания—чеканкой их ВРЦ или БУС;

болтовые отверстия при наличии в них болтовых скреплений—путем постановки под их головкой и гайкой гидроизоляционных шайб с последующей затяжкой болтов.

4.82. Материалы для гидроизоляции стыков и добавки к ним применяются в соответствии с требованиями, приведенными в «Технических указаниях по гидроизоляции стыков, отверстий для нагнетания и болтовых отверстий в сборной железобетонной обделке тоннелей метрополитенов, сооружаемых закрытым способом».

Гидроизоляция сборной обделки тоннелей, сооружаемых в замороженных грунтах, как правило, производится после оттаивания грунтов и при температуре обделки не ниже +5°С.

4.83. Выполнение гидроизоляционных работ производится по п. 4.81. с учетом следующих требований:

перед чеканкой канавок очищается от грязи внутренняя поверхность тоннеля, вода из лотка отводится, а канавки и швы, в случае загрязнения и наличия в них пикотажного материала, полностью очищают и промывают водой под давлением;

до начала чеканки канавок в отверстия, образованные фасками (при их наличии) в местах пересечения швов, ставятся деревянные пробки.

4.84. Чеканка канавок в сборной железобетонной обделке производится при щитовой проходке без буровзрывных работ не ближе 30 м и не дальше 50 м от забоя; при взрывных работах до проведения контрольного нагнетания в стыки (и одновременно за обделку) выполняется на полную глубину канавки. Перед укладкой в канавки уплотняющих материалов канавки очищают сухим песком при помощи пескоструйного аппарата, продувают сжатым воздухом и смачивают водой.

4.85. Чеканка канавок производится ВРЦ, гипсоглиноземистым цементом или БУС, увлажненными (при отсутствии течей в тоннеле) водой в количестве 15—18% от массы материала или смесью с добавкой к ним микроасбеста в количестве 15—20% от их массы.

ВРЦ или БУС с добавкой микроасбеста рекомендуется применять в сухих тоннелях. При наличии течей в тоннеле увлажнение должно составлять 8—10%.

4.86. Укладка и чеканка уплотняющих материалов в канавках, как правило, ведется в направлении от свода к лотку.

Работы в верхней части тоннеля по чеканке швов и контрольному нагнетанию ведутся с технологической чеканочной

тележки (прил. 40), а при укладке уплотняющих материалов применяют механические пневматические цементоукладчики (прил. 41).

4.87. Уплотняющие материалы укладывают вначале в продольные канавки и места сопряжений, а затем в кольцевые (а при наличии деревянных пробок в крестовинах—в продольные канавки и около пробок, а затем—в кольцевые).

Укладка и чеканка швов ведется в два—три слоя толщиной 2 см каждый, участками длиной по 3—4 м.

При перерывах каждый зачеканенный слой смачивается водой непосредственно перед возобновлением работ.

Время приготовления одной порции ВРЦ или БУС с массой 2—3 кг составляет обычно не более 10 мин.

4.88. Чеканку канавок производят пневматическими молотками (прил. 42) с наборами чеканочных наконечников.

После чеканки канавок на всю глубину поверхность зачеканенного в них материала первые три дня поливают водой не реже 1 раза в смену.

4.89. После возобновления работ по чеканке канавок торец зачеканенного материала срубают под углом 90° и промывают водой, после чего чеканка может быть продолжена.

4.90. Гидроизоляция в сборной железобетонной обделке отверстий для первичного нагнетания и болтовых отверстий производится до нагнетания в стыки.

Отверстия для первичного нагнетания очищают от раствора на всю глубину, продувают сжатым воздухом и промывают водой, а затем зачеканивают ВРЦ или БУС с увлажнением водой 15—20% от массы ВРЦ, укладывая и чеканя их двумя—тремя слоями.

Набивку ВРЦ или БУС в отверстия производят круглым наконечником.

Гидроизоляция болтовых отверстий в блоках, имеющих болты в качестве постоянного скрепления, производится гидроизоляционными шайбами, устанавливаемыми под головкой, и гайкой с затяжкой болтов пневматическими сболчивателями. Поверхность бетона около отверстия и болты предварительно покрывают битумным лаком.

4.91. Контрольное нагнетание в стыки между элементами сборной железобетонной обделки производится после чеканки канавок, а также отверстий для первичного нагнетания, гидроизоляции болтовых отверстий и является процессом работ, выполняемым в целях обеспечения водонепроницаемости обделки. Нагнетание в стыки выполняется после отвердения зачеканенного материала в канавках не ранее как через трое суток.

4.92. Нагнетание в стыки осуществляется при помощи гидропресса с манометром через скважины, пробуренные в местах пересечения швов до грунта, и ведется с использованием специального инъектора с резиновым уплотнителем.

4.93. Контрольное нагнетание в стыки ведется чистым цементным раствором из цемента марки «400». В обводненных условиях применяют добавки смолы МФ-17 в количестве 1% от массы обычного портландцемента, или алюмината натрия в количестве 2—3% от веса воды затворения. При применении смолы МФ-17 к ней добавляется отвердитель—10%-ная щавелевая кислота в количестве 20% от массы смолы МФ-17.

Водоцементное отношение для раствора может приниматься 0,8—1.

4.94. При приготовлении раствора для контрольного нагнетания в стыки соблюдают следующие правила: раствор приготавливается на месте не ранее чем за 30 мин. до нагнетания в последовательности: растворомешалку наполняют дозированным количеством воды, затем добавляют алюминат натрия или вводят щавелевую кислоту и смолу МФ-17, а затем загружают цемент, непрерывно перемешивая. Раствор, не израсходованный в течение 2 ч, применять не допускается.

4.95. Нагнетание раствора в стыки ведут при давлении, установленном в проекте, последовательно в каждую скважину, в крестовинах снизу вверх от кольца к кольцу при открытых вышерасположенных скважинах. После окончания нагнетания в скважину кран инъектора закрывается, а инъектор оставляется в скважине в течение 20—30 мин при снятом шланге. После снятия инъектора отверстия в стыках зачеканиваются ВРЦ или БУС.

4.96. Гидроизоляция стыков и отверстий в местах примыкания к тоннелю притоннельных сооружений производится после окончания строительных работ в этих сооружениях во избежание деформации гидроизоляции.

4.97. В качестве гидроизоляции стыков могут применяться аэрированные растворы, позволяющие осуществлять укладку с уплотнением их в швах механизированным способом с заменой ВРЦ или БУС обычными видами портландцемента, добавлением специальных вспенивающих добавок (например, типа «Экстра» или «Прогресс»).

Затвердевший аэрированный раствор имеет пониженные показатели водопоглощения и водопроницаемости по сравнению с другими растворами.

При применении аэрированных растворов руководствуются требованиями проекта и «Технических указаний по примене-

нию аэрированных растворов для гидроизоляции тоннельных обделок».

4.98. При гидроизоляции металлических тоннельных обделок осуществляют изоляцию отверстий для болтов и нагнетания, а затем чеканку швов.

Болтовые отверстия изолируют при монтаже обделок при помощи гидроизоляционных шайб. Гидроизоляция может осуществляться металлическими сферическими шайбами путем заполнения околоболтового зазора уплотняющими материалами при вдавливании их в зазор, при затяжке болта за счет выпрямления металлических сферических оболочек со стороны головки и гайки болта.

4.99. Изоляция болтовых отверстий может также производиться при помощи пластмассовых шайб.

4.100. Гидроизоляция болтовых отверстий при проходке тоннелей с металлической обделкой в местах расположения проемов притоннельных сооружений, а также сооружаемых на участках с искусственным замораживанием грунтов осуществляется путем переболчивания болтов, установленных на этих участках, с плоскими шайбами. В этих случаях производится снятие болтов с плоскими шайбами и установка вместо них комплектов болтов, оснащенных сферическими или пластмассовыми шайбами.

4.101. Гидроизоляция отверстий для нагнетания в тоннелях с металлической обделкой осуществляется при помощи гидроизоляционных асбобитумных или пластмассовых шайб.

4.102. Гидроизоляцию швов металлической обделки ведут при помощи ВРЦ, гипсоглиноземистого цемента или БУС, как и при сборной железобетонной обделке, в соответствии с пп. 4.83—4.89 настоящего Руководства. Перед заполнением канавок их очищают сухим песком до металлического блеска пескоструйным аппаратом с последующей продувкой сжатым воздухом.

4.103. Последовательность проведения гидроизоляции металлических тоннельных обделок следующая:

ведут очистку поверхности обделки, подтягивают болты и проверяют их гидроизоляцию (в отдельных случаях болты заменяют);

очищают и изолируют отверстия для нагнетания;

очищают канавки по стыкам;

заполняют и зачеканивают швы.

4.104. Гидроизоляция отверстий для нагнетания в металлической обделке осуществляется в следующем порядке:

снимают пробки для нагнетания;

очищают шлямбуром отверстия от цементного раствора, а резьбу прогоняют метчиком;

ввертывают в отверстие пробку с надетой на нее гидроизоляционной шайбой.

При срыве резьбы в отверстиях для нагнетания их заделывают, зачеканивая ВРЦ или БУС, несколькими слоями на всю глубину отверстия торцовой чеканкой круглого сечения.

4.105. В зонах большого гидростатического давления с большим притоком воды применяют для чеканки швов свинцовую проволоку или освинцованный шнур. Перед укладкой в канавку поверхность шнура или проволоки очищают до металлического блеска. Отрезки свинцовой проволоки (шнура) стыкуют внахлестку: в кольцевых швах—на длину не менее 30 мм, в продольных—на ширину канавки. Заусенцы свинца удаляют чеканочным наконечником, причеканивая к основной массе свинца. Заполнение ВРЦ или БУС канавок поверх свинца производят не ранее чем через 8 ч и не позднее 24 ч после зачеканки свинцом.

4.106. Местные повреждения (трещины, сколы) в элементах сборной железобетонной обделки, не влияющие на долговечность и несущую способность конструкции, могут быть отремонтированы:

отдельные местные небольшие по глубине и ширине трещины—расшивкой, их промывкой и зачеканкой ВРЦ или БУС;

небольшие по длине и ширине сколы граней канавок—расшивкой места скола, промывкой водой и зачеканкой ВРЦ или БУС.

Восстановительные работы производят до чеканки канавок, контрольного нагнетания в швы и за обделку тоннеля.

4.107. В местах сопряжения обделок из сборного железобетона с металлической, а также при сопряжениях металлических обделок с монолитными конструкциями обделок применяют гидроизоляцию из стальных листов толщиной 8—10 мм.

В отдельных случаях металлическая изоляция применяется одновременно в качестве опалубки для монолитных конструкций при сопряжении перегонных тоннелей с камерами, другими межтоннельными и притоннельными сооружениями на трассе. При этом к листам металлической гидроизоляции со стороны, обращенной к монолитной несущей конструкции, привариваются металлические анкеры в виде отдельных стержней или каркасов.

4.108. Стальные листы металлоизоляции предварительно подготавливают на поверхности: размечают, выправляют, очищают от ржавчины, приваривают к ним анкеры.

На месте работ в тоннеле листы металлоизоляции при установке раскрепляют и сваривают между собой.

Для нагнетания раствора за обделку и в зазор между ней и гидроизоляцией вваривают в металлоизоляцию патрубки с резьбой, а по окончании нагнетания их срезают и отверстия заваривают.

Величину давления при нагнетании назначают (в зависимости от гидростатического давления) не более 5 кгс/см² (0,5 МПа).

После окончания сварочных работ гидроизоляция проверяется на герметичность швов под давлением сжатого воздуха, которое не следует повышать против установленного в проекте более чем в 1,4 раза. Гермегичность швов может также проверяться промазкой швов с одной стороны листов керосином.

4.109. При сопряжении сборной металлической обделки со сборной железобетонной или монолитной осуществляют металлоизоляцию с последующим заполнением образующейся полости путем нагнетания цементно-песчаным раствором, а швы в месте сопряжения металлоизоляции с торцевыми поверхностями обделок зачеканивают ВРЦ или БУС.

4.110. Работы по осуществлению гидроизоляции сопряжений выполняются только после установки прижимных планок (чугунных или стальных) на болтах и нагнетания раствора за обделку.

4.111. В местах устройства сопряжений сборных металлических или железобетонных обделок с монолитными, имеющими оклеечную гидроизоляцию, устанавливаются стальные прижимные планки на болтах по контуру изолируемого сопряжения с последующей чеканкой шва.

5. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ И УСТРОЙСТВА ПРИ СООРУЖЕНИИ ТОННЕЛЕЙ ЗАКРЫТЫМ СПОСОБОМ

(транспорт, водоотлив, освещение и вентиляция на период строительных работ)

Транспорт в тоннеле

5.1. (6.1.). Транспортирование грунта и материалов при сооружении перегонных тоннелей должно производиться без перегрузок.

5.2. (6.2.). Вертикальное транспортирование грунта и материалов при проходке тоннелей и других выработок в разных

горизонтах следует осуществлять с помощью вспомогательных грузовых подъемников, для которых допускается применение электрических редукторных лебедок.

5.3. (6.3.). При строительстве тоннелей закрытым способом следует использовать рельсовый и самоходный безрельсовый транспорт.

При сооружении перегонных тоннелей метрополитенов закрытым способом следует использовать преимущественно рельсовый транспорт (узкоколейный).

Транспортирование грунта в перегонных тоннелях метрополитенов должно производиться в вагонетках емкостью не менее 1,5 м³.

Сухая цементная смесь для нагнетания за обделку должна доставляться в тоннель в контейнерах. Элементы сборной обделки должны перевозиться на специальных платформах. Длинномерные материалы должны доставляться в специальных вагонах. Техническая характеристика вагонеток и тележек приведена в прил. 43.

В качестве транспортных средств могут применяться большегрузные саморазгружающиеся вагоны (например, типа ВПК-7 или ВПК-10).

Доставка бетонной смеси в тоннель (к бетоноукладчикам, пневмонагнетателям, месту укладки) должна осуществляться с помощью опрокидных вагонеток при использовании рельсового транспорта для строительства тоннелей. Рекомендуется также транспортирование бетонной смеси в пневмобетоноукладчиках на рельсовом ходу.

5.4. Доставка бетонной смеси к месту укладки в перегонных тоннелях, сооружаемых с монолитно-прессованной бетонной обделкой, осуществляется в специальных пневмобетононагнетателях емкостью 0,7 м³ и более на рельсовом ходу, соединенных между собой в отдельные составы.

5.5. (6.4.). На рельсовых путях с уклоном более 10‰ должны предусматриваться устройства, исключающие возможность самокатного движения подвижного состава (шлагбаумы, башмаки под колеса и т. п.).

5.6. (6.5.). В качестве основного тягового средства для перемещения составов следует применять контактные и аккумуляторные электровозы постоянного тока.

Для перемещения составов на расстояние до 100 м допускается применять лебедки, толкатели и др.

Техническая характеристика шахтных электровозов, применяемых при сооружении перегонных тоннелей метрополитенов, приведены в прил. 44.

5.7. (6.6.). В горизонтальных выработках следует укладывать два узкоколейных пути с устройством через 200—300 м односторонних или перекрестных съездов.

В выработках протяженностью свыше 500 м допускается укладка одного пути с устройством разъездов через 200—300 м и при укладке двух путей вблизи околоствольного двора и в зоне забоя.

5.8. (6.7.). Величина радиуса закругления кривых рельсового пути должна быть не менее 7-кратной длины наибольшей жесткой базы подвижного состава при скорости движения 1,5 м/с и 10-кратной длины жесткой базы при скорости более 1,5 м/с и при углах поворота более 90°.

5.9. (6.8.). Величина уширения колеи на участках кривых радиусом 8—10 м должна быть: при жесткой базе 600 мм—10 мм; то же 800—810 мм—15 мм; и 1100 мм—20—25 мм.

Величина превышения наружного рельса пути на участках кривых радиусом 8 м должна быть 20 мм при скорости движения 1,5 м/с и 35 мм при скорости движения 2 м/с, а на участках кривых радиусом 10 м должна быть 15 мм при скорости движения 1,5 м/с и 25 мм при скорости движения 2 м/с.

5.10. Отклонения от нормальной ширины колеи как на прямых, так и на кривых участках пути принимаются по уширению не более 4 мм и по сужению 2 мм. Величина зазора между стыками рельсов принимается не более 5 мм. Ширина междупутья, а также высота подвески контактного провода при электровозной откатке назначается в соответствии с правилами техники безопасности.

5.11. (6.9.). Для устройства рельсового пути при электровозной тяге надлежит использовать преимущественно рельсы Р-24. Выбор типа рельсов в зависимости от применяемого горнопроходческого оборудования должен определяться проектом производства работ.

5.12. (6.10.). Рельсовый путь в тоннеле следует укладывать собранными звеньями на заранее подготовленное основание. Рельсы узкоколейного пути должны укладываться со стыками на весу.

5.13. Стрелочные переводы, укладываемые в перегонных тоннелях, применяются только заводского изготовления с остряками примыкающего типа и оборудуются ручным или механическим передвижным механизмом. Стрелочные переводы, как правило, применяют проходные для типов электровозов, принятых на откатке. Типы стрелочных переводов и их геометрические размеры должны соответствовать ГОСТ 7477—55 (*прил. 45 и 46*).

5.14. Количество породных вагонов в составе поезда определяется из условий погрузочных работ у забоя и проверяется тяговым расчетом. Для маневренной работы подвижного состава в зоне забоя и у околоствольного двора применяют приводные лебедки, серийно изготавливаемые промышленностью.

5.15. (6.11.). Безрельсовый транспорт с двигателями внутреннего сгорания допускается применять при сооружении перегонных тоннелей метрополитенов мелкого заложения.

Транспортные средства при этом оборудуются соответствующими обустройствами для работы в подземных условиях.

5.16. Транспортирование грунта из забоя при безрельсовом транспорте в тоннеле, сооружаемом закрытым способом на мелком заложении, можно осуществлять автомобилями-самосвалами, грузоподъемность и тип которых назначается проектом в зависимости от принятых параметров проходки тоннеля (скорости сооружения, вида обделки, габаритов тоннеля и т. п.).

Транспортировку материалов к тоннельному забою в этом случае (элементов обделки, контейнеров с раствором для нагнетания и т. п.) осуществляют также в автомобилях-самосвалах, используемых для вывоза грунта на шахтной поверхности; при этом в зоне разгрузки их в тоннеле предусматривают средства для механизации и соответствующие приспособления (тельферы, краны и т. п.).

5.17. При проходке перегонных тоннелей с автотранспортом без применения шахтного подъемника для въезда автомобилей в тоннель устраивают котлован с наклонным спуском (пандусом) с поверхности до уровня плоского лотка тоннеля с уклоном не более $1 : 8^0/_{00}$.

Поверхность пандуса укрепляют сборными железобетонными инвентарными плитами, применяемыми для дорожных покрытий, или выполняют ее из монолитного бетона.

5.18. Подачу автомобилей в тоннель производят по плоскому лотку тоннельной обделки, а погрузку грунта в кузов автомобиля в забое ведут при помощи породопогрузочной машины и перегрузочного ленточного транспортера.

Рекомендуется применение автопоездов, состоящих из одного автомобиля с прицепом, подаваемого в тоннель задним ходом, или из двух автомобилей с двумя прицепами, помещаемыми между ними.

Подача и выезд автомобилей из тоннельного забоя осуществляются при этом передним ходом одного из автомобилей.

Допускается также для транспортирования грунта и материалов использование самоходных вагонов на пневматиче-

ском ходу или других средств безрельсовой транспортировки. Примерная схема транспортировки грузов автомобилями в тоннеле, сооружаемом закрытым способом на мелком заложении, приведена в прил. 47.

Водоотлив в тоннеле

5.19. (6.13.). Отвод воды из выработки при проходке тоннеля на подъем следует производить по лотку самотеком. При проходке под уклон удаление воды из выработки надлежит производить с помощью размещаемых у забоя специальных насосов и промежуточных водоотливных установок.

Уклон открытых водоотводящих устройств должен быть не менее $3^0/_{00}$.

5.20. (6.20.). Насосные установки промежуточного водоотлива следует размещать в тоннеле или в специально устраиваемых камерах. Камеры устраивают в выработках, предусмотренных для нужд эксплуатации. Емкость и конструкцию водоприемника надлежит определять проектом производства работ.

5.21. (6.21.). В насосных установках промежуточного водоотлива должно быть не менее двух насосов: один рабочий, другой резервный. Работа всех насосных установок должна осуществляться в автоматическом режиме.

5.22. Производительность забойных насосов и их количество назначается в зависимости от ожидаемого притока воды от забоя с учетом уклона проходимого тоннеля. При проходке тоннеля вниз по уклону в забое устанавливаются рабочие и резервные насосы, обеспечивающие непрерывную откачку воды из забоя. При проходке тоннеля вверх по уклону в забое устанавливаются только рабочие насосы. В работу эти насосы включаются на время работ в лотке тоннеля. В остальное время удаление воды осуществляется самотеком по лотку готового тоннеля до ближайшей перекачки. Установки промежуточного водоотлива оборудуют устройствами автоматического включения.

5.23. Удаление воды от забоя при разработке грунта в лотке тоннеля и монтаже лотковых элементов обделки, а также при откачке воды из ячеек тюбингов при чеканочных работах осуществляется при помощи специальных пневмонасосов типа Н-1м или переносными центробежными электронасосами типа «ГНОМ», предназначенными для откачивания загрязненных шахтных вод.

5.24. При проходке тоннеля под сжатым воздухом (кессонный способ) воду из забоя удаляют из пределов зоны сжатого

воздуха за шлюзовую камеру в водосборник по специальному сифонному трубопроводу, прокладываемому через шлюзовую перемычку и герметизированному с помощью сальников.

Освещение выработок

5.25. (6.23.). Освещение подземных выработок следует выполнять согласно правилам безопасного ведения работ, указанным в п. 1.2. настоящего Руководства.

5.26. При производстве работ по сооружению перегонных тоннелей все выработки должны быть освещены лампами с питанием от электрической сети.

5.27. Расстояние между лампами в перегонном тоннеле принимается не менее 8 м друг от друга при высоте подвески ламп от уровня путей не менее 4 м с минимальной освещенностью 15 лк.

5.28. Освещенность забоев перегонных тоннелей принимается не менее 30 лк, а в местах монтажа обделки и чеканочных работ—не менее 50 лк.

5.29. Напряжение в сети общего освещения принимается:

для тоннелей с нерасчеканенной обделкой и сырых выработок—не выше 42 В;

на щитах, укладчиках тоннельной обделки, передвижных тележках для нагнетания и чеканочных—не выше 42 В;

для тоннелей с зачеканенной обделкой и сухих выработках—220 В, при отсутствии специальной проводки и арматуры высота подвески назначается не ниже 2,5 м;

напряжение для всех переносных ламп принимается не более 12 В.

При напряжении осветительной сети в выработках до 42 В лампы мощностью 100 и 150 Вт заменяются группой ламп по 40 Вт.

Вентиляция выработок

5.30. (6.26.). Искусственную вентиляцию подземных выработок следует применять на всех стадиях тоннельных и строительно-монтажных работ, а также в период временного перерыва в процессе проходческих работ. При проектировании искусственной вентиляции должна учитываться естественная тяга.

Система вентиляции должна обеспечивать реверсирование воздушной струи.

Объем воздуха, проходящего по выработкам в реверсивном режиме проветривания, должен составлять не менее 60% объема воздуха, проходящего по ним в нормальном режиме.

5.31. (6.27.). Содержание вредных и ядовитых газов и пыли в воздухе подземных выработок (в местах, где находятся или могут находиться люди) не должно превышать предельно допустимых величин для рабочей зоны, установленных «Правилами техники безопасности и производственной санитарии при строительстве метрополитенов и тоннелей».

5.32. (6.28.). В камерах и помещениях, законченных строительством и сданных под монтаж оборудования, температурно-влажностный режим на весь период монтажа до сдачи оборудования в эксплуатацию должен отвечать требованиям, предусмотренным проектом на период эксплуатации тоннеля.

5.33. (6.30.) Вентиляторные агрегаты, воздуховоды и другие элементы временных вентиляционных систем следует принимать с учетом их использования в течение всего периода строительства.

5.34. Для проветривания выработок перегонных тоннелей применяются металлические трубопроводы. Могут использоваться также воздуховоды из других материалов, удовлетворяющие требованиям пожарной безопасности.

Трубопроводы Д-600 мм изготавливаются из листовой стали толщиной 2 мм. Длина звеньев вентиляционных труб обычно не более 3 м. Внутренняя и внешняя поверхности труб окрашиваются антикоррозийным лаком. Трубопроводы соединяются между собой на фланцах болтами, а в стыках между фланцами ставят прокладки из листовой резины или из пенькового каната, пропитанного маслом.

Для проветривания при взрывных работах у забоя и в выработках протяженностью до 100 м применяют брезентовые трубы.

5.35. Отставание вентиляционных труб от забоя в перегонных тоннелях принимается не более 10 м. При проходке тоннелей щитом или укладчиком тоннельной обделки отставание вентиляционных труб от технологической платформы допускается не более длины одного звена труб.

5.36. Для местного проветривания перегонных тоннелей обычно применяются осевые вентиляторы типа «Проходка 500-2Н» или СВМ-6м для труб диаметром 600 мм, встроенные в вентиляционные трубопроводы, с установкой трубчатых глушителей шума перед осевыми вентиляторами.

На участках гидроизоляционных работ, а также на проходке механизированными щитами при значительном пылеобразовании эти участки оборудуются установками с дополнительной всасывающей вентиляцией, при этом отсасывающие воз-

дух с пылью трубопроводы целесообразно размещать в верхней и нижней части сечения тоннеля. Рекомендуется также увлажнение призабойной зоны путем устройства водяных завес.

5.37. Вентиляция тоннельных выработок при проходке тоннелей в искусственно замороженных грунтах осуществляется по специальному режиму, устанавливаемому проектом и не допускающему оттаивания грунта в забое.

5.38. Загрязненный воздух и газообразные продукты, образующиеся при взрывании на проходке перегонных тоннелей под сжатым воздухом, удаляются из забоя с помощью сифона по специальному трубопроводу, вмонтированному в шлюзовую перегородку тоннеля.

5.39. Для обеспечения тоннельных забоев электроэнергией, сжатым воздухом, водой и устройствами для проветривания забоя в перегонных тоннелях прокладываются для этой цели временные коммуникации: стальные трубопроводы для сжатого воздуха, водопровода, водоотлива, вентиляции, а также силовые кабели для электроснабжения, провода для осветительной сети и контактный троллейный провод для электровозной откатки.

5.40. Все тоннельные коммуникации располагают за пределами габаритов постоянных устройств (монтируемых для нужд эксплуатации метрополитена), используя их без перекладки на все время строительства тоннелей.

Трубопроводы водоотлива и вентиляции прокладывают на наружной стороне каждого тоннеля (по отношению к оси трассы) (прил. 48), которая обычно используется для размещения слаботочных устройств метрополитена.

Трубопроводы для сжатого воздуха и водопровода, а также силовые кабели размещаются на противоположной стороне тоннеля, используемой для прокладки сильноточных устройств метрополитена.

5.41. Все временные коммуникации (см. прил. 48) надежно закрепляют на тоннельной обделке при помощи металлических кронштейнов или подвесок.

При сборной железобетонной обделке для крепления тоннельных коммуникаций используются металлические закладные детали, а при металлической—монтажные отверстия в ребрах тюбингов.

Прокладка временных коммуникаций не должна препятствовать перемещению тоннельного оборудования (монтажных тележек или других обустройств для проходки).

6. СООРУЖЕНИЕ ПЕРЕГОННЫХ ТОННЕЛЕЙ ОТКРЫТЫМ СПОСОБОМ

Разработка грунта

6.1. (4.78.). При открытом способе работ сооружение перегонных тоннелей следует производить в котлованах с откосами, в котлованах с вертикальными стенками, крепление которых осуществляется забивной (свайной, шпунтовой) или передвижной крепью (щитами), а также в траншеях способом «стена в грунте» и колодцах (по частям).

6.2. (4.79.). Порядок производства земляных работ при разработке грунта в котлованах, ширина котлованов по низу, крутизна откосов, высота уступов и ширина берм должны устанавливаться проектом производства работ в соответствии с правилами производства и приемки работ, установленными главой СНиП по земляным сооружениям.

6.3. При сооружении тоннелей открытым способом в городских условиях предварительно выполняют следующие подготовительные работы:

переселение жильцов из зданий, подлежащих сносу, и перебазирование предприятий и учреждений из этих зданий, снос зданий, вырубка и пересадка зеленых насаждений, планировка поверхности стройплощадок;

ограждение стройплощадки инвентарным временным забором, строительство на стройплощадках временных сооружений или установка передвижных вагончиков производственно-бытового назначения и подводка к ним электроэнергии, водопровода, канализации, тепла и временных линий связи, устройство внутриплощадочных автодорог, обвалование или устройство бетонных бортиков высотой 0,3 м, водоотводных канав для защиты котлованов от паводковых и ливневых вод, строительство временных автодорог вдоль трассы и подъездов к стройплощадкам;

подготовка территории для временных отвалов грунта, для размещения парка землеройных и транспортных машин, для складирования металлических свай и железобетонных конструкций;

отвод движения городского транспорта из зоны строительства путем устройства временных объездов или переключение на другие улицы, либо, в отдельных случаях, пропуск транспорта по временным мостам, устраиваемым над котлованами и траншеями;

работы по перекладке или подвеске городских подземных сооружений (газопровод, водопровод, канализация, водосток, теплосети, электрокабели, кабели связи и др.), расположенных в зоне разработки котлованов, траншей;

работы по предохранению от деформаций наземных и подземных сооружений.

Все подготовительные работы, связанные с городскими транспортными коммуникациями и подготовкой территории стройплощадки выполняются по проектам и согласованию с соответствующими городскими организациями.

Выполнение подготовительных работ при применении специальных способов искусственного замораживания грунтов и водопонижения осуществляют в соответствии с требованиями «Инструкции по проектированию и производству работ по искусственному замораживанию грунтов при сооружении тоннелей и метрополитенов» и «Инструкции по проектированию и производству работ по искусственному понижению уровня грунтовых вод при сооружении тоннелей и метрополитенов».

6.4. Поперечное сечение и уклоны всех временных водоотводных устройств рассчитываются на пропуск ливневого расхода воды, воды от таяния снега или на смешанный поток. Бровка временных водоотводных канав назначается с учетом ее возвышения над расчетным уровнем воды не менее чем на 0,1 м.

При устройстве водоотводных канав расстояние от бровки откоса выемки до бровки канавы принимается не менее 3 м.

6.5. Для транспортирования грунта и доставки материалов при сооружении тоннелей открытым способом рекомендуется максимально использовать существующую городскую дорожную сеть. При необходимости сооружаются временные дороги, преимущественно однополосные, допускаемые при кольцевом движении с шириной проезжей части 3,5 м; при двухполосном движении ширина дорог принимается не менее 7 м.

Покрытие временных дорог выполняют в соответствии с проектом из типовых инвентарных сборных железобетонных плит или монолитного бетона.

6.6. Грузоподъемность автомобилей для вывоза грунта при разработке котлованов назначают в зависимости от емкости ковша экскаваторов и дальности транспортирования грунта. Рациональную грузоподъемность автомобилей принимают согласно табл. 1 (по СНиП «Земляные сооружения»).

При выборе грузоподъемности и типа автомобиля-самосвала учитывается состояние дорог, искусственных сооружений на пути следования автомобилей.

Наименьшую грузоподъемность автомобилей-самосвалов принимают при емкости ковша 0,4—0,65 м³—4,5 т, при емкости ковша 1,0—1,6 м³—7 т.

Таблица 1

Расстояние транспортирования, км	Рациональная грузоподъемность автомобилей, т при емкости ковша, м³		
	0,4	0,65	1,0
0,5	4,5	4,5	7
1	7	7	10
1,5	7	7	10
2	7	10	10
3	7	10	12
4	10	10	12
5	10	10	12

6.7. При производстве работ по перекладке и подвеске подземных городских сооружений и коммуникаций выполняются следующие требования:

подвешенные водопроводные и канализационные трубы на зимнее время утепляют теплоизоляционными материалами и заключают в деревянные короба, наполненные шлаком или опилками. Снаружи короба покрывают толем. При подвеске водостоков разбирают верхние части колодцев; при подвеске водостоков, имеющих конструкцию из сборных железобетонных труб, последние заменяют на временные стальные трубы.

Подвешенные над котлованом газопроводы выделяют особо и ограждают. Выемка грунта ниже уровня кабелей, заключенных в деревянных коробах, производится только после их подвески.

Подземные городские коммуникации при возможности возникновения осадок поверхности, а также в целях защиты от механических повреждений заключают в стальные футляры или железобетонные обоймы.

6.8. Сооружение тоннелей в непосредственной близости от зданий или под ними производится, как правило, с проведением предварительных работ по укреплению этих зданий путем подводки под них фундаментов, устройства защитных шпунтовых стен, ограждающих стен, выполненных методом «стена в грунте», искусственной стабилизации грунтов мето-

дами химического закрепления, замораживанием и другими способами, согласно проекту производства работ, разработанному в соответствии с рабочими чертежами.

6.9. По окончании возведения конструкции тоннеля укладка труб, расположенных выше перекрытия и подвешенных на время производства работ, производится на кирпичных, бетонных опорах или сплошной подушке, устраиваемых на перекрытии тоннеля. Допускается укладка труб на песчаную засыпку с коэффициентом уплотнения 0,98. Снятие подвесок городских подземных сооружений допускается только при обратной засыпке котлована и тщательном уплотнении грунта под сооружениями и коммуникациями.

6.10. Разработка грунта в котлованах в случае пересечения ими всех видов подземных коммуникаций осуществляется в соответствии со специальными инструкциями и разрешается лишь при наличии письменного разрешения организации, эксплуатирующей эти коммуникации, или соответствующих управлений или отделов исполнительных комитетов Советов депутатов трудящихся в присутствии ответственных представителей строительной организации, производящей разработку грунта, и организации, эксплуатирующей эти коммуникации.

Организации, эксплуатирующие подземные коммуникации, обязаны до начала производства указанных работ обозначить в районе работ хорошо заметными знаками оси и границы этих коммуникаций.

Строительные организации, ведущие работы вблизи подземных коммуникаций и по их подвеске, обязаны выполнять эти работы в присутствии и под наблюдением представителей эксплуатирующих организаций и выполнять все сохранные мероприятия по их указанию.

6.11. При пересечении котлована с действующими подземными коммуникациями разработка грунта механизированными способами разрешается на расстоянии не менее 2 м от боковой стенки и не менее 1 м над верхом трубы, кабеля и др. Грунт, оставшийся после механизированной разработки, дорабатывается вручную без применения ударных инструментов, при этом принимают меры, исключающие возможность повреждения этих коммуникаций.

6.12. В случае обнаружения действующих подземных коммуникаций и других сооружений, не обозначенных в имеющейся проектной документации, земляные работы приостанавливают, на место вызывают представителей(я) организаций, эксплуатирующих эти сооружения, одновременно указанные

места ограждают и принимают меры к предохранению обнаруженных подземных устройств от повреждений.

6.13. Сооружение тоннелей в котлованах с откосами без крепления допускается применять на незастроенных участках трассы, а на стесненных застройкой—с вертикальными стенками и креплением сваями или шпунтом. Работа при этом производится отдельными участками при поточной организации строительных работ, предусматривающей забивку свай, разработку грунта, временное крепление стен, подготовку основания под изоляцию, оклеечную изоляцию лотка, устройство лотка тоннеля, возведение стен и перекрытий с их изоляцией и засыпку конструкций. Разрытие котлованов с оставлением их незасыпанными в течение длительного периода не допускается.

6.14. Выемка грунта в котлованах обычно производится экскаваторами, бульдозерами и другими землеройными машинами. Техническая характеристика их приведена в прил. 49.

При разработке крепких грунтов для их рыхления можно применять взрывные работы, производство которых осуществляется в соответствии с требованиями главы СНиП по земляным сооружениям.

6.15. Временные отвалы грунта, вынутого из котлованов, предназначенные для обратной засыпки котлованов, размещаются на специально выделенных для этой цели территориях с последующим их освобождением и благоустройством. В случае размещения отвалов грунта на стройплощадках они не должны создавать затруднений при выполнении последующих строительных и монтажных работ; отвалы размещаются, как правило, с одной стороны котлована.

6.16. Крутизну откосов, высоту уступов, ширину берм в котлованах, устраиваемых без креплений в грунтах, находящихся выше уровня грунтовых вод (с учетом их капиллярного поднятия) и в грунтах, осушенных с помощью искусственного водопонижения, назначают по проекту в зависимости от физико-механических характеристик грунта и угла естественного откоса грунта в соответствующих инженерно-геологических условиях.

Планировка откосов котлованов не производится.

6.17. (4.86). При разработке котлованов в водонасыщенных грунтах ниже горизонта грунтовых вод следует применять открытый водоотлив или искусственное водопонижение, при этом должны обеспечиваться устойчивость откосов и сохранность сооружений, расположенных в зоне влияния водопонижения.

6.18. При наличии грунтовых вод в пределах котлованов или вблизи их дна мокрыми следует считать не только грунты, расположенные ниже уровня грунтовых вод и находящихся под их воздействием в период производства работ, но и грунты, расположенные выше уровня на величину, указанную в табл. 2.

Таблица 2

Грунты	Размер слоя мокрого грунта, расположенного выше уровня грунтовых вод, м
Пески крупные, средней крупности и мелкие	0,3
Пески пылеватые и супеси	0,5
Суглинки, глины и лессовые грунты	1,0

6.19. При разработке выемок и лессовых грунтов необходимо принимать меры против застоя воды во время производства работ, которые должны быть предусмотрены проектом организации строительства в соответствии с требованиями главы СНиП по устройству оснований и фундаментов.

6.20. Для котлована с откосами расстояние между подошвой откоса и сооружением назначается не менее 0,3 м в сухих грунтах и не менее 1 м в водонасыщенных (для устройства боковых водоотводных канав).

6.21. (4.84.). Разработку грунта котлованов и траншей следует производить с недобором грунта в подошве. Величина недоборов должна соответствовать требованиям главы СНиП по земляным сооружениям. Удаление грунта необходимо производить механизированным способом непосредственно перед укладкой основания под изоляцию.

6.22. В нескальных грунтах котлованы для тоннелей метрополитена, разрабатываемые одноковшовыми экскаваторами, устраивают без нарушения естественной структуры грунта в основании. Недоборы допускаются не более величин, приведенных в табл. 3.

Таблица 3

Рабочее оборудование экскаватора	Допустимые недоборы грунта в основании, см, при работе одноковшовыми экскаваторами емкостью ковша, м³		
	0,25—0,4	0,5—0,65	0,8—1,25
Лопата:			
прямая	5	10	10
обратная	10	15	20
Драглайн	15	20	25

Разработку недоборов грунта, как правило, производят механизированным способом. При зачистке дна котлованов бульдозерами или другими планировочными машинами остающийся недобор, не превышающий 5—7 см, разрабатывается вручную.

6.23. Переборы при устройстве котлованов в нескальных грунтах, за исключением валунного и глыбового, не допускаются. Отдельные переборы при разработке котлованов должны заполняться однородными с грунтом основания или малосжимаемыми материалами (песком, гравием, галькой).

6.24. В скальных грунтах дно котлованов не должно иметь недоборов. Места переборов должны заполняться глинистым, песчаным или щебенистым грунтом с тщательным его уплотнением.

6.25. (4.80.). Вертикальные стены котлованов должны устраиваться тогда, когда по инженерно-геологическим условиям или при существующей застройке поверхности исключается возможность разработки котлованов с естественными откосами. Глубина забивки сваи или шпунта от отметки дна котлована, расстояние между сваями, а также конструкция крепления (затяжка забиркой, установка поясов, расстрелов, анкерная крепь котлована) устанавливаются проектом, а последовательность производства работ—проектом производства работ.

Допускается применение ледогрунтового ограждения стен котлованов для предотвращения деформаций расположенных вблизи зданий и сооружений. Вид крепления следует принимать с учетом максимальной экономии металла.

6.26. Забивка свай производится по маркшейдерским осям и отметкам. Перед забивкой свай отрывают контрольные траншеи глубиной до 1,2 м, а на пересечении с подземными коммуникациями—на всю глубину их заложения. При глубине траншеи более 1,2 м коммуникации вскрываются отдельными шурфами. Разработка грунта в траншеях и шурфах производится вручную. Все коммуникации, оставляемые в грунте после выполнения перекладок (трубы, кабели и др.), в местах забивки свай разбираются.

6.27. При назначении размеров ширины котлована предусматривается зазор между стеной тоннеля и свайным креплением для устройства оклеечной гидроизоляции не менее 1,2 м в сухих грунтах и не менее 1,5 м в водонасыщенных грунтах, осушаемых изнутри котлована с помощью легких иглофильтровых установок. Для участков, где конструкция тоннеля сооружается с устройством шуцванда (защитной стенки) и гид-

роизоляции по нему, расстояние от стены тоннеля до свай принимается с учетом толщины шуцванда непосредственно у свай, но не менее 30 см.

6.28. В качестве крепления стен котлована и горизонтальных поясов применяются обычные двутавровые стальные балки № 45-60, а также широкополочные балки, для расстрелов— стальные трубы диаметром 400—600 мм или профильная сталь двутаврового или швеллерного сечения. Допускается применение труб, бывших в употреблении, при отсутствии искривлений, вмятин и других повреждений. Забирку осуществляют обрезными досками толщиной 4—7 см и брусьями 8—10 см в зависимости от глубины котлована и шага свай. Допускается также применение ошкуренного подтоварника.

6.29. Временная крепь котлованов рассчитывается обычными методами строительной механики. Свайная крепь котлована рассчитывается на действие горизонтальных сил давления с учетом пассивного отпора грунта и временных нагрузок на поверхности от движущегося транспорта (автомобилей, кранов и т. п.). При этом давление грунта, как правило, определяют без учета гидростатического давления, так как во время работ ведут откачку воды или водопонижение. Для назначения основных параметров временной крепи котлованов могут быть использованы номограммы (прил. 50—52).

6.30. (4.81.). Для крепления вертикальных стен котлованов взамен крепи с расстрелами допускается применять анкерную крепь, выполняемую в соответствии с требованиями специальной инструкции.

6.31. Забивку свай крепления котлована можно производить механизированной копровой установкой, например на базе экскаватора Э-10011, оборудованного вибромолотом типа В1-646 и трубчатым дизель-молотом типа С-946 или С-330.

Техническая характеристика вибромолота В1-646 приведена в табл. 4. Вибромолот применяется при забивке свай № 45-60 или шпунта Л-IV и Л-V в грунтах средней плотности.

6.32. Производство работ по забивке свай осуществляется в такой очередности: разработка контрольных траншей, разбивка свай, раскладка свай вдоль фронта работ, забивка свай до глубины 12—13 м, наращивание свай, добивка их на проектную глубину.

При наращивании свай стыки выполняются равнопрочными сечению сваи. Наращивание осуществляется приваривани-ем электросваркой металлических пластин по сторонам каждой сваи.

Таблица 4

Параметры	Единица измерения	Значения
Масса вибровозбудителя	кг	2200
Число ударов в минуту		327
Электродвигатель типа		АОПВВ-2-81-6
мощность	кВт	22
количество	шт.	2
частота вращения	об./мин	980
напряжение	В	380—220
Масса вибромолота	кг	7250
Габариты	мм	1200×1500×3200

6.33. При невозможности погружения свай вибрационным или ударным способом, а также при забивке свай в зоне подземных коммуникаций или около зданий рекомендуется предварительное бурение скважин с добивкой свай до проектной глубины. Для бурения скважин используется шнековая бурильная установка ЛБУ-50. В отдельных случаях можно применять погружение свай с подмывом струей воды.

6.34. (4.82.). Шпунтовое крепление котлованов следует применять в водоносных грунтах плывунного типа в случае неэффективности применения водопонижения или искусственного закрепления, а также при расположении на поверхности в пределах призмы обрушения грунта или в непосредственной близости от нее эксплуатируемых зданий, транспортных магистралей или подземных сооружений. Глубина забивки шпунтовых свай в водоупор определяется расчетом.

6.35. Для шпунтового крепления применяют шпунты корытного профиля ШК или типа «Ларсен». На поступающий на строительство стальной шпунт необходимо иметь заводской паспорт, в котором указываются тип, профиль и длина шпунта, механические свойства и химический состав металла.

До установки шпунта по шаблону проверяется его прямолинейность, а также исправность замков, пазов и гребней. Каждую шпунтину перед погружением маркируют на расстоянии 0,7 м от головы ее, указывают порядковый номер и длину. По длине шпунтины от низа через 1 м наносят метки. Забивка шпунта осуществляется аналогично погружению металлических свай (см. п. 6.31.) с применением специальных оголовников.

6.36. Погружение металлического шпунта обычно осуществляется секциями из нескольких шпунтин, предварительно собранных в металлических направляющих.

Условия назначения ширины котлована при шпунтовой крепи те же, что и при свайной (см. п. 6.27).

6.37. По мере выемки грунта из котлована экскаватором производится крепление шпунтового ограждения поясами и расстрелами в соответствии с проектом.

6.38. В случае выноса грунта через отдельные неплотности в замковых соединениях шпунтового ограждения принимают меры для прекращения выноса его при помощи конопатки паклей и т. п.

6.39. (4.85.). Разработку грунта в котловане экскаватором при свайном креплении следует производить, оставляя у свай слой грунта, разработка которого должна производиться вручную перед последующей установкой затяжки.

6.40. Работу по выемке грунта и креплению выполняют с опережением последующих производственных процессов на 30—40 м.

Грунт разрабатывается экскаватором в две или три стадии в зависимости от глубины котлована. При глубине котлована до 10—12 м в первой стадии разработку грунта ведут экскаватором на глубину 7—8 м оставлением берм, величину и угол откоса которых устанавливают проектом производства работ в зависимости от физико-механических свойств грунта. Ширину берм у стен при разработке грунта в котловане принимают не менее 2 м. Далее устанавливается первый ярус крепления котлована (пояса и расстрелы). На второй стадии после закрепления стен котлована разрабатывается грунт берм вручную и одновременно дорабатывается грунт котлована до проектной отметки заложения лотка бульдозером с перемещением грунта в зону работы экскаватора.

6.41. По мере обнажения свай при разработке берм с помощью ручного и механизированного инструмента крепят стены котлована между полками свай досками с одновременной расклинкой и забутовкой на глубину одной—двух досок. По обнаженным сваям прокладывают металлические пояса из двутавровых балок вдоль стен котлована, которые устанавливают на кронштейны, приваренные к сваям, и раскрепляют расстрелами, опираемыми на пояса в поперечном направлении с расклинкой их и стены котлована.

Узлы сопряжений металлических элементов усиливают уплотнением зазоров пластинами и клиньями при помощи электросварки.

Расстрелы могут применяться из металлических труб или сварной конструкции из угловой стали и пластин со вставными элементами заводского изготовления для раздвижки расстрелов в зависимости от ширины котлована. Расстояние между расстрелами обычно принимается от 4 м и более по расчету. Установка металлического крепления производится стреловым или козловым краном, например типа ККТС-20, применяемым при монтаже конструкции.

При сооружении перегонных тоннелей открытым способом рекомендуется использовать типовую технологическую карту Оргтрансстроя «Сооружение двухпутного перегонного тоннеля открытым способом со сборной железобетонной обделкой».

6.42. (4.83.). Металлические сваи или шпунты следует извлекать после засыпки котлована. Оставление свай допускается в случае возможного возникновения деформаций, расположенных вблизи зданий и сооружений в результате извлечения сваи или шпунта.

6.43. Извлечение свай может производиться копровой установкой на базе крана-экскаватора типа Э-1254, оборудованного копровой стрелой-мачтой, 12-кратным полиспастом и электромеханическим виброударным шпунтовыдергивателем типа В1-592, предназначенным для извлечения металлического шпунта до длины 10,5 м и металлических двутавровых балок № 45-60 длиной до 12,5 м в песчано-глинистых грунтах.

Техническая характеристика шпунтовыдергивателя В1-592 приведена в табл. 5.

Таблица 5

Параметры	Единица измерения	Значения
Масса шпунтовыдергивателя	кг	7700
Число ударов в минуту		485
Электродвигатель типа		АОЛВВ2-71-6
мощность	кВт	13
количество	шт.	2
частота вращения	об./мин	960
Масса машины	кг	3400
Габариты	мм	3300×1100×785

6.44. Извлечение свай до высоты 4 м производится шпунтовыдергивателем В1-592, а затем полиспастом с перекреплением его на высоту 5—6 м.

Для извлечения сваи в оголовнике ее вырезают отверстия для крепления выдергивающего агрегата, края отверстия усиливают приваркой металлических планок.

Если для извлечения сваи требуется усилие более 150 тс, рекомендуется разбуривание ее и нагнетание в скважину воды под давлением.

Схема копровой установки приведена в прил. 53. При извлечении металлических свай ограждения котлована рекомендуется использовать типовую технологическую карту Оргтрансстроя.

6.45. Технологические схемы раскрытия котлованов при сооружении двухпутных перегонных тоннелей метрополитена приведены в прил. 54—57 для котлованов, разрабатываемых без крепления с откосами на глубину до 10 м и более, а также с временным креплением металлическими сваями в нижней части котлована (при разработке верхней части без крепления с откосами) и с временным креплением на всю глубину котлована.

6.46. (4.87.). При сооружении тоннелей с помощью передвижной крепи (щитов) до начала сооружения тоннеля должны быть произведены работы по отрытию котлована для монтажа передвижной крепи, монтажу щита, срезке (при необходимости) грунта до верха передвижной крепи на отдельных участках трассы. Технологическая схема и техническая характеристика проходческого комплекса приведены в прил. 58, 59.

6.47. Сооружение тоннелей открытым способом с помощью передвижной механизированной крепи производят на незастроенных участках трассы в нескальных грунтах, при этом исключают работы по излишней выемке грунта (в котлованах без крепления с откосами) и устраняют временное свайное крепление котлованов.

6.48. Котлован для монтажа передвижной крепи разрабатывают с размерами в плане несколько большими ее габаритов для возможности проведения монтажных работ. Со стороны хвостовой части крепи в котловане сооружают бетонную стенку для монтажа первой секции обделки и упора в нее при передвижении подвижной крепи. Со стороны ножевой части крепи крепление котлована не делают, а устраивают откос, в который при передвижении врезается крепь. Над котлованом монтируют консольный козловой кран, используемый сначала для монтажа передвижной крепи, а в последующем—для монтажа обделки тоннеля.

6.49. Передвижную крепь перемещают только после окончания разработки забоя по всему профилю тоннеля на вели-

чину заходки, соответствующую длине секций обделки, зачистки лотка тоннеля перед ножом и установки обеих тоннельных секций обделки в хвостовой части крепи. При передвижении крепи домкраты ее упирают в торцы обделки через металлическую раму, обеспечивая равномерное обжатие. Для предотвращения сколов железобетонной секции плоскость рамы со стороны монтируемой обделки рекомендуется оснащать прорезиненной лентой.

6.50. Разработка грунта при проходке тоннеля с подвижной крепью может осуществляться экскаватором или при помощи встроенного в крепь механизма для разработки и выемки грунта из котлована. Нижняя лотковая часть подвижной крепи при ее передвижке осуществляет профилирование лотка тоннеля по очертанию обделки, в связи с чем не производится доработка грунта вручную в подошве котлована.

Высоту разработки забоя принимают в зависимости от общей высоты конструкции передвижной крепи. Выше конструкции крепи грунт срезают бульдозером или экскаватором с обратной лопатой на расстоянии 20—30 м впереди от забоя. При планировке срезаемый грунт целесообразно оставлять по бокам тоннеля для использования его при последующей засыпке тоннеля. Разработанный при проходке тоннеля грунт целесообразно не вывозить в отвал, используя его для обратной засыпки конструкций (после выполнения гидроизоляционных работ) вслед за их возведением.

6.51. Сооружение перегонных тоннелей открытым способом вблизи зданий и сооружений (в отдельных случаях в эависимости от условий застройки поверхности) при невозможности раскрытия котлована сразу на полное сечение осуществляется по частям в траншеях или колодцах с последующим возведением перекрытия отдельными участками. В этих случаях рекомендуется применять способ работ «стена в грунте».

6.52. Работы при обычном траншейном способе ведут в такой последовательности:

проходка траншей или колодцев с креплением стен;

возведение стен тоннеля в траншеях или колодцах с устройством наружной гидроизоляции;

вскрытие поверхности и сооружение перекрытия тоннеля между готовыми стенами;

выемка ядра под готовым перекрытием и между стенами;

сооружение лотковой части тоннеля с предварительным устройством наружной гидроизоляции;

устройство наружной гидроизоляции перекрытия;

засыпка перекрытия и пазух за стенами грунтом или песком.

Сооружение обделок с гидроизоляцией

6.53. (5.38.). Сборную обделку перегонных тоннелей, сооружаемых открытым способом, следует возводить преимущественно из целых тоннельных секций, имеющих гидроизоляционное покрытие, выполненное в заводских условиях. Разработку котлованов при этом следует осуществлять с использованием, как правило, передвижной крепи. Монтаж обделки следует производить с помощью кранов и специальных монтажных приспособлений.

После монтажа секций в котловане с вертикальными стенками пространство между конструкциями и грунтом, а также между смежными стенками секций следует заполнять цементно-песчаным раствором.

6.54. Сооружение обделок перегонных тоннелей при открытом способе работ может осуществляться как из целых тоннельных секций длиной 1,0—1,5 м, так и полносборной конструкции, состоящей из отдельных элементов, соединяемых между собой на сварке и путем омоноличивания стыков. Схемы тоннельных обделок перегонных тоннелей, сооружаемых открытым способом, приведены в прил. 60.

При сооружении обделки с гидроизоляцией и защитным покрытием от механических повреждений, выполненной в заводских условиях, монтаж секций ведется путем их установки на гладкую поверхность бетонной подготовки толщиной не менее 120 мм с последующей заливкой цементно-песчаным раствором пространства между секциями.

6.55. Процессы работ по сооружению сборных железобетонных обделок тоннелей без заводской гидроизоляции выполняются в такой последовательности: устройство бетонного основания под монтируемые конструкции, гидроизоляция лотковой части тоннеля, монтаж конструкций обделки, омоноличивание конструкций, гидроизоляция стен и перекрытий тоннеля.

Гидроизоляцию тоннельной обделки при открытом способе работ рекомендуется осуществлять в соответствии с типовой технологической картой Оргтрансстроя.

6.56. Устройство бетонного основания осуществляется в следующем порядке: на выровненное по отметкам дно котлована укладывается слой из бетона М-100 толщиной не менее 12 см.

Укладку бетонной смеси рекомендуется выполнять с использованием сборных железобетонных направляющих элементов прямоугольного или углового очертания, установка ко-

торых ведется по сторонам лотка, по маркшейдерским указаниям до укладки бетонной смеси в основание.

Уплотнение и выглаживание бетонной смеси в лотке ведется при помощи площадочных вибраторов или виброреек.

Подача бетонной смеси в лоток ведется с автосамосвалов при наличии съездов в котлован или краном в кюбелях с секторным затвором, или же по направляющим лоткам с поверхности.

6.57. При применении тоннельных конструкций без гидроизоляционного покрытия, выполненного в заводских условиях, оклеечная гидроизоляция лотка тоннеля осуществляется по бетонному основанию, а изоляция стен и перекрытия—по готовой конструкции с применением утяжеленного битумом рулонного материала на стеклосетчатой основе (гидростеклоизол или стеклорубероид) в соответствии с требованиями «Инструкции по проектированию и устройству гидроизоляции тоннелей метрополитенов, сооружаемых открытым способом».

6.58. (5.40.). При устройстве оклеечной гидроизоляции в тоннелях, сооружаемых открытым способом, гидростеклоизол следует наклеивать на огрунтованную поверхность обделки путем оплавления его покровного слоя с помощью пропановых нагревательных горелок и одновременной прокаткой валиками приклеиваемых слоев гидроизоляции. При устройстве гидроизоляции обделки с применением водонепроницаемых мастик их следует наносить на изолируемую поверхность механизированным способом путем набрызга; последовательность нанесения мастик должна устанавливаться проектом производства работ.

6.59. Количество слоев гидроизоляционного материала назначается в проекте в зависимости от гидростатического давления и устойчивости грунтов в соответствии с требованиями специальной Инструкции (см. п. 6.57.). При гидростатическом напоре до 5 м водяного столба в неустойчивых грунтах гидроизоляцию выполняют в один слой гидростеклоизола подкладочного (или стеклорубероида) и один слой гидроизола гидроизоляционного; при напоре от 5 до 10 м водяного столба—из двух слоев гидростеклоизола подкладочного и одного слоя гидростеклоизола гидроизоляционного. При заложении тоннеля в песчаных сухих грунтах, хорошо дренирующих воду, по согласованию с проектной организацией и заказчиком можно осуществлять гидроизоляцию только в перекрытии тоннеля для защиты его от осадков.

6.60. При гидроизоляции лотка предварительно по его краям выкладывают по обе стороны кирпичные стенки в $^1/_2$ кир-

пича высотой до 0,5 м для выведения на их внутреннюю поверхность концов изоляции лотка. Для устройства стенок допускается использовать некондиционные железобетонные блоки соответствующих размеров. Перед наклейкой изоляции по лотку поверхность его выглаживают или покрывают выравнивающим цементно-песчаным раствором толщиной 2—3 см с устройством выкружек в местах сопряжения лотка с защитной стенкой, а после отвердения раствора очищают продувкой воздуха.

6.61. На подготовленную поверхность наносят при помощи грунтового агрегата с распылителем (малярный пистолет-распылитель Кр-20) слой битумного лака с добавкой петролатума. На подготовленную поверхность лотка и кирпичную стенку наклеивают первый слой гидроизоляции поперек оси тоннеля с оплавлением поверхности и одновременной прокаткой валиками или при помощи прижима шпателем приклеиваемых слоев гидроизоляции с заводкой концов изоляции на кирпичные защитные стенки. Оплавление осуществляется пламенем нагревательной газовоздушной горелки ГВПН-1 при помощи пропанового редуктора РД-1-БМ, с баллоном пропана емкостью 25—50 л. При оплавлении может также применяться многофакельная горелка ГВПЛ, состоящая из нескольких форсунок.

При оплавлении горелка непрерывно перемещается с отрегулированным факелом без копоти на расстоянии 7—15 см от разогреваемой поверхности. Последующий слой изоляции наклеивают со смещением по отношению к нижеуложенному слою на $^1/_3$ ширины рулона, а перекрытие стыков по длине рулона—на 10—12 см. Концы изоляции второго слоя выводят на защитную кирпичную стенку с удлинением концов на 10 см. Концы изоляции защищают фартуком из гидроизола. По уложенной в лотке гидроизоляции делается стяжка из цементно-песчаного раствора М-100 толщиной 2—3 см (для секций 5 см) для защиты ее от механических повреждений.

6.62. Монтаж цельносекционной или полносборной обделки ведется преимущественно при помощи козлового крана ККТС-20; могут применяться и стреловые краны Э-2508, К-255, К-161, Э-1254, выбор которых определяется габаритными размерами и массой элементов.

Техническая характеристика кранов приведена в прил. 61.

6.63. При монтаже цельносекционной обделки установка секции производится на выравнивающий слой цементно-песчаного раствора с фиксацией взаимного расположения смежных секций металлическими накладками, приваренными к заклад-

ной детали. Для обеспечения плотного прилегания лотка секции (без заводской гидроизоляции) к основанию рекомендуется производить нагнетание цементного раствора состава 1 : 0 через монтажные отверстия в лотке. Стык между смежными секциями и промежуток между ними в двухпутном тоннеле заполняют цементно-песчаным раствором М-100.

6.64. Монтаж полносборной обделки (см. прил. 60) ведется в такой последовательности: приемка, установка, выверка и крепление элементов на месте путем сварки накладок по закладным деталям, бетонирование разрывов между лотковыми и стеновыми блоками, заполнение зазоров в сопряжениях плит перекрытия со стеновыми блоками, заливка вертикальных и горизонтальных швов между блоками цементным раствором.

6.65. При монтаже полносборной обделки сначала укладывают средний лотковый блок (башмак), являющийся опорой для средней стенки, затем боковые лотковые блоки с разрывом между ними 40—45 см. Для замоноличивания лотка тоннеля сначала электросваркой соединяют арматуру, выпущенную из плит, затем укладывают бетонную смесь в стыки, уплотняя ее вибраторами. После замоноличивания лотковой части тоннеля не ранее чем через сутки монтируют крайние стеновые блоки. Установленные блоки стен прикрепляют к лотковым винтовыми металлическими стяжками из труб с газовой резьбой со стальными муфтами. После сборки боковых стеновых блоков в стыки с лотковыми блоками устанавливают дополнительную арматуру и укладывают в стыки бетонную смесь, уплотняя ее вибраторами.

После достижения бетоном этих стыков проектной прочности и снятия временных крепей монтируют средние стеновые блоки, устанавливая их в паз среднего лоткового блока с расклинкой. После раскрепления с двух сторон растяжками и выверки положения блоков в плане и профиле зазоры между этими блоками заливают цементным раствором состава 1 : 2.

6.66. Монтаж плит перекрытия ведут с предварительной укладкой цементно-песчаного раствора на конструктивных консолях в верхней части боковых и средних стеновых блоков. После укладки плит перекрытия снимают крепление со средних стеновых блоков.

6.67. После монтажа всех элементов полносборной обделки швы между стеновыми, лотковыми блоками и плитами перекрытия заполняют жидким цементным раствором составом 1 : 0.

6.68. По окончании монтажа тоннельных секций или полносборной обделки проводятся работы по гидроизоляции стен

и перекрытия тоннеля, осуществляемые аналогично изоляции лотка (см. пп. 6.58—6.61.), путем выравнивания поверхностей со сколом выступов и заглаживанием выбоин и раковин цементно-песчаным раствором и покрытием их грунтовкой, битумным лаком. Материал изоляции предварительно нарезают на мерные полотнища и свертывают в рулоны. Выведенные из лотковой части концы изоляции тщательно очищают и оплавляют, к ним послойно присоединяют изоляцию стен перекрытием ее концов на 25—30 см. Рулоны изоляции надевают на сердечники траверсы и по мере приклеивания к стенам траверсу при помощи ручной лебедки грузоподъемностью 100 кг, установленной на перекрытии, поднимают, разматывая рулон. Изоляцию по стенам наклеивают снизу вверх. Оплавленную поверхность прижимают к обделке валиком. Концы изоляции выводят на перекрытие на 30—40 см.

6.69. Гидроизоляцию на стенах покрывают набрызгом цементно-песчаного раствора для защиты от повреждений с последующим устройством защитных кирпичных покрытий толщиной в $^1/_4$ кирпича или асбоцементными плитами, приклеиваемыми битумной мастикой. Допускается навешивание на стены и перекрытие металлической сетки и покрытие ее набрызгом цементно-песчаного раствора.

6.70. Гидроизоляцию перекрытия тоннеля или ригеля цельносекционной обделки выполняют аналогично изоляции лотка с покрытием по поверхности цементно-песчаным раствором М-100 с устройством разуклонки по поверхности от оси тоннеля к стенам толщиной от 20 до 70 мм с предварительной укладкой для армирования металлической сетки из проволоки толщиной 4 мм и ячейками размерами 150×150.

6.71. (4.93.). Сооружение тоннелей способом «стена в грунте» следует осуществлять согласно правилам производства и приемки работ, установленным главой СНиП по основаниям и фундаментам, а также дополнительным требованиям по производству и приемке работ в соответствии с «Руководством по производству к приемке работ при устройстве оснований и фундаментов» раздел 7 «Возведение подземных сооружений способом «стена в грунте».

Обратная засыпка конструкций

6.72. (4.88.). Пазухи между креплениями котлована и конструкцией тоннеля, а также нижняя часть котлована с откосами должны заполняться песчаным грунтом. Засыпка в последнем случае производится на высоту, необходимую для

образования горизонтальной площадки для прохода бульдозеров и катков. В остальной части котлована засыпку следует производить местным грунтом одновременно с обеих сторон тоннеля слоями равной высоты, уплотняя их до проектной плотности.

На участках пересечений котлованов с дорогами, имеющими усовершенствованные покрытия, должен быть обеспечен коэффициент уплотнения грунта согласно указаниям Госстроя СССР по проектированию автомобильных дорог. В местах пересечения с коммуникациями следует обеспечивать коэффициент уплотнения 0,98; а в остальных местах—0,95.

6.73. Толщину уплотняемых слоев назначают в зависимости от условий производства работ, вида грунтов, применяемых уплотняющих машин и предварительно принимают по табл. 6 с последующим уточнением по результатам опытного уплотнения.

Таблица 6

Уплотняющие машины	Толщина слоя грунта в плотном теле, см		Число проходов или ударов в грунте	
	связного	несвязного	связным	несвязным
Кулачковый каток массой 3—5 т	15—20 / 10—15	—	6—8 / 8—12	—
Каток на пневматических шинах массой 10 т	15—20 / 10—15	20—25 / 15—20	6—8 / 6—12	4—6 / 6—8
То же 25 т	30—35 / 20—25	35—40 / 25—30	6—8 / 8—10	4—6 / 6—8

Примечание. Числитель—значения, необходимые для коэффициентов уплотнения не менее 0,95; знаменатель—не менее 0,98 от максимальной величины уплотнения.

6.74. Котлованы и траншеи на участках пересечения с существующими дорогами, улицами, проездами, площадями и другими местами населенных пунктов и промышленных площадок, имеющими покрытие усовершенствованного типа, засыпают на всю глубину песчаным, галечниковым, гравийным грунтом, отсевом щебня или другим аналогичным малосжимаемым местным материалом; при этом грунт необходимо отсыпать послойно и тщательно уплотнять.

6.75. Для применения механизированного способа засыпки, разравнивания и уплотнения грунта в пазухах сооружений при технико-экономическом обосновании разрешается увеличивать

размеры котлованов в пределах, обеспечивающих беспрепятственную работу разравнивающих и уплотняющих машин.

В особо стесненных местах для уплотнения грунтов следует применять электротрамбовки или пневмотрамбовки с увлажнением водой уплотняемых слоев грунта.

6.76. (4.89.). Засыпку конструкций тоннеля в котловане следует производить после устройства защитного слоя по гидроизоляции стен и перекрытий.

6.77. (4.90.). Движение машин, осуществляющих разравнивание (бульдозеров) и уплотнение грунта (катков), допускается на расстоянии не менее 0,5 м от стен тоннеля. В стесненных местах уплотнение песчаных грунтов допускается осуществлять путем увлажнения их водой до насыщения.

6.78. (4.91.). Уплотнение грунта над перекрытием тоннеля следует выполнять с помощью катков. Толщина первого слоя уплотняемого грунта должна быть не менее 0,5 м.

6.79. В процессе засыпки котлованов с временным креплением необходимо удалять расстрелы, пояса и другие элементы временных креплений котлованов, а пазухи между обделкой и стенами котлована очищать от лесов, отходов и других посторонних предметов. В верхней части котлована дощатую забирку временного крепления удаляют. Протяженность участков работ, на которых производится засыпка, должна составлять 25—30 м.

6.80. На участке трассы протяженностью 100—150 м после завершения обратной засыпки котлована с уплотнением грунта извлекают металлические сваи (см. пп. 6.41—6.43.).

Освобождаемый участок строительной площадки благоустраивают, восстанавливая зеленые насаждения, покрытия проезжей части улиц и тротуаров.

7. ОХРАННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

7.1. (7.1.). При производстве тоннельных работ должны выполняться предусматриваемые проектом мероприятия по обеспечению сохранности зданий и сооружений, находящихся в зоне возможных деформаций поверхности под влиянием проходческих работ, производства водопонижения, замораживания, забивки свай, шпунтовых ограждений, буровых скважин и др.

7.2. (7.2.). Выполнение работ по обеспечению сохранности наземных и подземных сооружений, инженерных сетей и коммуникаций, не подлежащих сносу или перекладке, должно быть предусмотрено в общем графике подготовительных и ос-

новных работ, разрабатываемом в составе проекта производства работ.

7.3. (7.3.). До начала работ по сооружению тоннелей здания и сооружения, находящиеся в зоне возможной деформации поверхности, должны обследоваться представителями генподрядчика с участием представителей проектной организации, заказчика и заинтересованных организаций для проведения в процессе указанных работ систематических наблюдений за состоянием этих зданий и сооружений и принятия мер к обеспечению их сохранности. По результатам обследования составляется акт.

7.4. (7.4.). Работы по сооружению тоннелей в сложных геологических и гидрогеологических условиях с подходом забоев к существующим наземным и подземным сооружениям и коммуникациям, не подлежащим сносу, а также в случае проходки тоннелей под указанными сооружениями следует производить только после уточнения геологических условий. В необходимых случаях надлежит производить разведочное бурение из забоя с опережением его на длину не менее 5 м. По уточненным данным при необходимости следует принимать меры к предотвращению опасных осадок этих сооружений и коммуникаций.

7.5. (7.6.). Работы по проходке тоннеля должны быть остановлены в случае увеличения осадок и появления опасных деформаций наземных зданий и сооружений, действующих линий метрополитена или подземных коммуникаций, находящихся в зоне влияния тоннельных работ. Строительная организация немедленно должна принять меры к укреплению зданий и сооружений, обеспечивающие их нормальную эксплуатацию.

Пройденные выработки должны быть при необходимости закреплены дополнительно.

За деформациями зданий и сооружений должен быть установлен ежедневный маркшейдерский контроль.

Примечание. Возобновление тоннельных работ допускается только по разрешению заказчика и проектной организации.

7.6. (7.7.). Для предотвращения влияния деформаций грунта при сооружении тоннелей под зданиями и наземными инженерными сооружениями или вблизи их, надлежит:

а) при закрытом способе работ:

сооружать тоннель преимущественно с применением тоннельной обделки, уменьшающей или исключающей осадки поверхности над тоннелями (монолитно-прессованной, обжатой в породу, сооружаемой методом продавливания);

ликвидировать строительный зазор между обделкой и грунтом непосредственно у забоя путем непрерывного нагнетания раствора за первое от забоя кольцо обделки;

оборудовать щиты устройствами, уменьшающими деформацию кольца обделки при сходе его с оболочки щита;

укреплять предварительно конструкции зданий и сооружений для обеспечения их сохранности при возможных осадках поверхности путем усиления конструкций, подводки фундаментов, искусственной стабилизации грунтов;

б) при открытом способе работ:

сносить, как правило, здания, расположенные непосредственно в зоне работ;

применять металлический шпунт или сплошное железобетонное крепление котлованов, исключающее возможные выпуски или разуплотнение грунта за пределами котлована, или возводить конструкцию обделки методом «стена в грунте». В отдельных случаях при необходимости сохранить здания и сооружения, расположенные в зоне открытого способа работ, допускается применение траншейного способа: сооружение тоннеля по частям в траншеях или в колодцах.

7.7. (7.8.). Подземные коммуникации, пересекающие проектируемые тоннели или проходящие в зоне осадок, следует заключать в стальные футляры, входящие в колодцы за пределами тоннелей. При невозможности обеспечить сохранность коммуникаций допускается перекладывать их с выносом за пределы зоны возможных осадок. Решения по обеспечению сохранности пересекаемых коммуникаций должны предусматриваться проектом.

7.8. В случае, если коммуникации над тоннелем мелкого заложения не прокладываются, до проходки щитом осуществляется разрытие коммуникаций траншеями на ширину 25—30 м и во время проходки ведется наблюдение за осадками; возможные просадки устраняют подбивкой песком, подклинкой, подливкой раствора. После проходки тоннелей на этом участке траншеи засыпают грунтом.

7.9. При разрытии котлованов для сооружения тоннелей открытым способом до начала основных земляных работ на площади, занимаемой выемкой, снимают плодородный слой почвы в размерах, установленных проектом. Грунт укладывают в отдельные отвалы для использования его в наиболее сжатые сроки, в последующем—при восстановлении нарушенных площадей, а также при их благоустройстве. Снятие плодородного слоя почвы производится, как правило, в талом состоянии и не в зимний период.

7.10. Восстановление временно нарушенных площадей и территорий на участках строительства линий метрополитенов обычно производится в ходе строительных работ и, как исключение, не позднее чем в течение года после завершения строительных работ.

7.11. При производстве работ по забивке свай и шпунта вблизи от жилых зданий и сооружений принимают меры по уменьшению шума путем средств, облегчающих погружение свай и шпунта: бурения лидерных скважин с опусканием в них свай, применения гидроподмыва, ведения работ в одну смену и др.

7.12. Откачку грунтовых вод из строящихся перегонных тоннелей метрополитена допускается осуществлять без предварительной очистки в городскую ливневую канализацию, а при ее отсутствии—в общесплавную канализацию, но с предварительным отстоем грубой взвеси в шахтных зумпфах.

Средняя за время строительства концентрация взвеси в откачиваемой грунтовой воде допускается не более 1000 мг/л.

7.13. Взрывные работы при проходке тоннельных выработок метрополитена вблизи от жилых зданий и сооруженных тоннелей допускается производить при обеспечении нормативов сейсмичности, устанавливаемой опытными взрывами в тоннеле.

7.14. При вентиляции тоннельных выработок метрополитена на выпуск загрязненного при взрывных работах воздуха на поверхности вблизи от жилых зданий допускается при обеспечении разбавления воздуха струей сжатого воздуха до допустимой санитарными нормами концентрации.

7.15. До начала работ по проходке тоннелей составляется аварийный план в соответствии с требованиями «Инструкции по составлению планов ликвидации аварий при производстве подземных работ на строительстве метрополитенов и тоннелей» (прил. 2 «Правил по технике безопасности и производственной санитарии при строительстве метрополитенов и тоннелей»).

7.16. Инженерно-технический персонал, ведущий работы по по проходке тоннеля, предварительно ознакамливается с инженерно-геологическими условиями в соответствии с проектом, а в процессе проходки ведет постоянное наблюдение за изменениями фактических условий проходки, отмечая их несоответствие проектным данным в горном журнале, оповещая об этом проектную организацию.

8. ПРИЕМКА РАБОТ И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА

8.1. (10.1.). Организация производственного контроля качества работ по сооружению тоннелей должна осуществляться согласно требованиям главы СНиП по организации строительства.

8.2. (10.2.). Качество выполненных работ надлежит оценивать при приемке скрытых работ, выполненных этапов работ и промежуточной приемке обделок, внутренних сборных железобетонных конструкций и отдельных конструкций наземных сооружений метрополитенов.

8.3. При оценке качества работ можно также руководствоваться «Картами технологии пооперационного контроля СКТПК качества строительно-монтажных работ по метростроению» Оргтрансстроя.

8.4. (10.3.). Результаты производственного контроля за качеством работ должны фиксироваться в журналах производства работ (прил. 62—67). Показатели оценки качества выполненных работ должны отражаться в соответствующих актах их приемки.

8.5. (10.4.). Пространственное расположение подземных и наземных сооружений, а также их геометрические размеры должны систематически контролироваться маркшейдерской службой в процессе строительства.

8.6. (10.5.). Правильность сборки колец тоннельных обделок следует систематически проверять путем измерения горизонтального и вертикального диаметров каждого кольца, а также двух диаметров под углом 45° к горизонту.

Допускаемые отклонения фактических размеров сборных обделок тоннелей от их проектного положения не должны превышать следующих величин (в мм):

А. Для тоннелей кругового очертания при сборной железобетонной и металлической обделке:	
отклонения размеров диаметров колец (эллиптичность):	
в зоне монтажа тюбинго- или блокоукладчиком	±25
вне зоны монтажа тюбинго- или блокоукладчиком	±50
смещение центра колец от оси тоннеля вне зоны монтажа тюбинго- или блокоукладчиком в плане и по профилю:	
для перегонных тоннелей	±50
смещение в направлении оси тоннеля плоскости прорезных колец:	
для перегонных тоннелей	±25

Б. Для тоннелей прямоугольного очертания при сборной железобетонной обделке:	
отклонения отметок верхних поверхностей лотковых блоков:	
для перегонных тоннелей	+10; —20
отклонения отметок нижних поверхностей плит перекрытий при их расположении:	
над путями, кроме платформенных участков .	+20; —10
отклонения размеров в чистоте каждого пролета на уровне низа перекрытий в поперечном направлении	+50; —20
отклонения стеновых блоков в плане на уровне 1 м от головок рельсов	±25
отклонения боковых поверхностей колонн и внутренних поверхностей стеновых блоков от вертикали при высоте колонны или стенового блока H	0,002H, но не более ±25

8.7. При монтаже блоков сборной железобетонной обделки не следует допускать уступов между отдельными блоками как в кольце, так и между смежными кольцами.

Взаимное смещение блоков в кольце по продольным стыкам принимается не более ±10 мм, а по кольцевым стыкам ±15 мм.

8.8. При устройстве бетонной подготовки и монтаже секций допускаются следующие отклонения от проектного положения в миллиметрах:

по верху бетонной подготовки ±10;

по расстоянию от закрепленного горизонта до верха лотка секции ±20;

по расстоянию от выносной линии до внутренней поверхности ближайшей стены секции ±10;

по вертикальности поверхности стены ±10;

по перпендикулярности поперечной плоскости секции к оси тоннеля ±25.

8.9. (10.6.). Суммарные величины отклонений внутренних фактических размеров обделок тоннелей от их проектного положения не должны нарушать габарита приближения строений.

8.10. (10.7.). Приемку с составлением акта освидетельствования скрытых работ по форме, указанной в прил. 68—72, надлежит производить по выполнении следующих работ:

нагнетания раствора за обделку (первичного и контрольного);

установки арматуры монолитных железобетонных обделок;
гидроизоляции сборных и монолитных обделок;
сварной металлической гидроизоляции;
забутовки временных выработок.

Примечание. При участии представителей, осуществляющих авторский надзор проектных организаций в приемке и составлении актов освидетельствования скрытых работ, они включаются в состав комиссии, указанной в формах актов согласно прил. 68—72.

8.11. (10.8.). При строительстве тоннелей встречными забоями допускается расхождение осей в пределах ±100 мм.

8.12. (10.10.). При сдаче (приемке) выполненных этапов работ по возведению конструкций тоннелей и метрополитенов следует производить осмотр сдаваемых работ в натуре, проверяя соответствие этих работ проекту, требованиям настоящей главы и стандартов.

Подрядчик при сдаче этих работ должен представить заказчику следующую документацию:

рабочие чертежи с надписями о соответствии выполненных в натуре работ этим чертежам или внесенным в них изменениям, сделанным лицами, ответственными за производство строительно-монтажных работ, или исполнительные чертежи;

документы, удостоверяющие качество применяемых материалов, конструкций и деталей;

акты освидетельствования скрытых работ;

журналы производства работ (см. прил. 62—67) и авторского надзора.

8.13. (10.11.). При приемке сборной обделки тоннелей с составлением акта промежуточной приемки должно устанавливаться соответствие рабочим чертежам внутренних размеров уложенных колец, расположения колец в плане и профиле (согласно п. 8.6. настоящей главы), их числа, перевязки швов, ширины зазора между кольцами, а также наличие болтов, выполнение антикоррозийной защиты, заполнение заобделочных пустот раствором. Кроме того, надлежит установить отсутствие течей, капежа, трещин, уступов между блоками, сколов и деформированных блоков.

8.14. (10.12.). При промежуточной приемке сборной обделки тоннелей должны быть предъявлены следующие документы:

исполнительные чертежи на укладку колец обделки и сборных конструкций тоннелей при открытом способе работ, паспорта на сборные конструкции, данные маркшейдерских измерений, сведения о геометрии и отклонениях уложенных колец от проекта и журналы производства работ по нагнетанию за обделку раствора (см. прил. 62 и 64), производству чеканоч-

ных работ (см. прил. 65), устройству оклеечной гидроизоляции (см. прил. 66) и протоколы лабораторного анализа химического состава грунтовых вод.

8.15. (10.13.). При приемке выполненных работ по гидроизоляции сборной обделки тоннелей, сооружаемых закрытым способом, должна производиться проверка:

чистоты поверхности обделки, качества заполнения чеканочных швов, болтовых и других отверстий, исправления мелких дефектов обделки;

отсутствия течей, капежа и сырых пятен. При проверке качества гидроизоляции должны предъявляться журналы нагнетания раствора и чеканки швов (см. прил. 62 и 65).

8.16. (10.14.). Приемку выполненных работ по устройству оклеечной гидроизоляции в тоннелях надлежит осуществлять согласно требованиям главы СНиП по устройству кровли, гидроизоляции, пароизоляции и теплоизоляции. При этом должен предъявляться журнал производства работ по устройству оклеечной гидроизоляции (см. прил. 66).

8.17. (10.15.). При приемке монолитных бетонных и железобетонных обделок с составлением акта промежуточной приемки подрядчик должен представить заказчику следующую документацию:

исполнительные чертежи на выполненную монолитную бетонную и железобетонную обделку с зафиксированными данными по результатам маркшейдерских измерений;

сертификаты и паспорта, удостоверяющие качество примененных материалов;

журналы производства бетонных или железобетонных работ (прил. 72);

журналы нагнетания раствора за обделку (см. прил. 62 и 64);

акты на скрытые работы;

протоколы лабораторного анализа химического состава грунтовых вод.

8.18. (10.24.). Проверка соблюдения габаритов приближения строений, оборудования и конструкций в тоннелях должна осуществляться с помощью габаритной тележки (шаблона).

8.19. (10.31.). Приемка в эксплуатацию законченных строительством тоннелей и метрополитенов должна осуществляться в соответствии с требованиями главы СНиП по приемке в эксплуатацию законченных строительством предприятий, зданий и сооружений, а также в соответствии с правилами приемки в эксплуатацию метрополитенов.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ГРУНТОВ И ПОРОД ПО ГРУППАМ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТРУДНОСТИ ИХ РАЗРАБОТКИ (ЕНИР 36-2, стр. 10-19)

№ пп	Наименование и характеристика грунта и породы	Средний объемный вес в плотном состоянии, кг/м³	Группа грунта и пород при способе разработки			Коэффициент крепости пород по шкале М. М. Протодьяконова	Время чистого бурения 1 м шпура перфоратором ПР-24Л, мин
			Отбойными молотками и вручную		Буровзрывной		
			немерзлого грунта и породы	мерзлого грунта и породы			
1	Алевролит:						
	а) слабый	1500	IVр	—	—	1,5—2	—
	б) крепкий	2200	Vр	—	—	2—4	—
2	Ангидрит	2900	VI	—	VI	6—8	2,7—3,7
3	Аргилит:						
	а) крепкий плитчатый . . .	2000	Vр	—	—	2—4	—
	б) массивный	2200	VI	—	—	4—6	—
4	Бокситы плотные	2600	VI	—	VI	6—8	2,7—3,7
5	Гравийно-галечные грунты						
	а) размером частиц, мм:						
	до 80	1750	II	IIм	—	0,8—1	—
	более 80	1950	III	IIIм	—	1—1,5	—
	б) сцементированная смесь гравия, гальки, мелкозернистого песка и лёссовидной супеси	1900	IV	—	—	1,5—2	—

Продолжение прил. 1

№ пп	Наименование и характеристика грунта и породы	Средний объемный вес в плотном состоянии, кг/м³	Группа грунта и пород при способе разработки			Коэффициент крепости пород по шкале М. М. Протодьяконова	Время чистого бурения 1 м шпура перфоратором ПР-24Л, мин
			Отбойными молотками и вручную		Буровзрывной		
			немерзлого грунта и породы	мерзлого грунта и породы			
6	Гипс	2200	Vр	—	IV	1,5—2	до 2,1
7	Глина:						
	а) жирная мягкая и мягкая юрская без примесей	1800	II	IIIм	—	0,8—1	—
	б) жирная мягкая и мягкая юрская с примесью щебня, гравия, гальки или строительного мусора, % (по объему):						
	до 10	1750	II	IIIм	—	0,8—1	—
	более 10	1900	III	IVм	—	0,8—1	—
	в) мягкая карбонная	1950	III	IVм	—	1—1,5	—
	г) тяжелая ломовая, твердая юрская, карбонная	1950	IV	IVм	IV	1—1,5	до 2,1
	д) твердая кембрийская	2150	IV	IVм	IV	1—1,5	до 2,1
	е) сланцевая	2000	IV	IVм	IV	1—1,5	до 2,1
8	Грунт растительного слоя:						
	а) без корней и примесей	1200	I	Iм	—	0,5—0,6	—
	б) с корнями кустарника и деревьев	1200	II	IIм	—	0,6—0,8	—
	в) с примесью щебня, гравия или строительного мусора	1400	II	IIм	—	0,8—1	—
9	Грунты ледникового происхождения (моренные):						
	а) песок, супесок и суглинок моренные с примесями гравия, гальки, валунов при количестве гравия и гальки, % (по объему):						
	до 10	1750—2500	II	IIм	—	0,8—2	—
	более 10	1750—2500	III	IIIм	—	1—1,5	—
	б) суглинок моренный с примесью гравия, гальки и валунов при количестве гравия и гальки более 10% по объему, а также глина ленточная моренная с тонкими прослойками мелкозернистого песка . .	1750—2500	III	IVм	—	1—1,5	—
	в) суглинок тяжелый и глина моренные с примесью гравия, гальки и валунов	1750—2500	IV	IVм	—	—	—
10	Диабаз:						
	а) сильно выветрившийся	2600	—	—	VIII	12—16	4,9—6,7
	б) слабо выветрившийся	2700	—	—	IX	16—18	6,7—9,2
	в) крепкий, не затронутый выветриванием	2800	—	—	X	18—20	9,2—12,2
	г) особо крепкий, не затронутый выветриванием	2900	—	—	XI	20 и более	12,2 и более
11	Доломит:						
	а) мягкий, пористый, выветрившийся	2700	VI	—	VI	6—8	2,7—3,7
	б) плотный	2800	VII	—	VII	8—12	3,7—4,9
	в) крепкий	2900	—	—	VIII	12—14	4,9—6,7

Продолжение прил. 1

№ пп	Наименование и характеристика грунта и породы	Средний объемный вес в плотном состоянии, кг/м³	Группа грунта и пород при способе разработки			Коэффициент крепости пород по шкале М. М. Протодьяконова	Время чистого бурения 1 м шпура перфоратором ПР-24Л, мин
			Отбойными молотками и вручную		Буровзрывной		
			немерзлого грунта и породы	мерзлого грунта и породы			
12	Дресва в коренном залегании (элювийт)	2000	Vр	—	—	—	—
13	Дресвяный грунт	1800	IVр	—	IV	1,5—2	до 2,1
14	Змеевик (серпентин):						
	а) выветрившийся	2400	V	—	V	2—4	2,1—2,7
	б) средней крепости	2500	VI	—	VI	4—8	2,7—3,7
	в) крепкий	2600	VII	—	VII	8—12	3,7—4,9
15	Известняк:						
	а) мягкий, пористый, выветрившийся	1200	Vр	—	V	2—4	2,1—2,7
	б) мергелистый слабый	2300	VI	—	VI	4—8	2,7—3,7
	в) мергелистый плотный	2700	VII	—	VII	8—12	3,7—4,9
	г) крепкий доломитизированный .	2900	—	—	VIII	12—16	4,9—6,7
	д) плотный окварцованный . . .	3100	—	—	IX	16—18	6,7—9,2
16	Кварцит:						
	а) сланцевый выветрившийся . .	2500	VII	—	VII	8—12	3,7—4,9
	б) сланцевый	2600	—	—	VIII	12—16	4,9—6,7
	в) с заметной сланцеватостью . .	2700	—	—	IX	16—18	6,7—9,2
	г) без сланцеватости	2800	—	—	X	18—20	9,2—12,2
	д) мелкозернистый	3000	—	—	XI	20 и более	12,2 и более
17	Конгломераты и брекчии:						
	а) слабосцементированные . . .	1900	V	—	IV	1,5—2	до 2,1
	б) из осадочных пород на глинистом цементе	2100	V	—	V	2—4	2,1—2,7
	в) из осадочных пород на известковом цементе	2300	VI	—	VI	4—8	2,7—3,7
	г) из осадочных пород на кремнистом цементе	2600	VII	—	VII	8—12	3,7—4,9
	д) с галькой из изверженных пород на известковом и кремнистом цементе	2900	—	—	VIII	12—16	4,9—6,7
18	Коренные глубинные грунты (граниты, гнейсы, диориты, сиениты, порфириты, габбро и др.):						
	а) крупнозернистые, выветрившиеся и дресвяные	2500	V	—	V	2—4	2,1—2,7
	б) среднезернистые выветрившиеся	2600	VI	—	VI	4—8	2,7—3,7
	в) мелкозернистые выветрившиеся	2700	VII	—	VII	8—12	3,7—4,9
	г) крупнозернистые, не затронутые выветриванием	2800	—	—	VIII	12—16	4,9—6,7
	д) среднезернистые, не затронутые выветриванием	2900	—	—	IX	16—18	6,7—9,2
	е) мелкозернистые, на затронутые выветриванием	3100	—	—	X	18—20	9,2—12,2
	ж) микрозернистые, не затронутые выветриванием	3300	—	—	XI	20 и более	12,2 и более
19	Коренные излившиеся грунты (андезиты, базальты, трахиты и др.):						
	а) сильновыветрившиеся	2600	VII	—	VII	8—12	3,7—4,9

Продолжение прил. 1

№ пп	Наименование и характеристика грунта и породы	Средний объемный вес в плотном состоянии, кг/м³	Группа грунта и пород при способе разработки			Коэффициент крепости пород по шкале М. М. Протодьяконова	Время чистого бурения 1 м шпура перфоратором ПР-24Л, мин
			Отбойными молотками и вручную		Буровзрывной		
			немерзлого грунта и породы	мерзлого грунта и породы			
	б) слабовыветрившиеся	2700	—	—	VIII	12—16	4,9—6,7
	в) со следами выветривания . .	2800	—	—	IX	16—18	6,7—9,2
	г) без следов выветривания . . .	3100	—	—	X	18—20	9,2—12,2
	д) микроструктурные, не затронутые выветриванием	3300	—	—	XI	20 и более	12,2 и более
20	Кремень	3100	—	—	XI	20 и более	12,2 и более
21	Лёсс:						
	а) мягкий без примесей	1600	I	Iм	—	0,6—0,8	—
	б) мягкий с примесью гравия или гальки	1800	II	IIм	—	0,8—1	—
	в) отвердевший	1800	III	IIIм	—	1,5—2	—
22	Мел:						
	а) мягкий	1550	IVр	—	IV	1,5—2	до 2,1
	б) плотный	1800	Vр	—	V	2—4	2,1—2,7
23	Мергель:						
	а) мягкий	1900	IVр	—	IV	1,5—2	до 2,1
	б) средней крепости	2300	Vр	—	V	2—4	2,1—2,7
	в) крепкий	2500	VI	—	VI	4—6	2,7—3,7
24	Мрамор	2700	VII	—	VII	10—12	3,7—4,9
25	Опока	1900	Vр	—	IV	1,5—2	до 2,1
26	Пемза	1100	V	—	V	2—4	2,1—2,7
27	Песок:						
	а) без примесей, а также с примесью щебня, гравия, гальки или строительного мусора, % (по объему):						
	до 10	1600	I	Iм	—	0,5—0,6	—
	до 30	1700	II	IIм	—	0,6—0,8	—
	более 30	1700	III	IIIм	—	0,6—0,8	—
	б) барханный и дюнный	1600	II	—	—	0,6—0,8	—
28	Песчаник:						
	а) выветрившийся	2200	V	—	V	2—4	2,1—2,7
	б) на глинистом цементе	2300	VI	—	VI	4—6	2,7—3,7
	в) на известковом цементе . . .	2500	VII	—	VI	6—10	2,7—3,7
	г) плотный	2600	—	—	VII	10—12	3,7—4,9
	д) на кварцевом цементе	2700	—	—	VIII	12—14	4,9—6,7
	е) кремнистый, очень плотный . .	2800	—	—	VIII	14—16	4,9—6,7
29	Ракушечник:						
	а) слабосцементированный . . .	1200	IVр	—	IV	1,5—2	до 2,1
	б) сцементированный	1800	Vр	—	V	2—4	2,1—2,7
30	Сланцы:						
	а) выветрившиеся	2000	IVр	—	IVр	1,5—2	до 2,1
	б) глинистые средней крепости и слабовыветрившиеся	2600	Vр	—	V	2—4	2,1—2,7
	в) крепкие	2800	VI	—	VI	4—8	2,7—3,7
	г) окварцованные и слюдяные .	2300	VII	—	VII	8—12	3,7—4,9
	д) песчаные крепкие . .	2500	—	—	VIII	12—16	4,9—6,7
	е) окремненные . .	2600	—	—	X	16—20	9,2—12,2
	ж) кремнистые	2600	—	—	XI	20 и более	12,2 и более

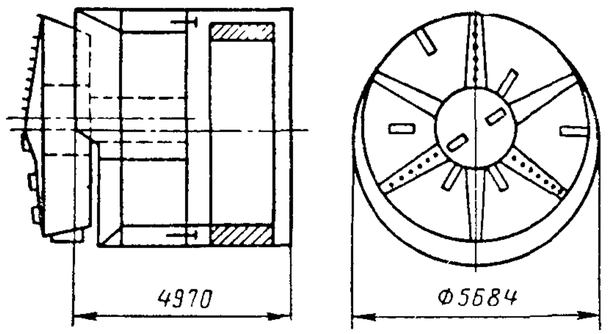
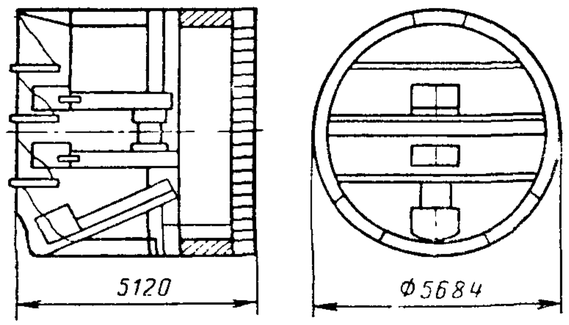
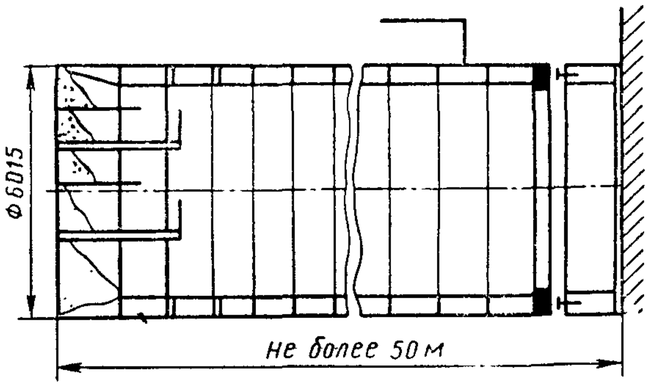
Продолжение прил. 1

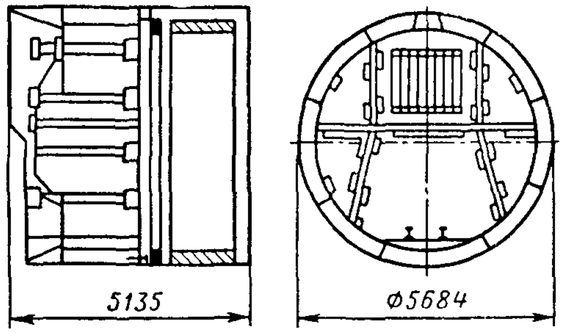
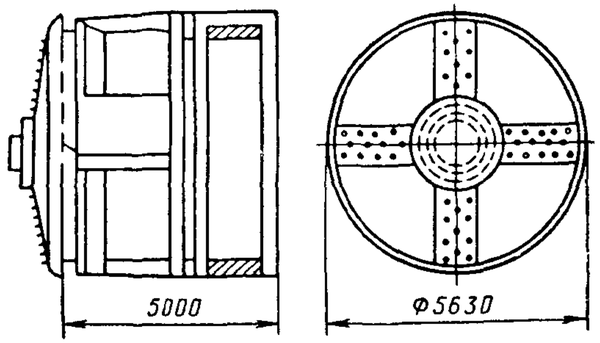
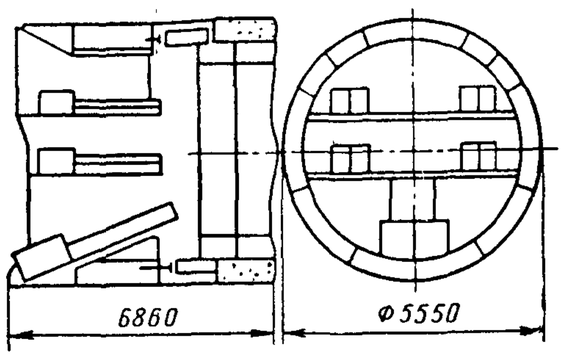
№ пп	Наименование и характеристика грунта и породы	Средний объемный вес в плотном состоянии, кг/м³	Группа грунта и пород при способе разработки			Коэффициент крепости пород по шкале М. М. Протодьяконова	Время чистого бурения 1 м шпура перфоратором ПР-24Л, мин
			Отбойными молотками и вручную		Буровзрывной		
			немерзлого грунта и породы	мерзлого грунта и породы			
31	Солончак и солонец:						
	а) мягкие	1600	II	IIм	—	0,6—0,8	
	б) отвердевшие	1800	IV	IVм	IV	1,5—2	до 2,1
32	Суглинок:						
	а) легкий и лёссовидный без примесей, а также с примесью щебня, гравия, гальки или строительного мусора, % (по объему):						
	до 10	1700	I	IIм	—	0,6—0,8	—
	более 10	1750	II	IIIм	—	0,8—1	—
	б) тяжелый без примесей, а также с примесью щебня, гравия, гальки или строительного мусора, % (по объему):						
	до 10	1750	II	IIIм	—	0,8—1	—
	более 10	1950	III	IVм	—	1—1,5	—
33	Супесок без примесей, а также с примесью щебня, гравия, гальки или строительного мусора, % (по объему):						
	до 10	1650	I	Iм	—	0,5—0,6	—
	до 30	1800	II	IIм	—	0,6—0,8	—
	более 30	1850	III	IIIм	—	0,8—1	—
34	Строительный мусор:						
	а) рыхлый и слежавшийся . . .	1800	II	IIм	—	0,6—0,8	—
	б) сцементированный	1900	III	IIIм	—	1,5—2	—
35	Торф:						
	а) без корней	800—1000	I	Iм	—	0,5—0,6	—
	б) с корнями кустарника и деревьев	850—1200	II	IIм	—	0,6—0,8	—
36	Трепел:						
	а) слабый	1550	IVр	—	IV	1,5—2	до 2,1
	б) плотный	1770	Vр	—	V	2—4	2,1—2,7
37	Туф	1100	V	—	V	2—4	2,1—2,7
38	Чернозем, каштановый грунт:						
	а) мягкий, без корней	1300	I	Iм	—	0,5—0,6	—
	б) мягкий с корнями кустарника и деревьев	1300	II	IIм	—	0,6—0,8	—
	в) отвердевший	1200	III	IIIм	—	0,8—1	—
39	Шлак:						
	а) котельный рыхлый	700	I	Iм	—	0,6—0,8	—
	б) то же слежавшийся	—	II	IIм	—	1—1,5	—
	в) металлургический выветрившийся	—	III	IIIм	IV	1,5—2	до 2,1
	г) то же выветрившийся . . .	—	IV	IVм	—	1—1,5	—
40	Щебень размером, мм:						
	до 40	1750	II	—	—	0,8—1,5	—
	до 150	1950	III	—	—	0,8—1,5	—

Примечание. Породы (грунты) IV группы относятся к нескальным, IVр и Vр—разборно-скальным.

ПРИМЕНЯЕМЫЕ СОВРЕМЕННЫЕ ПРОХОДЧЕСКИЕ ПЕРЕГОННЫХ ТОННЕЛЕЙ

МЕХАНИЗИРОВАННЫЕ КОМПЛЕКСЫ ДЛЯ СООРУЖЕНИЯ МЕТРОПОЛИТЕНОВ

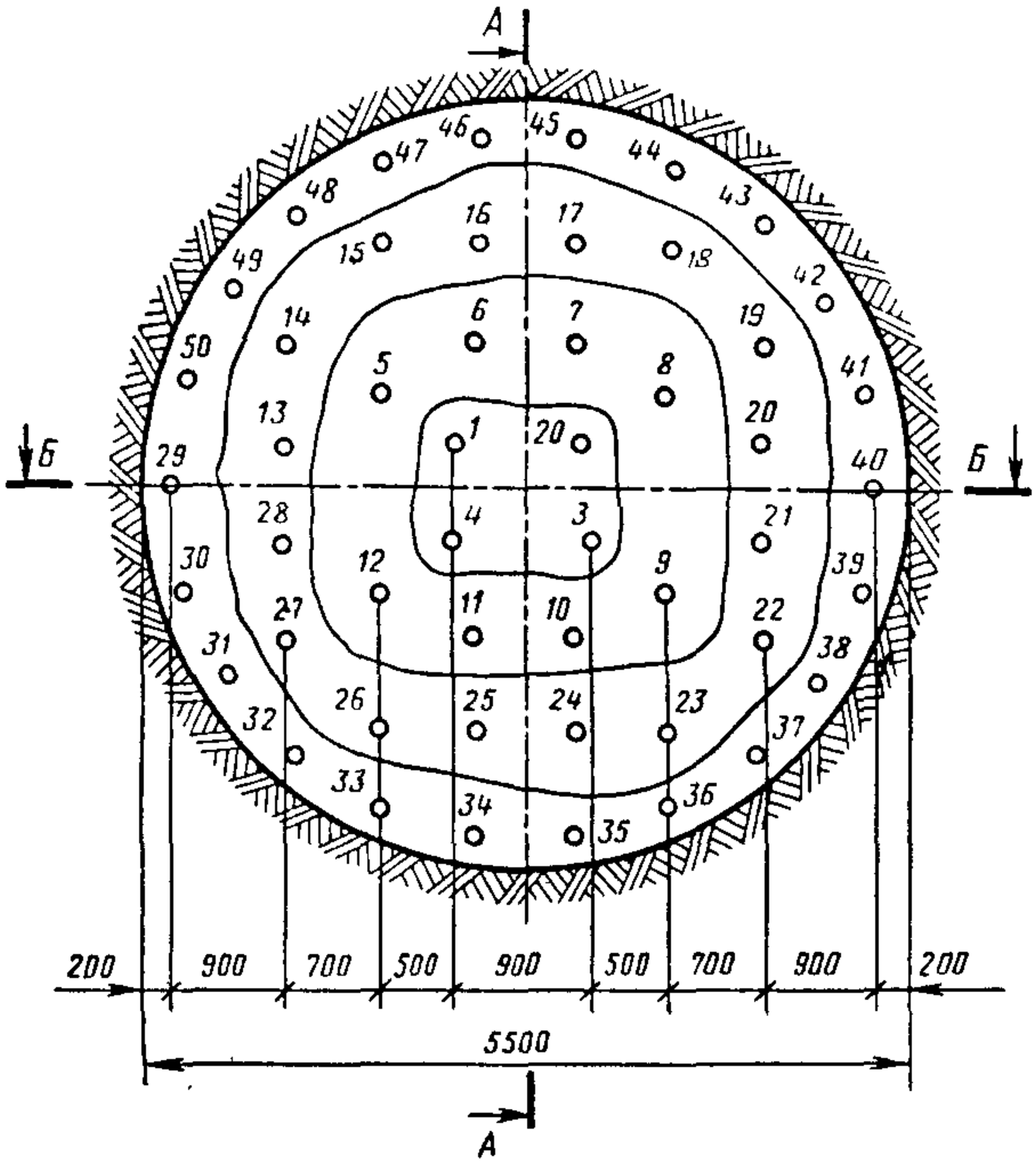
Наименование	Схема	Техническая характеристика	Область применения	Завод-изготовитель
Механизированный щит ЩМР-1 с регулируемой скоростью резания и комплексом КМ-24-0		Производительность, м/мес 150 Мощность привода, кВт . 320 Усилие щитовых домкратов, тс (кН) . . . . . 1600 (16000) Ход щитового домкрата, мм . . . . . 1200 Рабочий орган . . . . Роторный Режущий инструмент . . Стержневые резцы типа РПП и плоские ножи Радиус кривой (мин), м . 350 Масса: щита, т . . . . . 190 комплекса, т 350	Сооружение перегонных тоннелей метрополитена и тоннелей другого назначения. Породы: устойчивые глины, суглинки, мергель, известняки и др. крепостью $\sigma_{сж}$=30—350 кгс/см² (МПа 3—35). Абразивность не выше 15 мг, приток воды в забое до 10 м³/ч. Обделка тоннеля: сборная железобетонная унифицированная, обжатая в породу, чугунная. Диаметр обделки (наружный): сборной—5500 мм; обжатой—5724 мм	Московский механический завод ГТМ (ММЗ ГТМ)
Механизированный щит ЩМ-17М с комплексом КМ-19М		Производительность, м/мес 100 Установленная мощность, кВт . . . . . 90 Усилие щитовых домкратов, тс (кН) . . . . . 2100 (21000) Ход щитовых домкратов, мм . . . . . 1200 Погрузочные устройства: челюстная машина, шт. . 2 погрузочная машина, шт. 1 количество горизонтальных площадок, шт. . . 3 Радиус кривой (мин), м . . 350 Масса, т: щита . . . . . 135 комплекса 270	Сооружение перегонных тоннелей метрополитена и тоннелей другого назначения Породы: песчаные, естественной влажности с прослойками глин, суглинки, глины и другие крепостью $\sigma_{сж} \leqslant 20$ кгс/см² (2МПа) с гравелистыми включениями до 200 мм. Обделка тоннеля: сборная железобетонная унифицированная, обжатая в породу, чугунная. Диаметр обделки (наружный): сборной—5500 мм; обжатой—5684 мм	ММЗ ГТМ
Агрегат для сооружения тоннелей методом продавливания КМ-35		Производительность, м/сут. 3 Общее усилие домкратной группы, тс (кН) . . . 3000 (30000) Ход домкрата, мм . . . 1200 Установленная мощность, кВт . . . . . 40 Количество площадок, шт. 4 Количество корректирующих устройств, шт. . . . 4 Общее усилие корректирующих устройств, кгс . . . 126 Масса агрегата, т 110	Сооружение перегонных тоннелей метрополитена и тоннелей другого назначения мелкого заложения методом продавливания протяженностью до 50 м в основном под железнодорожными путями в песках естественной влажности с включениями прослоек глин и мелкого гравия. Обделка тоннеля чугунная. Диаметр обделки 6000 мм	ММЗ ГТМ

Наименование	Схема	Техническая характеристика		Область применения	Завод-изготовитель
Щит ЩН-1С с комплексом КМ-34		Производительность, м/мес Общее усилие щитовых домкратов, тс (кН) Ход щитового домкрата, мм Усилие забойного домкрата, тс (кН) Количество домкратов, шт. Количество платформ, шт. Радиус кривой (мин), м Масса, т: щита комплекса	75 1900 (19000) 1200 6 (60) 20 3 300 102 150	Сооружение перегонных тоннелей метрополитена и тоннелей другого назначения. Породы: крепкие (известняк, мергель и др.), слабые (глины, суглинки, супеси, пески и др.). Разработка пород в забое: вручную, буровзрывным способом крепких, отбойными молотками слабых пород. Обделка тоннеля: сборная железобетонная унифицированная, чугунная. Диаметр обделки (наружный) 5500 мм	ММЗ ГТМ
Комбайн тоннельный КТ1-5,6		Производительность, м/мес Мощность привода, кВт Усилие силовых домкратов, тс (кН) Ход щитовых домкратов, мм Рабочий орган Режущий инструмент Радиус кривой (мин), м Масса, т: щита комплекса	250 200 1600 (16000) 1200 Роторный, щелевой Зубки 350 160 320	Сооружение перегонных тоннелей метрополитена и тоннелей другого назначения. Породы: устойчивые нелипкие глины, мергели и др. крепостью $\sigma_{сж}$ = = 100 — 300 кгс/см² (10 — — 30 МПа) неводоносные. Обделка тоннельная сборная железобетонная унифицированная или обжатая в породу. Диаметр обделки (наружный): сборной—5500 мм; обжатой—5650 мм	Ясиноватский машиностроительный завод (ЯМЗ)
Комплекс проходческий щитовой ТЩБ-7		Производительность, м/мес Усилие щитовых домкратов, тс (кН) Ход щитовых домкратов, мм Величина заходки, мм Давление на бетонную смесь, кгс/см² (МПа) Погрузочные устройства: челюстная машина, шт. погрузочная машина, шт. Радиус кривой (мин), м Масса комплекса, т	75 2800 (28000) 1200 600 до 50 (5,0) 4 1 350 420	Сооружение перегонных тоннелей метрополитена и тоннелей другого назначения с монолитно-прессованной бетонной обделкой. Породы: песчаные естественной влажности с прослойками глин, глины, суглинки и другие крепостью $\sigma_{сж} \leqslant 20$ кгс/см² (2МПа) с гравелистыми включениями размером до 200 мм. Диаметр обделки (внутренний)—5200 мм	ЯМЗ

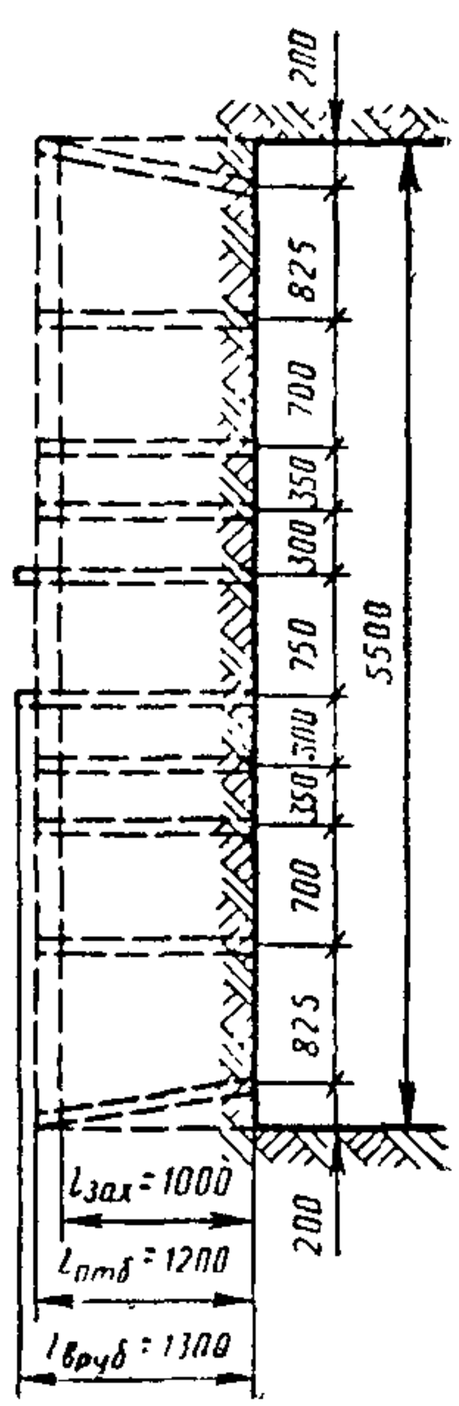
Приложение 3

ОБРАЗЕЦ ПАСПОРТА БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ

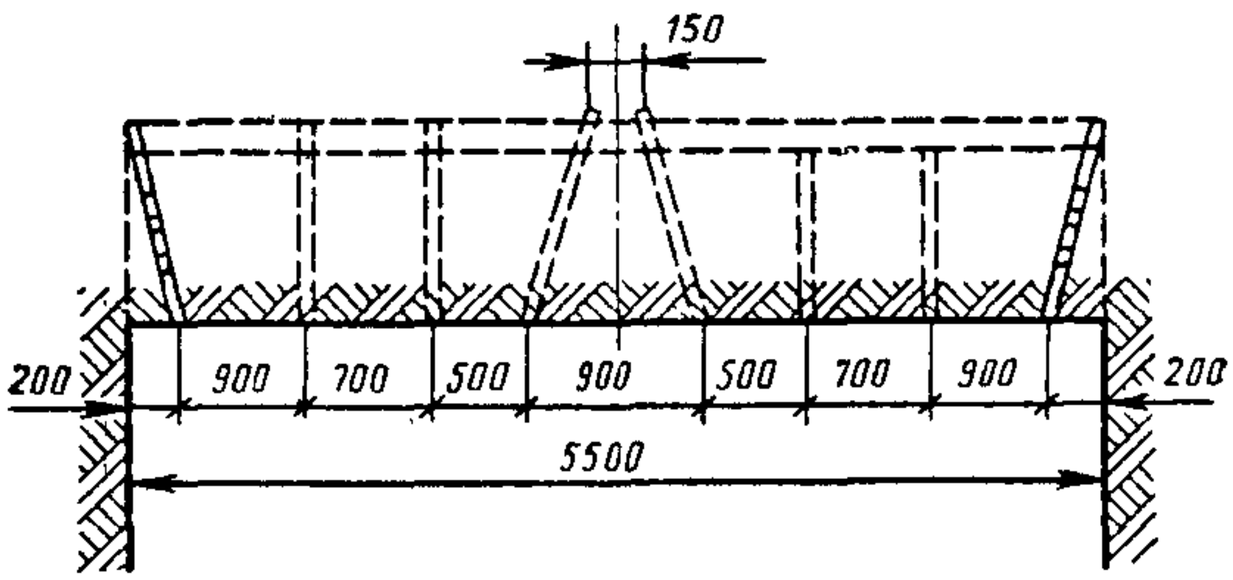
Схема расположения шпуров



А - А



Б - Б



Показатели буровзрывных работ

Наименование	Единица измерения	Количество
Сечение выработки в проходке	м²	23,8
Величина заходки	м	2,0
Коэффициент крепости пород	—	до 5
Глубина шпуров (отбойных)	м	1,2
Число шпуров в забое	шт.	50
Тип ВВ $\frac{\text{контурные}}{\text{врубовые, отбойные}}$	аммонит № 6Ж8	
	скальный № 1, № 6Ж8	
Расход ВВ на заходку	кг	27,2
Электродетонаторы типа ЭДКЗ	шт.	50
Коэффициент использования шпура	—	0,85
Удельный расход ВВ	кг/м³	0,95
Расход шпурометров на заходку	м	61,5

Параметры шпуровых зарядов

Номера шпуров	Наименование шпуров	Глубина шпура, м	Угол наклона, град	Величина заряда, кг	Длина забойки, м	Очередность взрывания	Степень замедления, мс	Количество шпуров, шт
1—4	Врубовые	1,30	70	1,0	0,63	I	0	4
5—12	Отбойные	1,20	90	0,6	0,50	II	25	8
13—28	»	1,20	90	0,6	0,50	III	50	16
29—40	Оконтуривающие .	1,25	80	0,4	0,60	IV	75	12
41—50	» .	1,25	80	0,4	0,60	V	100	10

Перегонный тоннель диаметром 5,5 м от пикета 110 до пикета 756;
грунт с коэффициентом крепости f до 5;
проходка без щита тюбингоукладчиком.

Приложение 4

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИМЕНЯЕМЫХ ИНСТРУМЕНТОВ

Перфораторы (пневматические ручные)

Основные параметры, необходимые для производства работ	Единица измерения	ПР-13Л	ПР-18Л	ПР-24Л
Масса	кг	14	18	24
Глубина бурения	м	4	4	4
Диаметр буровой штанги	мм	22	22	25
Диаметр коронки	мм	40	32—46	36—46
Расход сжатого воздуха	м³/мин	1,7	2,5	3,5
Число ударов в минуту		1950	2400	2600
Энергия удара	кгс · м (Дж)	3,3 (33)	4 (40)	5 (50)
Длина перфоратора	мм	540	570/610	640/700
Рабочее давление сжатого воздуха	ати	5	5	5

Пневматическое сверло СР-3

Основные параметры, необходимые для производства работ	Единица измерения	Показатели
Масса	кг	13,5
Мощность	л. с. (Вт)	3,5 (2680)
Частота вращения шпинделя	об/мин	365
Крутящий момент	кгс · м (Н · м)	6,88 (68,8)
Расход сжатого воздуха	м³/мин	3,5
Диаметр шпура	мм	36—50

Приложение 5

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РУЧНЫХ ЭЛЕКТРОСВЕРЛ

Основные параметры, необходимые для производства работ	Единица измерения	Типы		
		ЭР18Д-М	ЭРП-18Д	ЭБР-19М
Мощность электродвигателя сверла	кВт	1,4	1,4	1,2
Напряжение	В	127	127	36
Частота вращения инструмента	об/мин	640	300	до 1500
Диаметр резца	мм	43	43	43
Масса	кг	16	23	18

Приложение 6

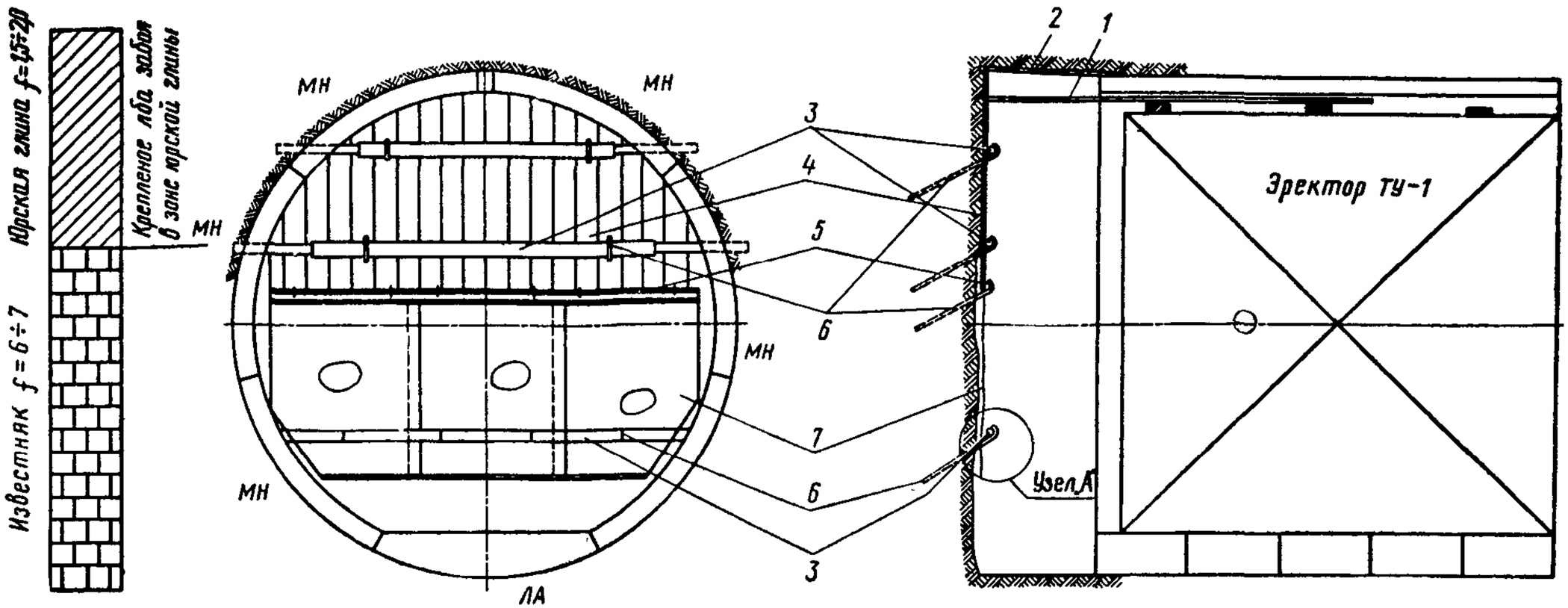
ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПНЕВМАТИЧЕСКИХ ОТБОЙНЫХ МОЛОТКОВ

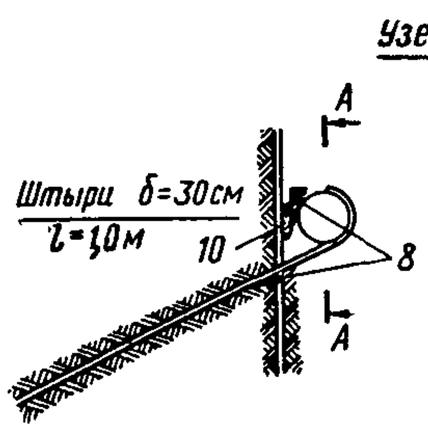
Показатели	Единица измерения	Тип отбойного молотка						
		МО-8п	МО-9п	МО-10п	МОО-8	МОО-10	МО-12	ОМСП-5
Масса	кг	8,5	9	10	9	10,8	12,5	9
Длина без пики	мм	480	520	570	475	528	655	
Рабочее давление сжатого воздуха	кгс/см² (МПа)	5 (0,5)	5 (0,5)	5 (0,5)	5 (0,5)	5 (0,5)	5 (0,5)	
Энергия единичного удара	кгс · м (Дж)	3.2 (32)	3,5 (35)	4,4 (44)	3,4 (34)	4,5 (45)	6,3 (63)	2,6 (26)
Число ударов в минуту	—	2000	1800	1400	1600	1250	1060	1600
Мощность	л. с. (Вт)	1,42 (1030)	1,4 (1030)	1,3 (965)	— —	— —	1,48 (1090)	
Расход воздуха	м³/мин	1,4	1,3	1,3	1,1	1,15	1,25	1,10
Ход ударника	мм	105	125	143	—	—	185	
Способ пуска		Автоматический			Неавтоматический		Автоматический	
Способ воздухораспределения		Клапанный			Золотниковый			
Пылеподавление		Нет	Нет	Нет	Орошение		Нет	Нет

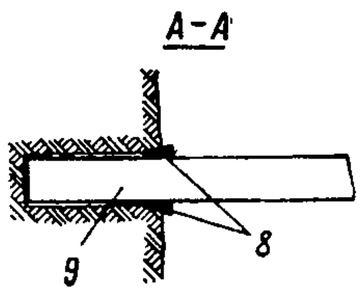
Примечание. Диамегр ударника у всех молотков 38 мм.

Приложение 7

ОБРАЗЕЦ ПАСПОРТА ВРЕМЕННОГО КРЕПЛЕНИЯ







1—выдвижные козырьки; *2*—марчеваны σ=40 мм; *3*—телескопические трубы ∅ 4″; *4*—доски σ=40 мм; *5*—опорная доска σ=40 мм плашмя; *6*—штыри σ=30 мм, *l*=1,0 м; *7*—стальные сетки с ячейками размерами 150×150; *8*—деревянные клинья; *9*—труба ∅ 4″; *10*—затяжка из досок

Временное крепление (на 1 заходку)

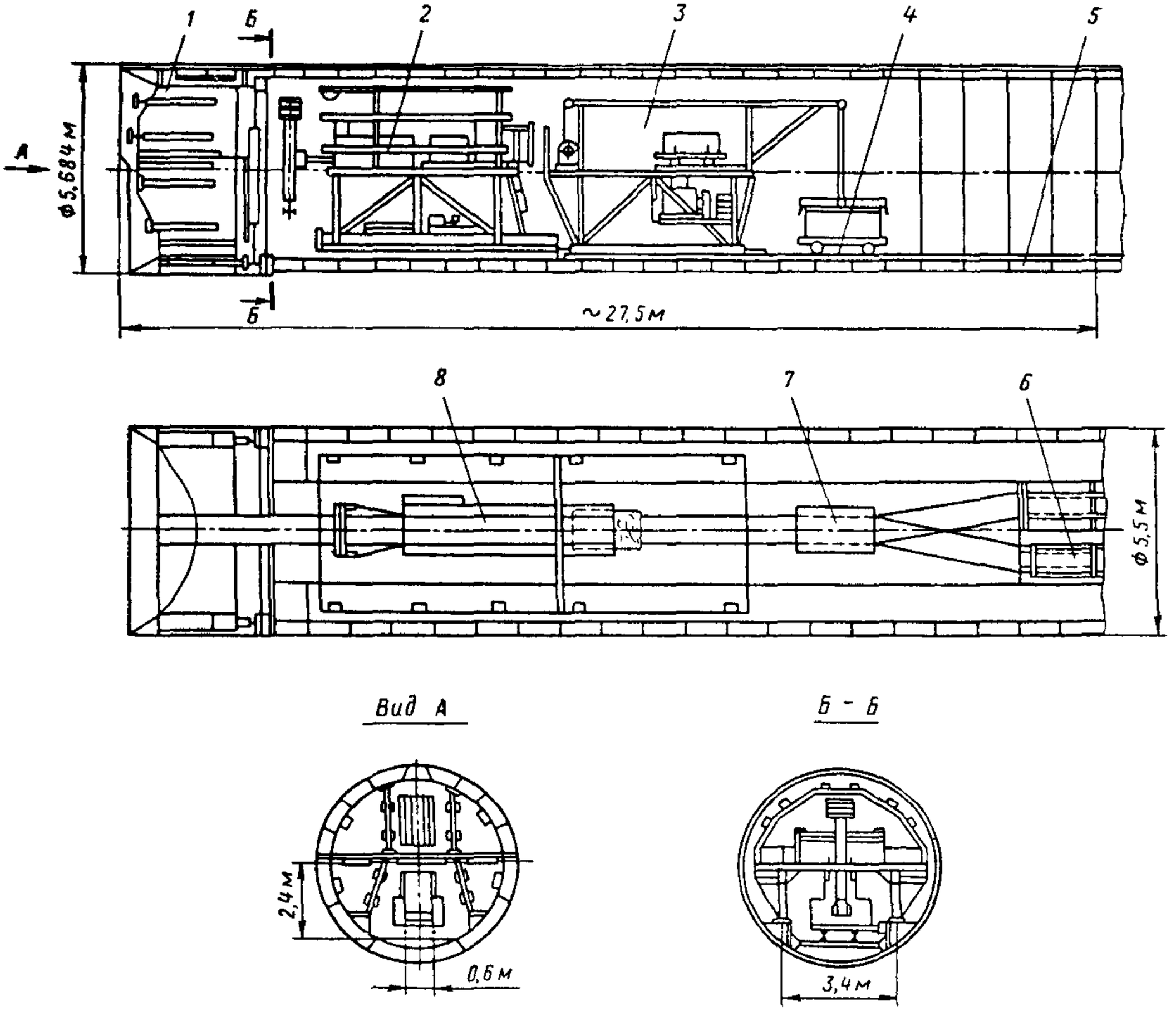
Наименование	Кол.	Материал
Трубы ∅ 4″	2	Ст—3
Штырь σ 30 мм, l=1,0	12	»
Сетка 1,8×2,8 м	3	»

Порядок крепления

1. Оборка средней части и боков кровли, затяжка кровли марчеванами σ =40 мм (при отсутствии в своде юрской глины—кровля крепится выдвижением козырьков эректора).
2. Обработка лба забоя и обуривание его до диаметра кольца.
3. Установка опорной доски и телескопической трубы ∅ 4″, затяжка лба забоя досками.
4. Обработка лба забоя и обуривание его до лотка.
5. Навеска стальных сеток и установка трубы ∅ 4″.

Характеристика обделки

Наружный диаметр, м	5,5
Внутренний диаметр, м	5,1
Ширина кольца, м	1,0
Объем грунта, м³	24,3



Вид А

Б - Б

Технологическая схема сооружения тоннеля обычным немеханизированным щитом:

1—щит немеханизированный типа ЩН-1х (ЩН-1с); *2*—тоннельный укладчик типа ТУ-32п; *3*—тележка для нагнетания раствора за обделку типа ТН16-2п; *4*—платформа подвижная со стрелочным переводом типа ПП-8А; *5*—выдвижное звено; *6*—тележка для перевозки элементов обделки; *7*—вагонетка емкостью 1,5 м³ Мосметростроя или шахтная типа ВГ-1,4; *8*—погрузочная машина типа ППМ-4Э (1-ППН-5)

Приложение 9

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОХОДЧЕСКИХ НЕМЕХАНИЗИРОВАННЫХ ЩИТОВ ДЛЯ ПРОХОДКИ ПЕРЕГОННОГО ТОННЕЛЯ

Основные данные	Единица измерения	Типы щитов				
		Щ-19*	ЩТ-12*	ЩН-1Х	ЩН-1С	ЩН-1Т
Наружный диаметр с накладками	мм	5730	6230	5684	5684	6184
Внутренний диаметр по оболочке	мм	5560	6060	5560	5560	6060
Длина щита по своду	мм	5000	5000	4965	5135	5135
Длина щита по лотку	мм	4600	4600	4615	4785	4785
Корпус щита	—	Литой	Литой	Литой	Сварной	Сварной
Количество выдвижных платформ	шт.	3	5	3	3	3
Домкраты щитовые с усилием прямого хода при Р=200 кгс/см² (20МПа):	тс (кН)	80 (800)	80 (800)	100 (1000)	100 (1000)	100 (1000)
ход штока	мм	1150	950	1200	1200	1200
количество	шт.	18	24	18	19	19
суммарное усилие при Р=200 кгс/см² (20МПа)	тс (кН)	1440 (14400)	1920 (19200)	1800 (18000)	1900 (19000)	1900 (1900)
Домкраты платформенные и забойные:						
количество забойных	шт.	22	10	20	20	20
количество платформенных	шт	4	6	4	4	4
ход штока	мм	1150	1000	1200	1200	1200
усилие прямого хода при Р=50 кгс/см² (5МПа)	тс (кН)	5 (50)	5 (50)	5 (50)	5 (50)	5 (50)
Общая установленная мощность	кВт	28	28	34	37	34
Масса	т	110	127	115	92	130

* Щиты проходческие типов Щ-19 и ЩТ-12 снимаются с производства.

Схема I

а)

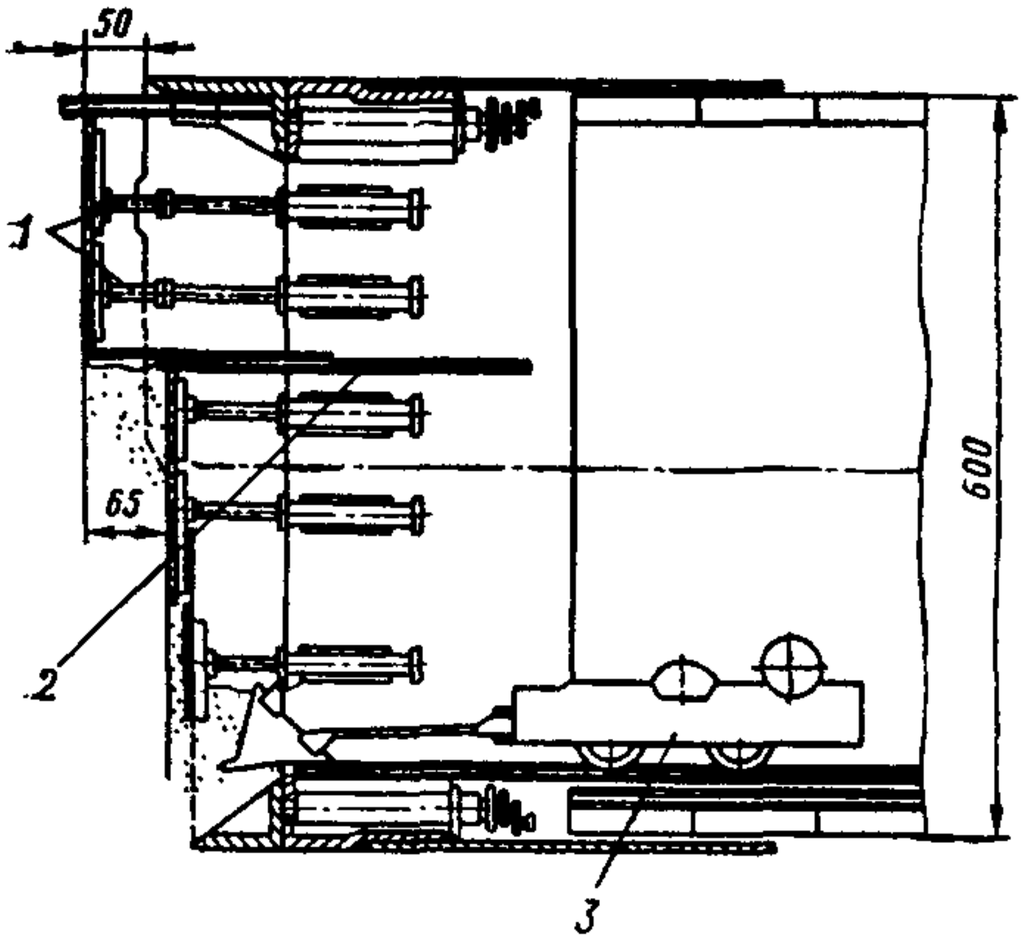
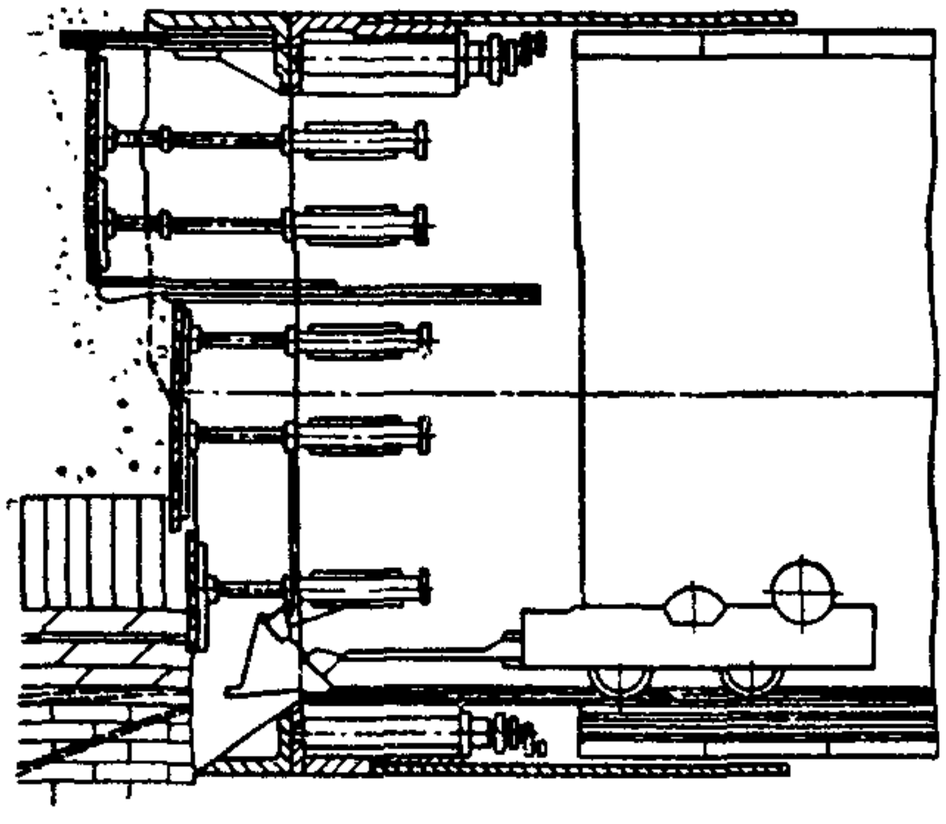
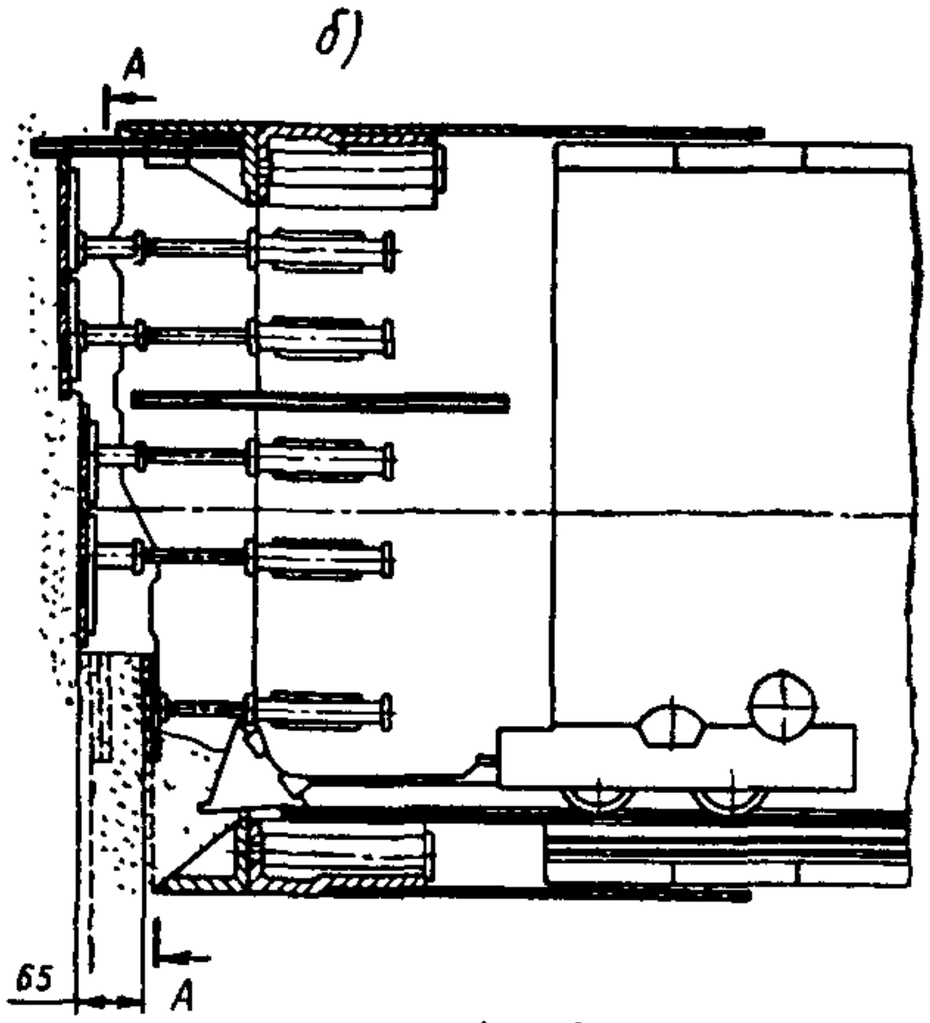


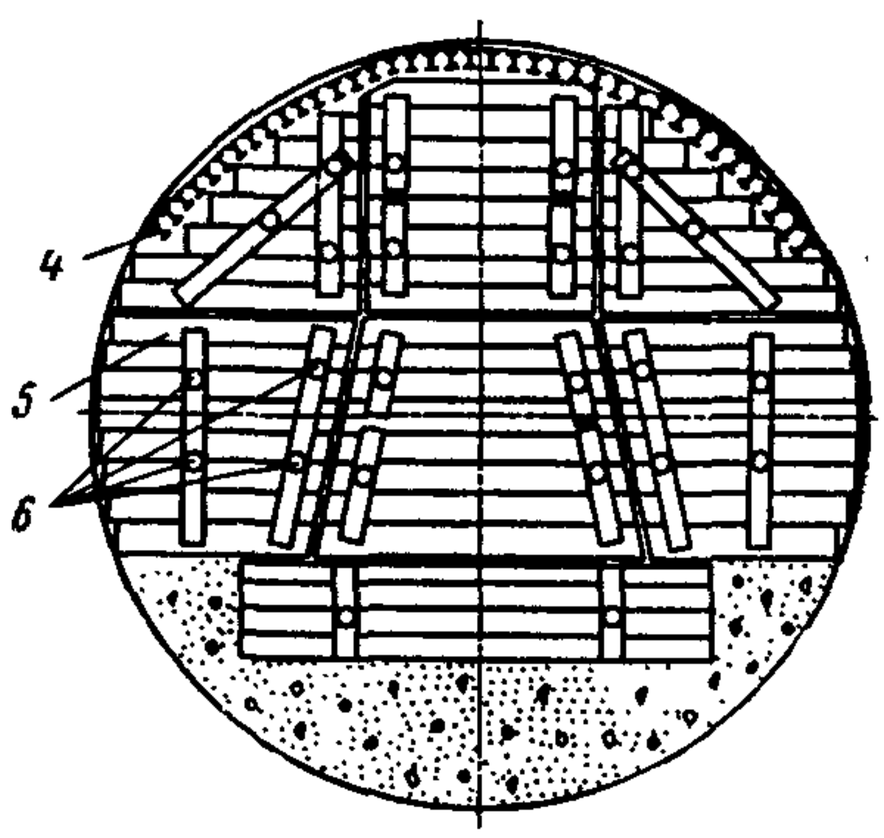
Схема II



б)



А – А



Примерные схемы крепления лба забоя на обычном щите:

Схема I—крепление лба забоя и разработка породы при однородных грунтах: *а*—фаза № 1—разработка породы в верхнем ярусе; *б*—фазы № 2 и 3—разработка породы соответственно в среднем и нижнем ярусах; *1*—металлические распорки; *2*—отверстие для пропуска породы; *3*—погрузочная машина ППМ-1;

Схема II—крепление лба забоя и разработка породы при песчаных грунтах в верхней части забоя и крепких грунтах с частичным взрыванием в нижней части забоя:

4—затяжка кровли; *5*—щит крепления лба забоя; *6*—пяты домкратов

(Разработка породы ведется заходками на 0,5 м)

Приложение 11

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОГРУЗОЧНЫХ МАШИН

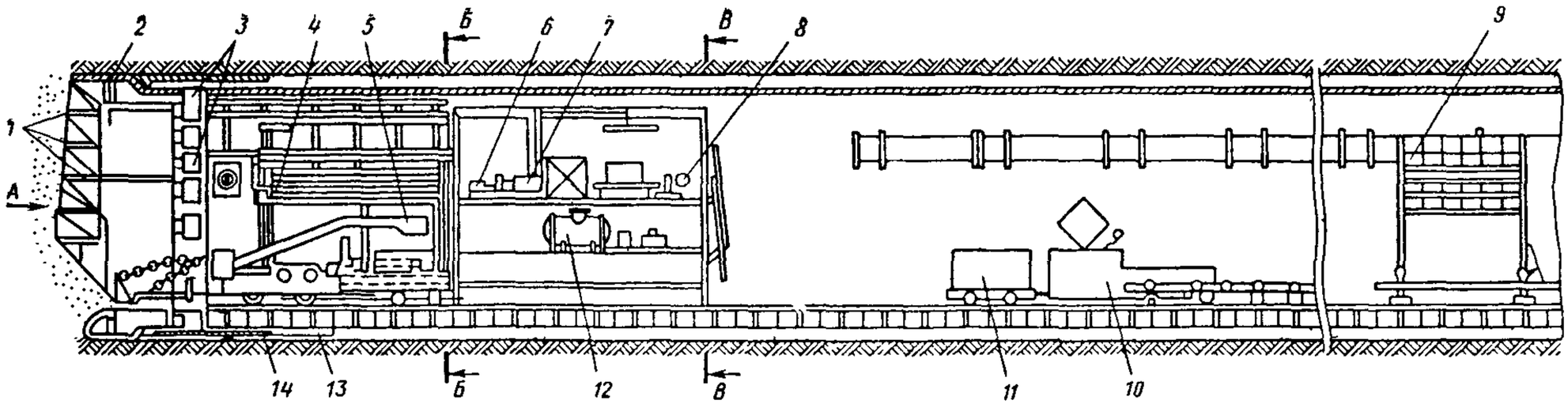
Основные параметры, необходимые для производства работ	Единица измерения	Типы машин на рельсовом ходу			
		ПМЛ-5МО	ППМ-4Э	1-ППН-5	ППН-2
Производительность	м³/ч	30	45	90	45
Фронт погрузки	м	2,1	4	4	2,5
Емкость ковша	м³	0,2	0,25	0,33	0,25
Высота под разгрузочной частью конвейера	мм	1500	1455	1650	—
Общая мощность	л. с. (Вт)	24 (17700)	25 (18400)	30 (14000)	36 (26400)
Масса	т	3	8,6	9,5	4,7
Высота при поднятом ковше	м	2,25	2,15	1,65	2,35
Высота в транспортном положении	м	1,5	1,6	1,7	1,65
Ширина без подножки	м	1,15	1,32	1,4	1,32
Ширина с подножкой	м	—	1,70	—	—
Длина	м	2,27	7,44	8,6	2,5

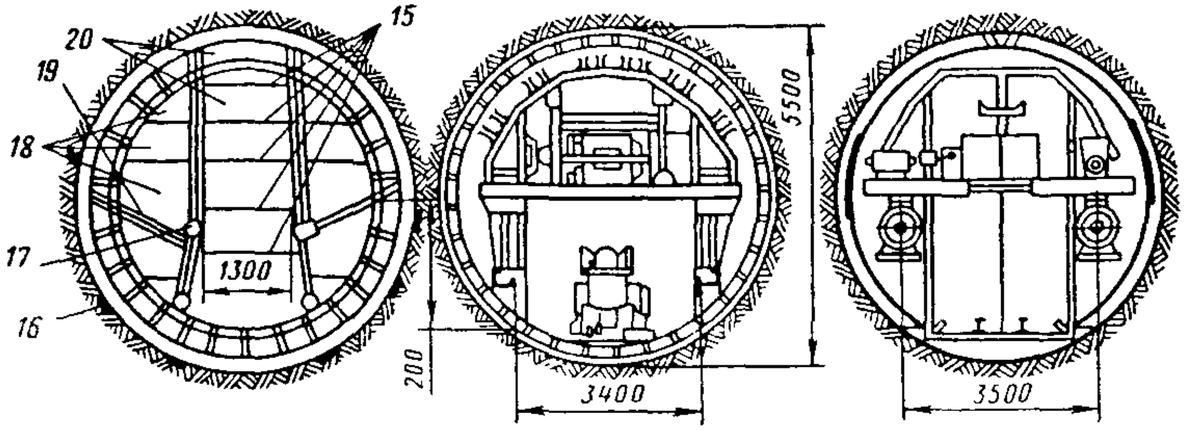
Приложение 12

ЩИТОВОЙ ЖУРНАЛ

Номер продвига	Дата	Пикетаж на конец продвига		Величина продвига	Номер кольца, на который продвинут щит	Пикетаж грани кольца	Положение колец				Положение щита						Положение колец в готовом тоннеле							
							Отклонение диаметров, мм				Уклоны		В плане		В профиле		Отклонение диаметров, мм				Отклонение центра кольца в плане		Отклонение лотка кольца в профиле	
		ножа	забоя				гориз. (1—5)	верт. (3—7)	под 45° (2—6)	под 45° (4—8)	продольный	поперечный	ножа	хвоста	ножа	хвоста	гориз. (1—5)	верт. (3—7)	под 45° (2—6)	под 45° (4—8)	+ вправо	— влево	+ выше	— ниже
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25

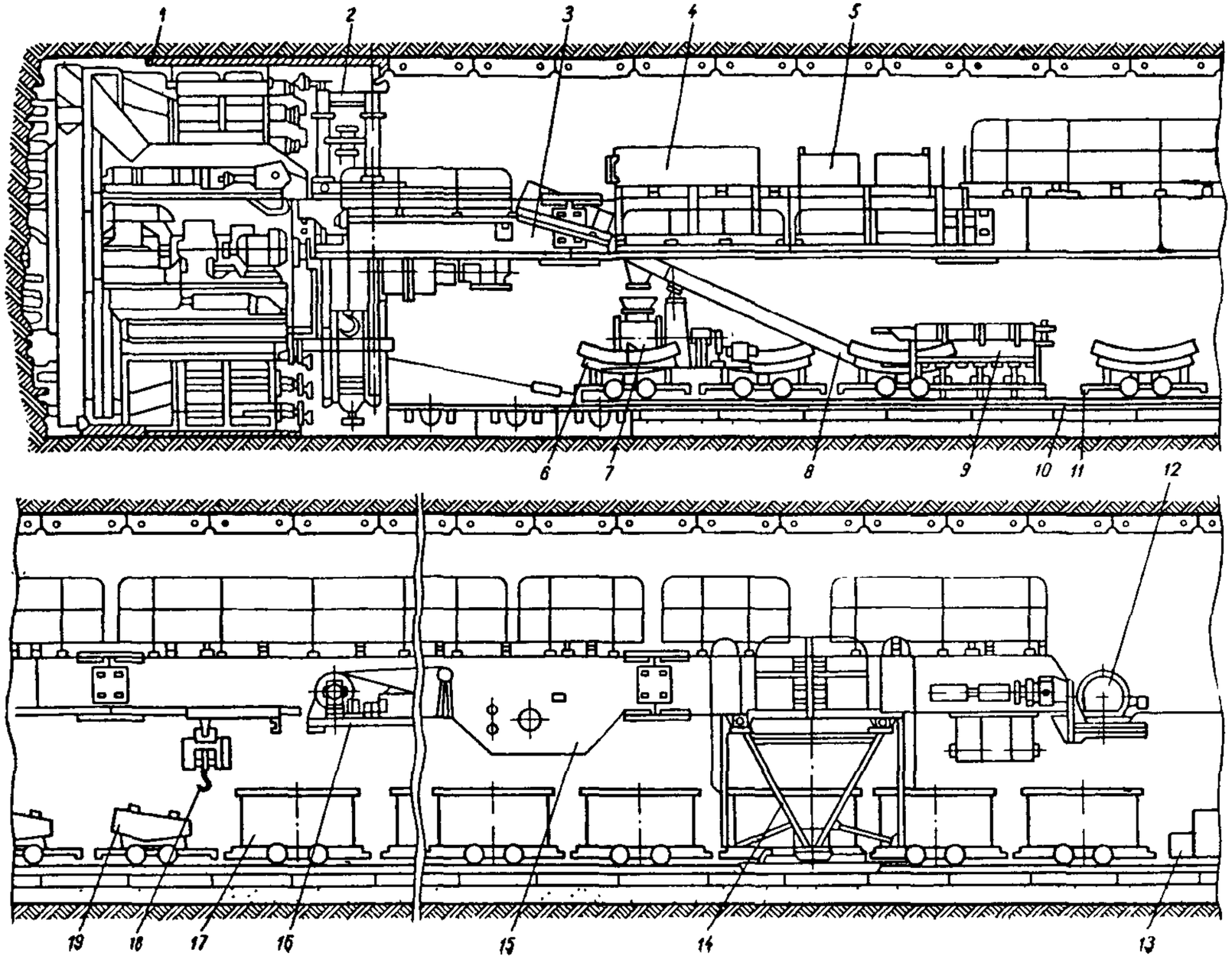
Примечания: 1. Журнал заполняется маркшейдером смены и хранится у начальника участка.
2. Цифры в скобках 1—8—номера колец.





Технологическая схема сооружения тоннеля обычным щитом с рассекающими площадками:

1—песчаные призмы; *2*—проходческий щит; *3*—щитовые домкраты; *4*—блокоукладчик; *5*—породопогрузочная машина ППМ-4; *6*—верхний ярус растворного узла; *7*—лебедка подъемника; *8*—лебедка пескосеялки; *9*—чеканочная тележка; *10*—электровоз типа П-ТР-2, *11*—шахтные вагонетки емкостью 1,5 м³; *12*—растворонагнетатель РН-1; *13*—лыжи; *14*—оболочка щита; *15*—площадки; *16*—элероны; *17*—течки в перегородках; *18*—боковые ячейки; *19*—перегородки; *20*—верхняя средняя ячейка щита



Технологическая схема сооружения тоннеля механизированным щитовым комплексом КТ1-5,6:

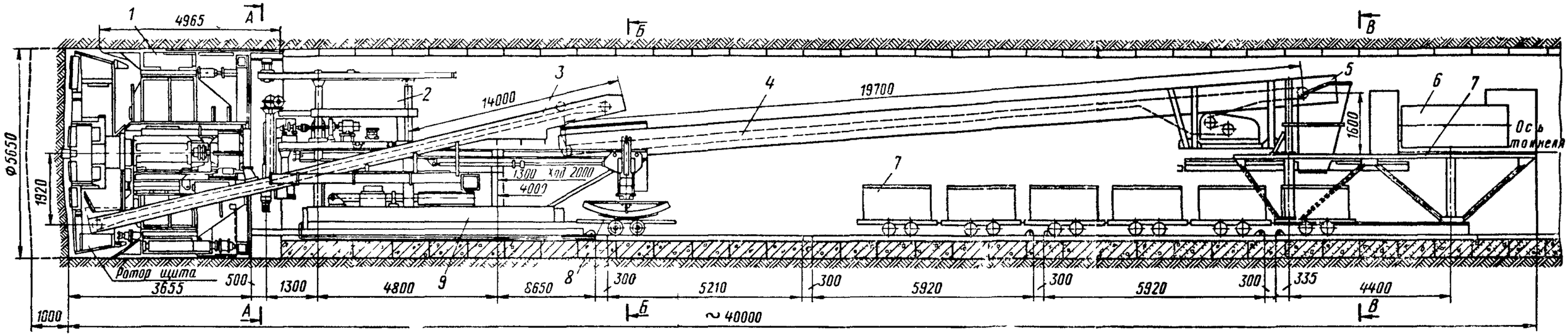
1—щит типа ПЩМ-5,6; *2*—крепеукладчик; *3*—транспортный мост для погрузочного ленточного конвейера; *4*—гидравлическое оборудование щита (насосом); *5*—электрооборудование щита и крепеукладчика; *6* и *19*—блоки обделки; *7*—растворонагнетатель типа РН-1; *8* и *9*—механизм для подачи раствора для нагнетания в бункер; *10*—передвижная платформа; *11*—блоковозки; *12*—троллейные барабаны; *13*—электровоз; *14*—опора для ленточного конвейера; *15*—перегрузочный ленточный конвейер; *16*—привод для горизонтальной подачи блоков; *17*—вагонетки; *18*—таль для подъема блоков

Приложение 15

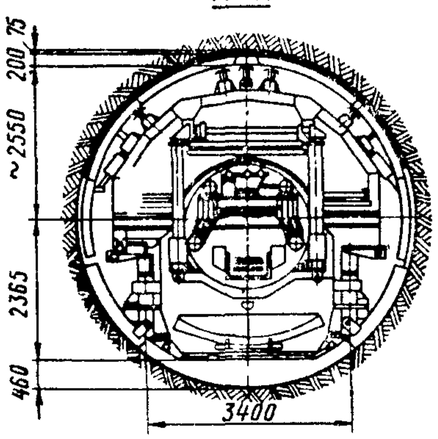
ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕХАНИЗИРОВАННОГО ЩИТОВОГО КОМПЛЕКСА КТ1-5,6 ПРИ РОТОРНОМ ИСПОЛНИТЕЛЬНОМ ОРГАНЕ

Тип щита	ПЩМ-5,6
Диаметр щита (внешний), мм	5640
Ширина кольца сборной крепи, мм	1000
Техническая производительность, м/смену	6,0
Комплекс при благоприятных горно-геологических условиях, м³/смен	150,0
Длина комплекса, м	67,0
Общая установленная мощность, кВт	390
Масса комплекса, т	260
Способ подачи блоков крепи под крепеукладчик	Электрическая тележка рольганг
Перегрузочный конвейер:	
тип	Ленточный
производительность, м³/мин	4,2
Внутренний диаметр хвостовой части щита, мм	5560
Длина щита без козырьков, мм	4500
Коэффициент крепости разрабатываемых грунтов, *f*	0,5—3
Величина выдвижения исполнительного органа, мм	550
Домкраты выдвижения:	
число, шт.	1
общее усилие, тс	100 (1000 кН)
Установленная мощность двигателей машин и механизмов щита, кВт	270
Мощность привода щита, кВт	200
Щитовые домкраты:	
число, шт.	19
максимальное общее усилие, тс	1900 (19000 кН)
Ход щитового домкрата, мм	1200
Масса щита, т	157
Тип органа погрузки	Ковш на роторе
Погрузочный конвейер:	
тип	Ленточный
производительность, м³/мин	3,5
тип крепеукладчика	Кольцевой на отдельной платформе

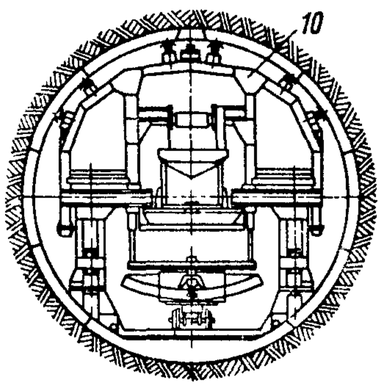
Примечание. Область применения: однородные устойчивые сухие глинистые грунты III—V групп по всей площади сечения при устойчивой кровле (коэффициент крепости до 3); однородные грунты III—V групп с прослойкой грунтов VI—VII групп (коэффициент крепости до 5).



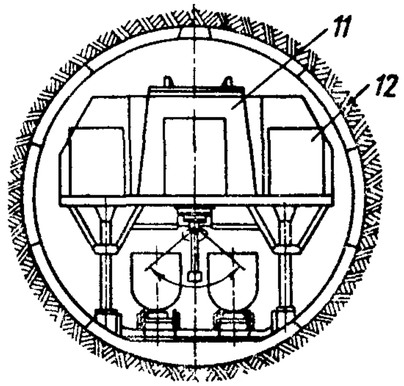
А-А



Б-Б



В-В



Технологическая схема сооружения тоннеля механизированным щитовым комплексом КМ-24М со щитом ЩМР-1:

1—щит, *2*—блокоукладчик, *3*—погрузочный скребковый транспортер; *4*—тоннельный ленточный конвейер, *5*—бункер-накопитель, *6*—шахтная понизительная подстанция ТКШВП, *7*—технологическая тележка для нагнетания, *8*—перегрузочный механизм для подачи тюбингов с тюбинговозки на рольганг; *9*—рольганг для подачи тюбингов к забою, *10*—поднятое положение рамы, *11*—бункер-течка, *12*—шахтная понизительная подстанция (6000/380)

Зак 1617, стр 124—125

Приложение 17

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОХОДЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА КМ-24-0 СО ЩИТОМ ЩМР-1

Диаметр щита без накладок, мм	5640
Внутренний диаметр хвостовой части щита, мм	5560
Длина щита без козырьков, мм	5390
Коэффициент крепости разрабатываемых грунтов, f	0,5—3
Величина выдвижения исполнительного органа, мм	500
Домкраты выдвижения:	
число, шт	2
общее усилие, тс	200 (2000 кН)
Установленная мощность двигателей машин и механизмов щита, кВт	393
Щитовые домкраты:	
число, шт.	16
максимальное общее усилие, тс	1600 (16000 кН)
ход щитового домкрата, м	1200
Масса щита, т	193
Тип органа погрузки	Лопасти на роторе
Погрузочный конвейер:	
тип	Ленточный
производительность, м³/мин	1,66
Тип крепеукладчика	Кольцевой на отдельной платформе
Тип исполнительного органа	Радиальные лучи
Частота вращения, об/мин	0,2—5
Крутящий момент, тс · м	130
Усилие подачи, тс	200 (2000 кН)
Число лучей	6
Тип инструмента	Стержневые лучи
Число резцов (шарошек)	67
Тип привода	Электродвигатели постоянного тока
Установленная мощность привода щита, кВт	320

Примечание. Область применения: однородные устойчивые грунты V—VI групп с коэффициентом крепости не выше $f=3$; смешанные перемежающиеся по сечению тоннеля устойчивые глинистые грунты, суглинки, мергель III—IV групп.

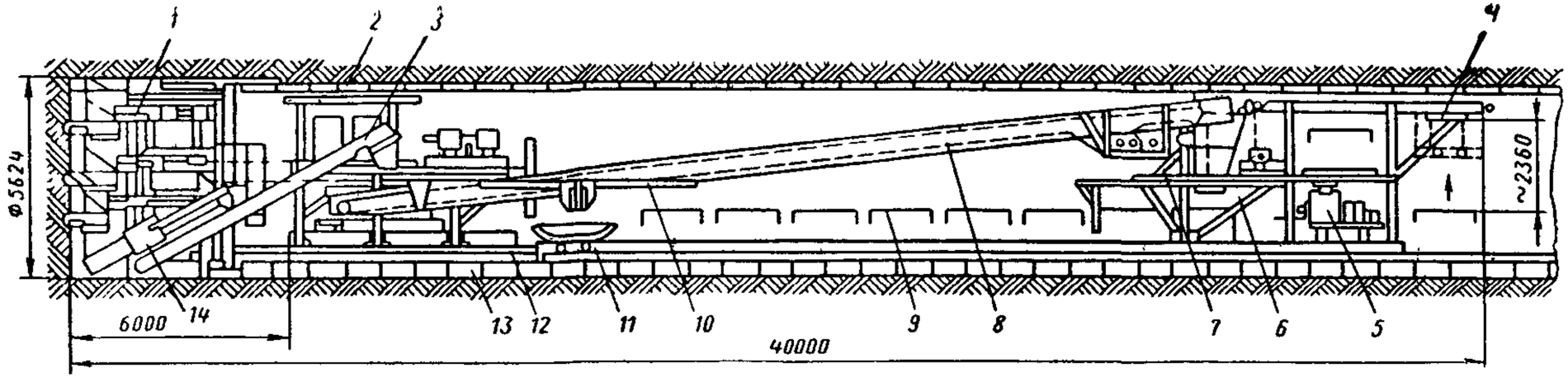
Приложение 18

ОБРАЗЕЦ ЦИКЛОГРАММЫ ПРОХОДКИ ПЕРЕГОННОГО ТОННЕЛЯ ДИАМЕТРОМ 5,5 м МЕХАНИЗИРОВАННЫМ ЩИТОМ ЩМР-1 В ГРУНТАХ III—IV ГРУПП С ОБДЕЛКОЙ ИЗ СБОРНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

Номер ЕНиР	Виды работ	Единица измерения	Время на 1 цикл	Объем на цикл	Общая трудоемкость, чел.-ч	Часы						
						1	2	3	4	5	6	7
35, табл. 2, а	Проходка щитом	м	4,9	2,0	9,8	4 4		1	4 4		4	4
51, п. 1	Монтаж сборной железобетонной обделки	м	4,5	2,0	9,0		3	3		3	3	
51, пр. 9	Обслуживание блокоукладчика	чел.-ч	1,0	2,0	2,0		1	1		1	1	
75, 1	Передвижка комплекса . .	м	2,5	2,0	5,0			3 7			3 7	
104, 5в и прим.		м³	4,2	2,8	12,0	3	3	3	3	3	3	3
	Всего			46,0								

Примечания. 1. Состав бригады 7 человек.
2. Скорость проходки 2,5 м в смену, 165 м в месяц (при 3-сменной работе).

Приложение 19



Технологическая схема сооружения тоннеля механизированным щитовым комплексом КМ-19 со щитом ЩМ-17М:

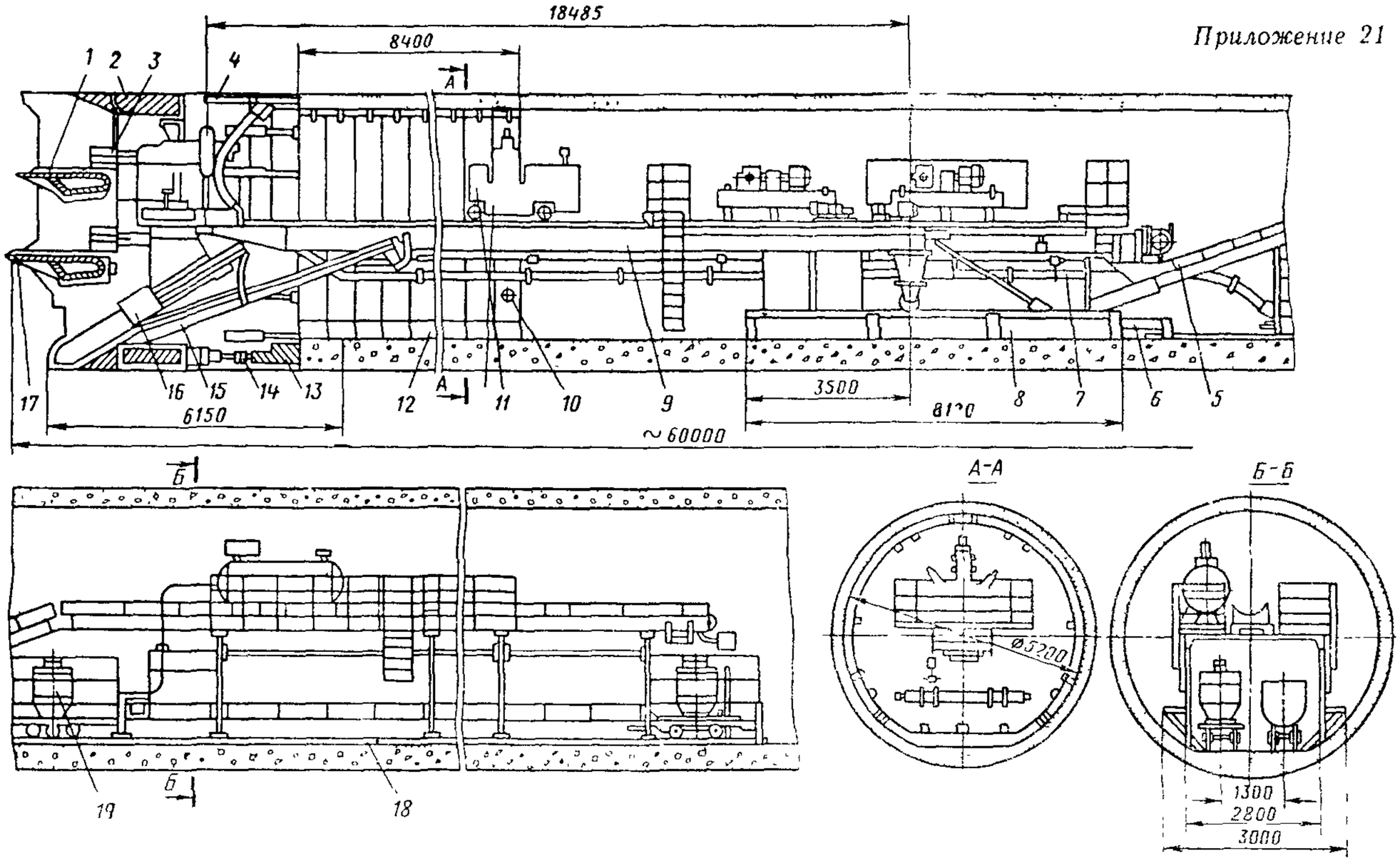
1—щит ЩМ-17 с блокоукладчиком; *2*—балки для сборки крепи; *3*—погрузочный конвейер; *4*—монорельс с талью для подъема вагонеток с раствором; *5*—растворонагнетатели; *6*—технологическая тележка для опоры ленточного конвейера; *7*—гидротолкатель для вагонеток; *8*—ленточный конвейер; *9*—вагонетки; *10*—гидравлический перестановщик блоков; *11*—передвижная платформа; *12*—рольганг для подачи блоков к укладчику; *13*—устройство для передвижки блокоукладчика; *14*—погрузочная машина

Приложение 20

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОХОДЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА КМ-19 СО ЩИТОМ ЩМ-17

Тип щита	ЩМ-17
Диаметр щита, мм	5624
Длина щита, мм	6000
Длина комплекса, м	40
Общая установленная мощность, кВт	180
Мощность привода щита, кВт	80
Масса щита, т	133
Щитовые домкраты, шт.	21
Общее усилие домкратов, тс	2000 (20000 кН)
Способ подачи блоков крепи под крепеукладчик	Гидравлический перестановщик
Перегрузочный конвейер:	
тип	Ленточный
производительность, $м^3$/мин	2

Примечание. Область применения: неустойчивые песчаные и супесчаные грунты при сооружении тоннелей на мелком заложении.



Технологическая схема сооружения тоннеля механизированным щитовым комплексом ТЩБ-7 со щитом ЩБ-7:

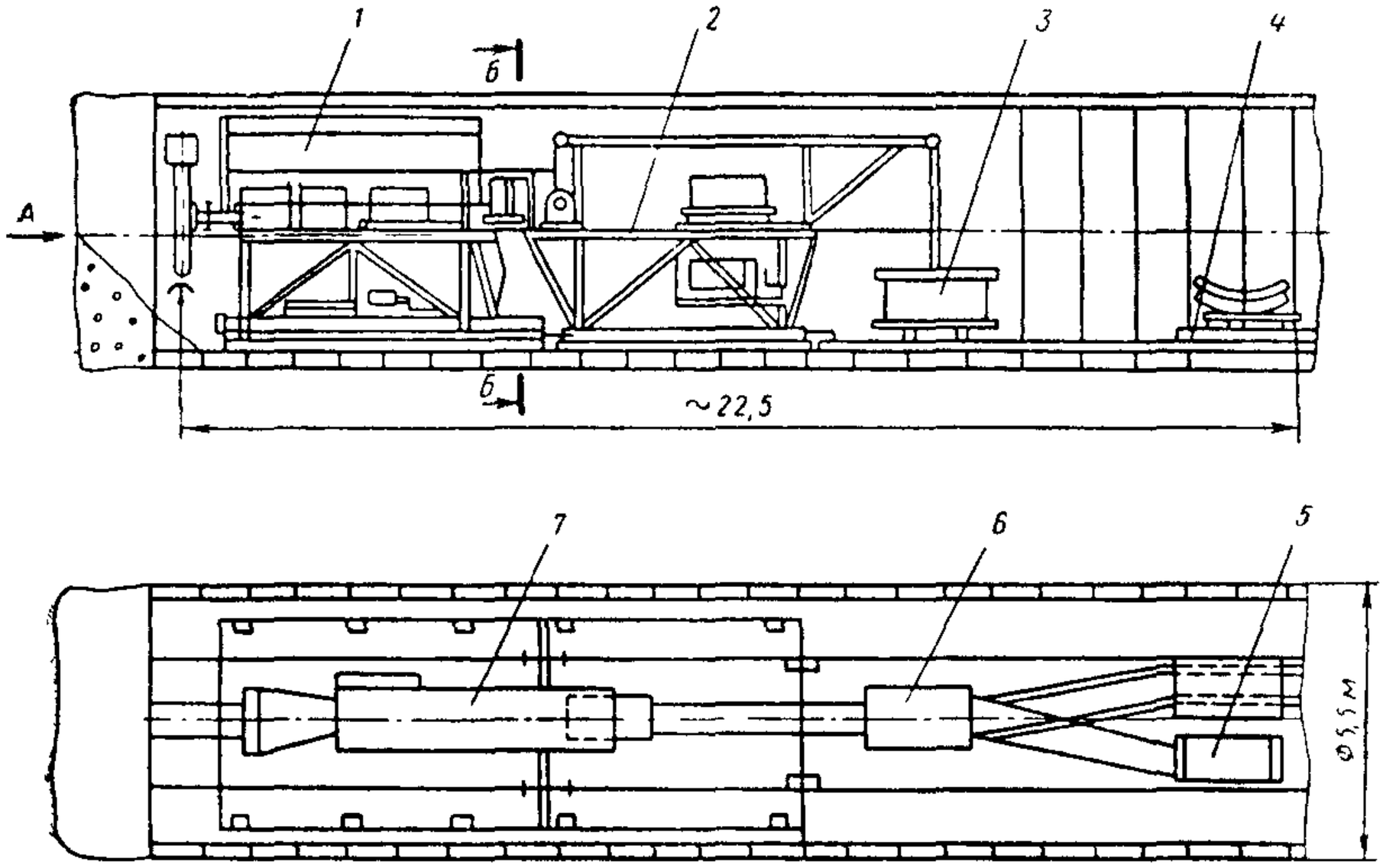
1—механизированный щит, *2*—неподвижные горизонтальные платформы, *3*—мешалки для уборки грунта с площадок щита; *4*—гидравлические домкраты, *5*—перегрузочный конвейер для подачи грунта в вагоны *6*—гидравлический домкрат для передвижки платформы, *7*—бетоновод; *8*—металлическая платформа транспортного моста, *9*—транспортный мост; *10*—устройство для отрыва от бетона откидных частей опалубки; *11*—механизм для перестановки опалубки; *12*—секционная металлическая опалубка, *13*—прессующее кольцо, *14*—домкраты с компенсирующим устройством; *15*—конвейер для подачи грунта за пределы щита на ленточный транспортер, *16*—погрузочная машина для погрузки грунта из забоя на конвейер, *17*—выдвижные платформы, *18* передвижная платформа, *19*—пневмобетоноподатчик

Приложение 22

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОХОДЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ТЩБ-7

Проходческий щит, входящий в комплекс . . .	ЩБ-7
Диаметр образуемой выработки, мм	5900
Внутренний диаметр сооружаемого тоннеля, мм .	5200
Длина щита, мм	6305
Толщина крепи (проектная), мм	350
Схема прессования бетонной смеси	Реактивным усилием щитовых домкратов
Величина заходки возведения крепи, мм	600
Давление прессования бетонной смеси (максимальное), кгс/см²	60 (6 МПа)
Диаметр щита (внешний), мм	5880
Длина комплекса, м	63,7
Количество домкратов щита, шт.	25
Общее усилие домкратов щита, т	3550
Мощность привода щита, кВт	125
Общая установленная мощность, кВт	224
Общая масса комплекса, т	420
Масса щита, т	169
Щитовые домкраты, шт.	21
Общее усилие домкратов, тс	2415 (24150 кН)
Наименьший радиус проходимого криволинейного участка трассы тоннеля, м	400

Примечание. Область применения: неводоносные нескальные грунты, в том числе гравелистые размером включений до 200 мм при механизированной разработке забоя.

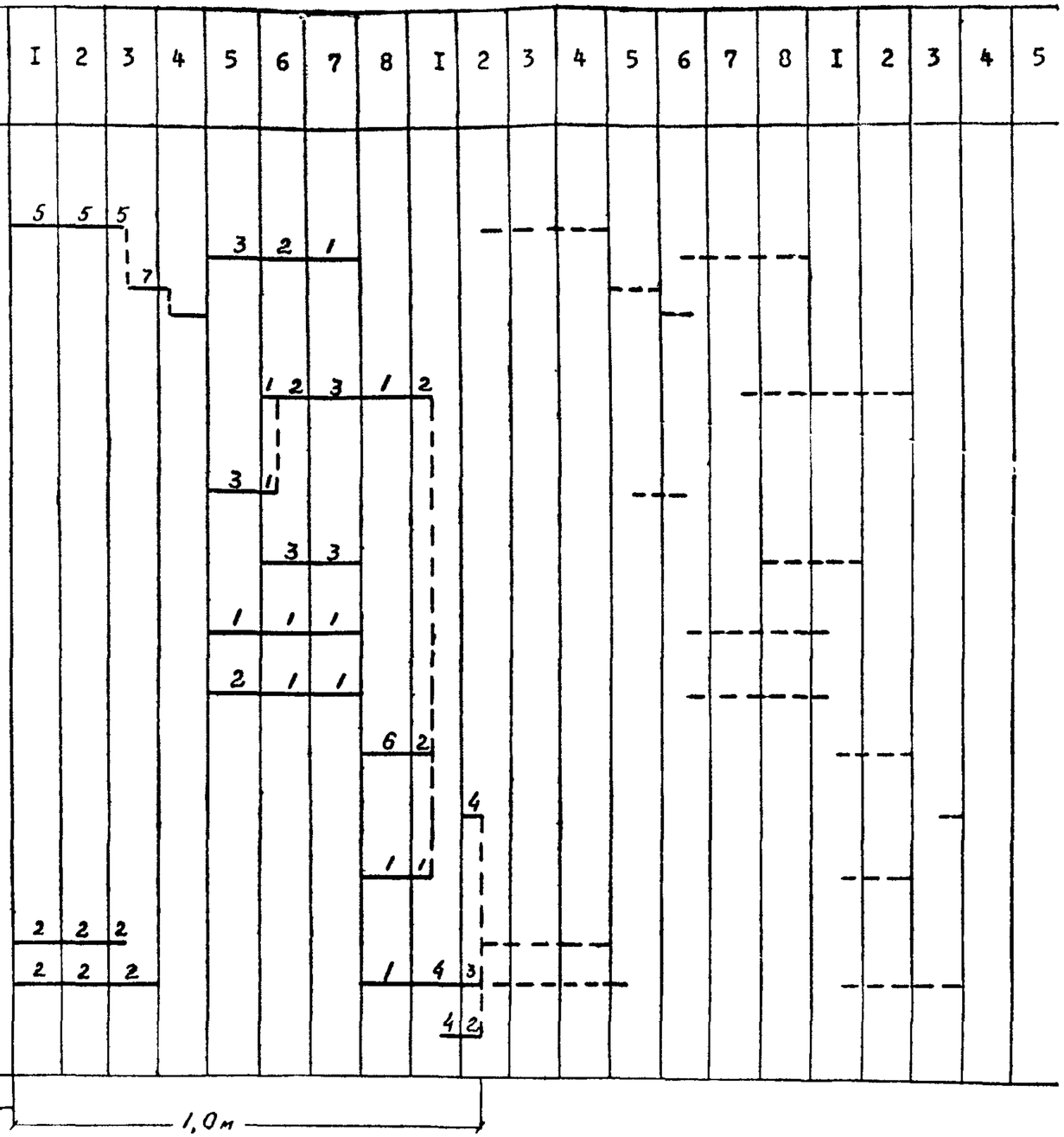


Технологическая схема сооружения тоннеля без щита способом сплошного забоя механизированным комплексом КМ-14Гп:

1—тоннельный укладчик типа ТУ-1Гп; *2*—тележка для нагнетания раствора за обделку типа ТН-16Гп; *3*—платформа подвижная со стрелочным переводом типа ПП-8А; *4*—выдвижное звено; *5*—тележка для перевозки элементов обделки; *6*—вагонетка емкостью 1,5 м³ Мосметростроя или шахтная типа ВГ-1,4; *7*—погрузочная машина типа ППМ-4э (1-ППН 5)

ОБРАЗЕЦ ЦИКЛОГРАММЫ СООРУЖЕНИЯ ПЕРЕГОННОГО ТОННЕЛЯ Д-5,5 м БЕСЩИТОВЫМ СПОСОБОМ В ГРУНТАХ V ГРУППЫ СО СБОРНОЙ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ ОБДЕЛКОЙ (на 1 м тоннеля)

Номер ЕНиР	Виды работ	Единица измерения	Объем на цикл	Норма времени чел.-ч	Всего чел.-ч
40,т.3,6б К-0,8	Разработка 80% объема грунта буровзрывным способом	$м^3$	I9,0	I,0	I9,0
4I,т.2,7в	в том числе: бурение	м	55	0,23	I2,7
	разработка	$м^3$	I9,0		6,3
2,39	Заряжание шпуров, взрывание и проветривание	шт.	50	0,I4	7,0
40,т.2,3д К-0,9	Разработка 20% объема грунта отбойными молотками	$м^3$	4,7	I,6	7,5
42,Iа,Iб	Временное крепление: установка и разборка кронштейнов	шт	6	0,25	I,5
2а,2б	установка и разборка марчеван	$м^2$	8	0,23	I,8
	крепление лба забоя	$м^2$	23,7	0,3	7,I
II7,т.3,3в	Погрузка грунта машиной ППМ-4	$м^3$	23,7	0,I5	3,5
II9,3в	Откатка грунта в зоне забоя	$м^3$	23,7	0,I75	4,I
5I,I К-I,50	Монтаж сборной железобетонной обделки	м	I,0	6,75	6,7
78,I	Передвижка блокоукладчика	м	2,3	I,0	2,3
5I,прим.9	Обслуживание блокоукладчика	чел.-ч	I,5	I,5	I,5
82	Передвижка металлической платформы	чел.-ч		I,0	6,0
I04,5б, прил.6	Нагнетание за обделку	$м^3$	4,2	2,7	II,4
	Неучтенные трудовые затраты (5% от общих трудовых затрат)				4,0
	Всего				80,0

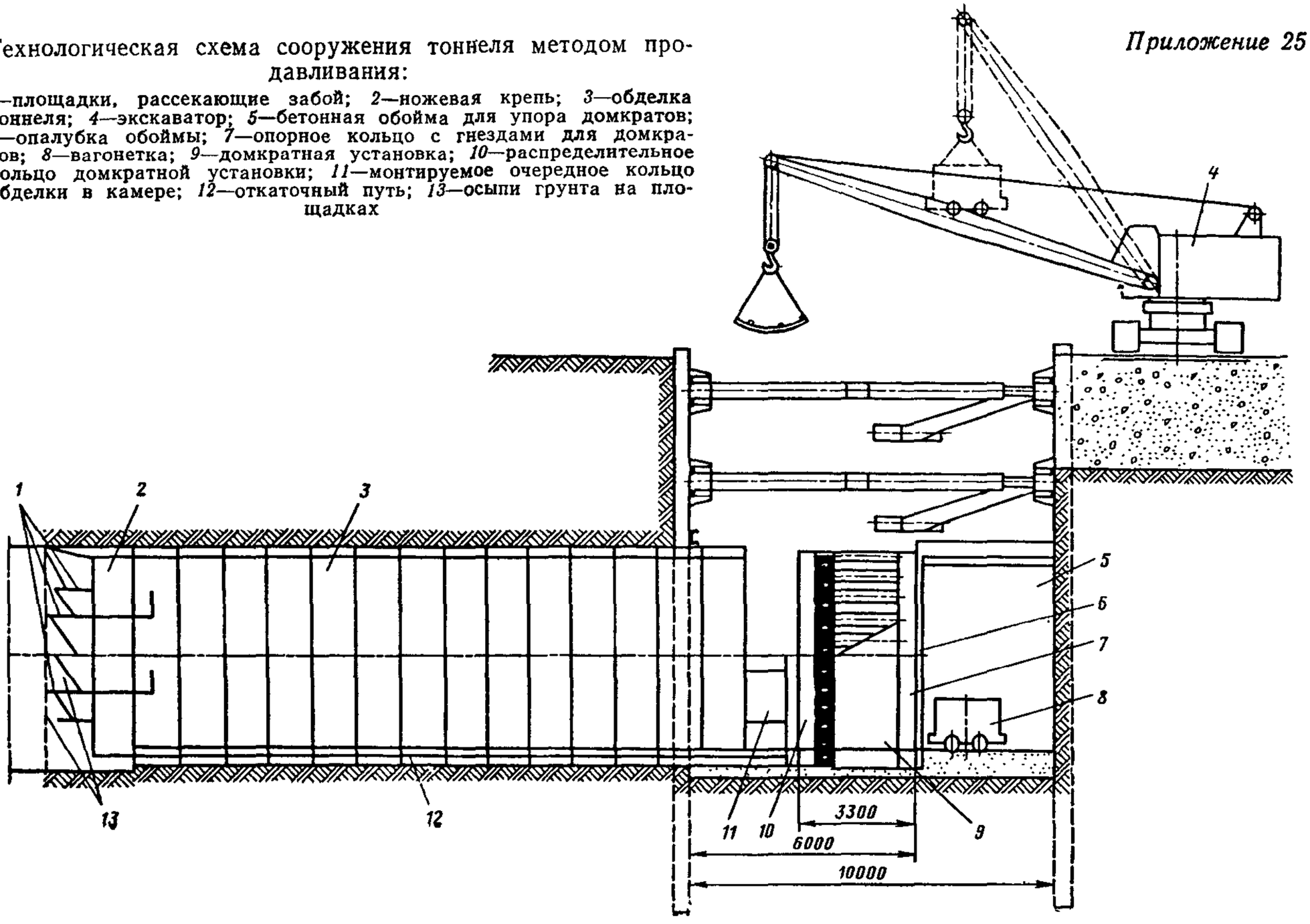


Примечания. 1. Состав бригады 94 чел.
2. Скорость проходки в сутки 2,25 м (в смену 0,75 м), в месяц (22 раб. дня) 50 м (при 3-сменной работе)

Приложение 25

Технологическая схема сооружения тоннеля методом продавливания:

1—площадки, рассекающие забой; *2*—ножевая крепь; *3*—обделка тоннеля; *4*—экскаватор; *5*—бетонная обойма для упора домкратов; *6*—опалубка обоймы; *7*—опорное кольцо с гнездами для домкратов; *8*—вагонетка; *9*—домкратная установка; *10*—распределительное кольцо домкратной установки; *11*—монтируемое очередное кольцо обделки в камере; *12*—откаточный путь; *13*—осыпи грунта на площадках



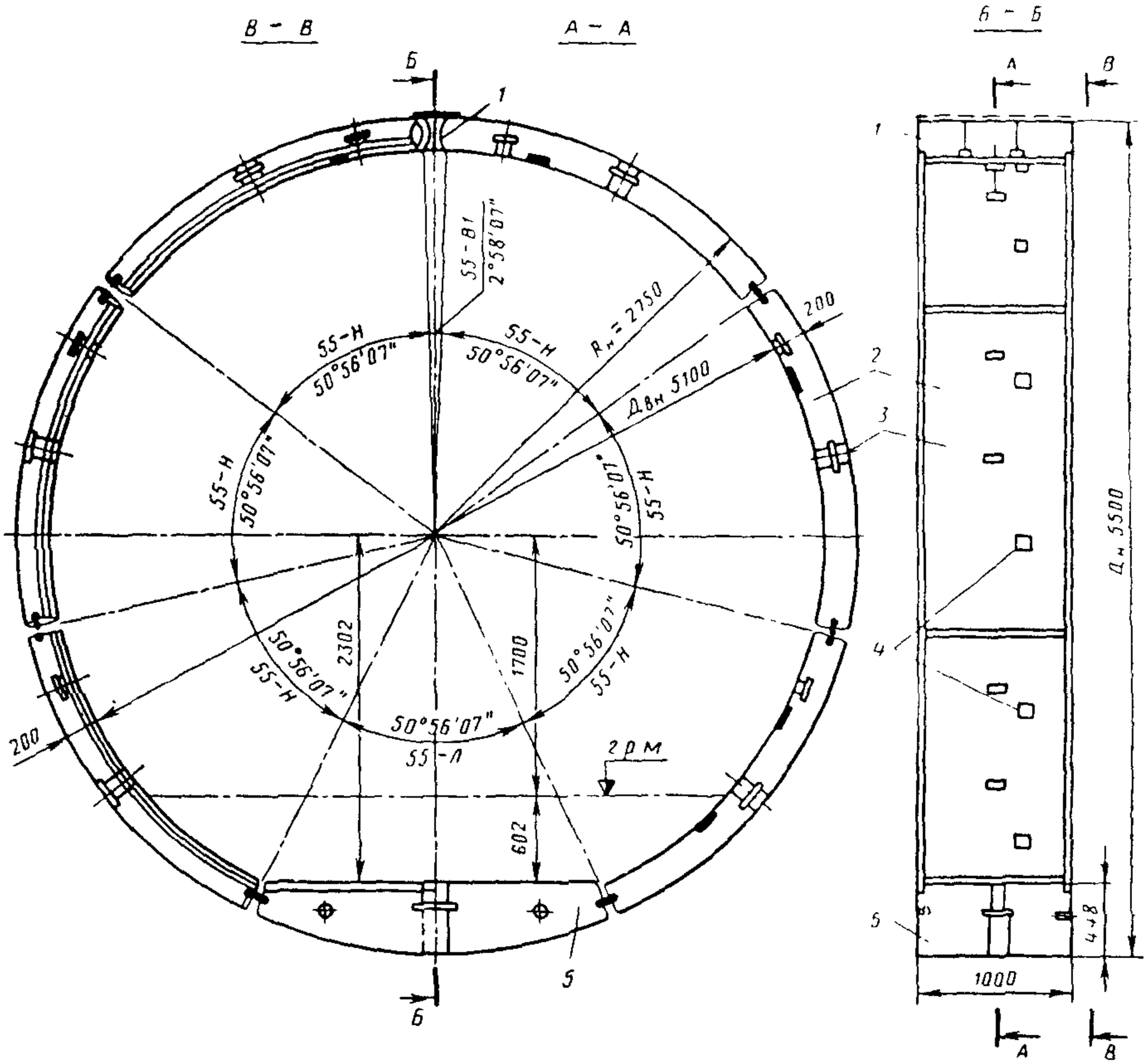
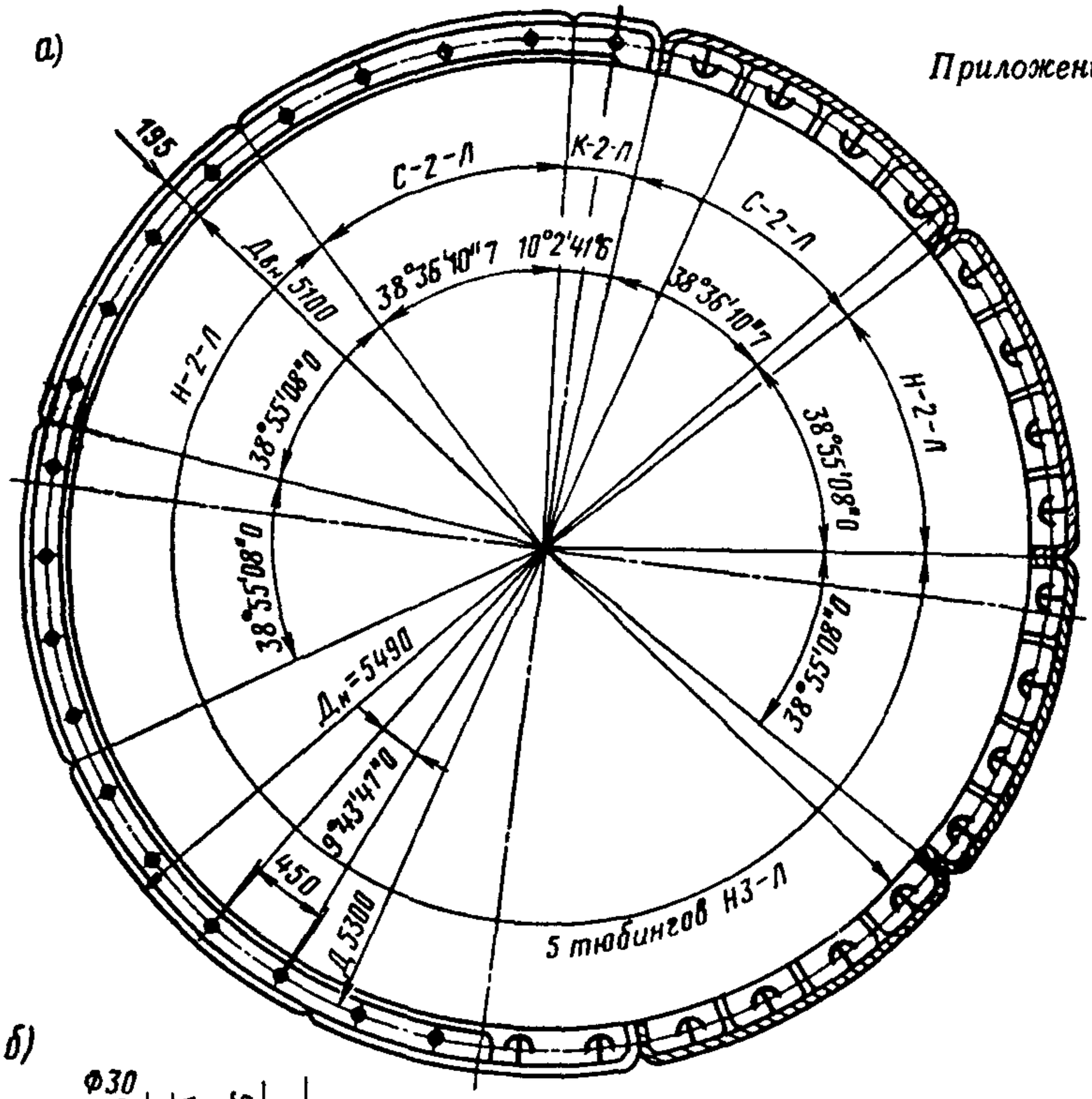


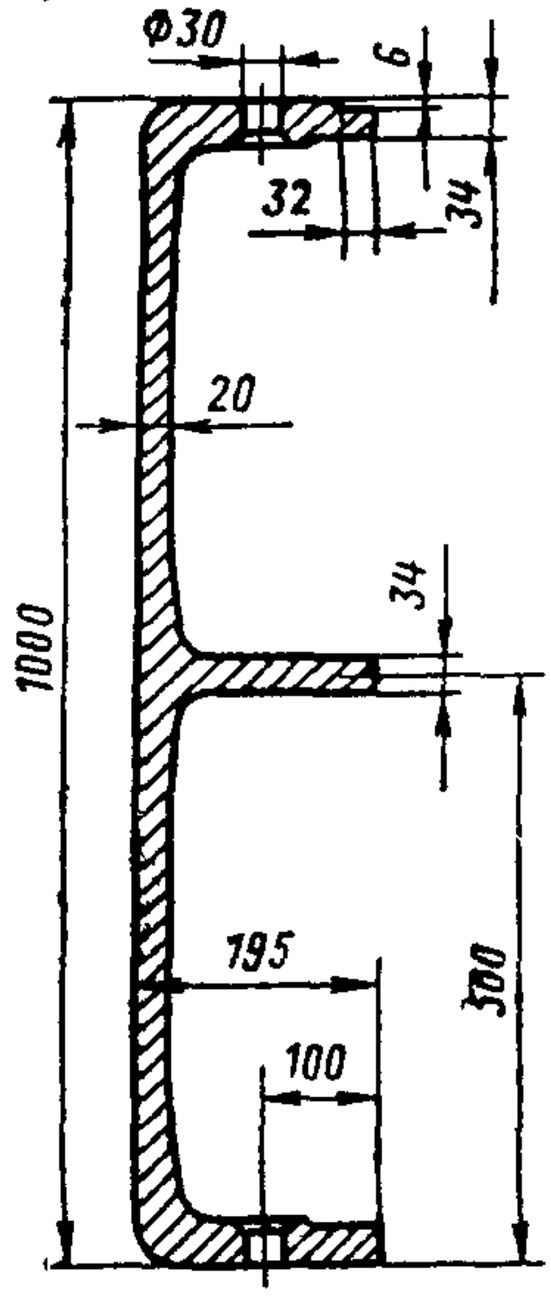
Схема типовой железобетонной унифицированной обделки тоннелей, сооружаемых закрытым способом:

1—вкладыши; *2*—нормальные блоки; *3*—отверстия для нагнетания за обделку; *4* – пластины для крепления кронштейнов; *5*—лотковый блок

а)



б)



в)

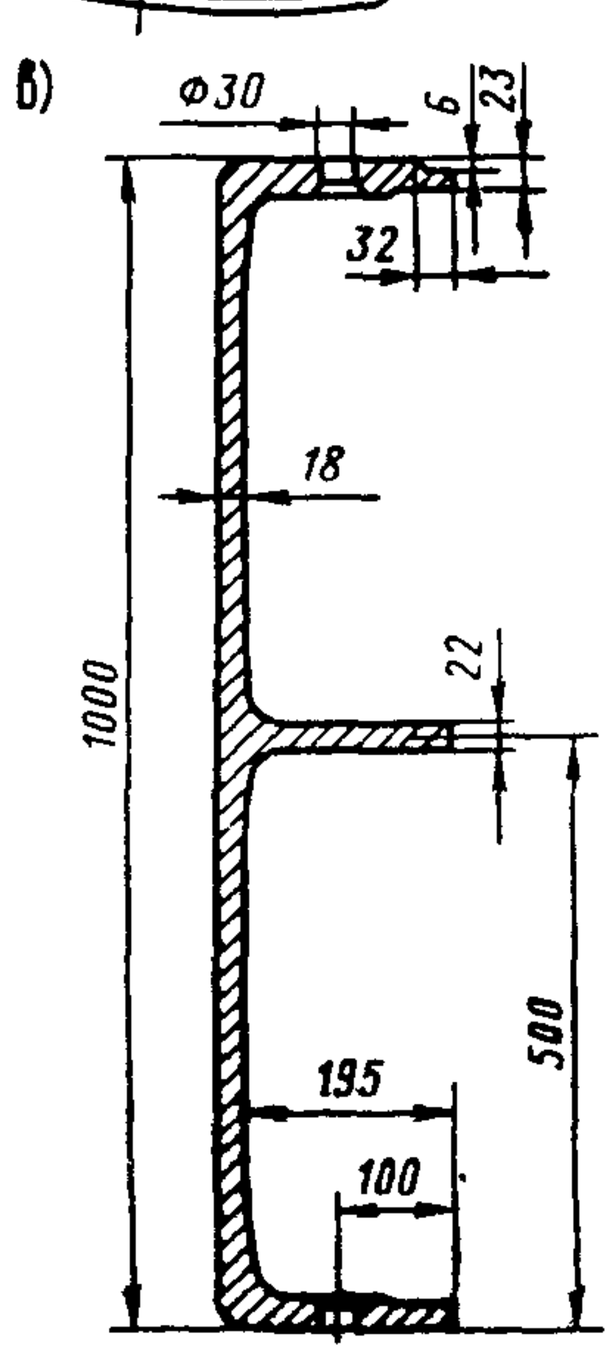


Схема типовой чугунной облегченной обделки перегонных тоннелей:

а—общий вид кольца; *б*—сечение тюбингов К-2Л, С-2Л, Н-2Л; *в*—сечение тюбинга Н-3Л

Приложение 28

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СБОРНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ОБДЕЛОК ПЕРЕГОННЫХ ТОННЕЛЕЙ

Показатели	Единица измерения	Обделка с разжатием в шелыге	Обделка с разжатием у горизонтального диаметра	Обделка с разжатием в лотке	Обделка сейсмостойкая с омоноличенными углами	Обделка безмоментная блочная	Обделка унифицированная блочная без связей	Обделка унифицированная тюбинговая со связями
Наружный диаметр обделки	м	5,65	5,65	5,65	5,5	5,5	5,5	5,5
Внутренний диаметр обделки . . .	м	5,25	5,25	5,25	5,1	5,1	5,1	5,1
Обьем железобетона на кольцо . .	$м^3$	3,79	3,77	3,66	3,67	1,78	3,46	3,29
Расход арматурной стали на кольцо	кг	219,6	81,2	199,4	227	211	227	230
Расход стали на закладные части и на скрепление одного кольца . .	кг	26,1	41,4	16,6	59	—	27,3	38
Ширина кольца	м	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Число элементов в кольце	шт.	9	9	8	10	9	10	10
Число типов элементов	шт.	3	3	3	3	3	3	3
Длина швов чеканки	м	23,7	23,5	28,7	24,3	25,1	24,4	24,3
Масса нормального элемента . .	кг	1200	1200	1200	1150	570	1180	950

Приложение 29

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЧУГУННЫХ ОБДЕЛОК ПЕРЕГОННЫХ ТОННЕЛЕЙ МЕТРОПОЛИТЕНОВ

Показатели	Единица измерения	Унифицированная обделка из серого чугуна марки С4-21-40	Облегченная обделка с бортами высотой 150 мм	Унифицированная обделка из высокопрочного модифицированного чугуна В4-50-2
Наружный диаметр обделки	м	5,50	5.50	5,50
Внутренний диаметр . . .	м	5,10	5,20	5,10
Масса чугуна в кольце . .	кг	4603	4375	3430
Масса болтовых скреплений	кг	63	73	63
Ширина кольца	м	1,0	1,0	1,0
Количество типов элементов	шт.	5	4	5
Длина швов чеканки . . .	м	26,1	27,4	28,3
Масса нормального тюбинга	кг	596	468	336
Масса смежного тюбинга .	кг	598	469	338
Масса ключевого тюбинга	кг	188	116	140
Масса плиты лоткового блока	кг	255	255	181
Масса двухтретного тюбинга	кг	325	—	236

Приложение 30

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СБОЛЧИВАТЕЛЕЙ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ ПСГ-1

Давление воздуха, ати	4
Расход воздуха, $м^3/ч$	1,1
Крутящий момент при давлении воздуха 4 ати, кгс · м	7000 (70000 Нм)
Число оборотов на холостом ходу, об/мин . .	26—28
Зев ключа, мм	46—44
Диаметр резьбы, мм	30 (27)
Габаритные размеры:	
длина, мм	294
ширина, мм	130
высота, мм	543
Масса сболчивателя, кг	11

Примечание. Сболчиватель ПСГ-1 изготавливается с муфтами под диаметр резьбы 30 мм (27 мм по согласованию с заказчиком).

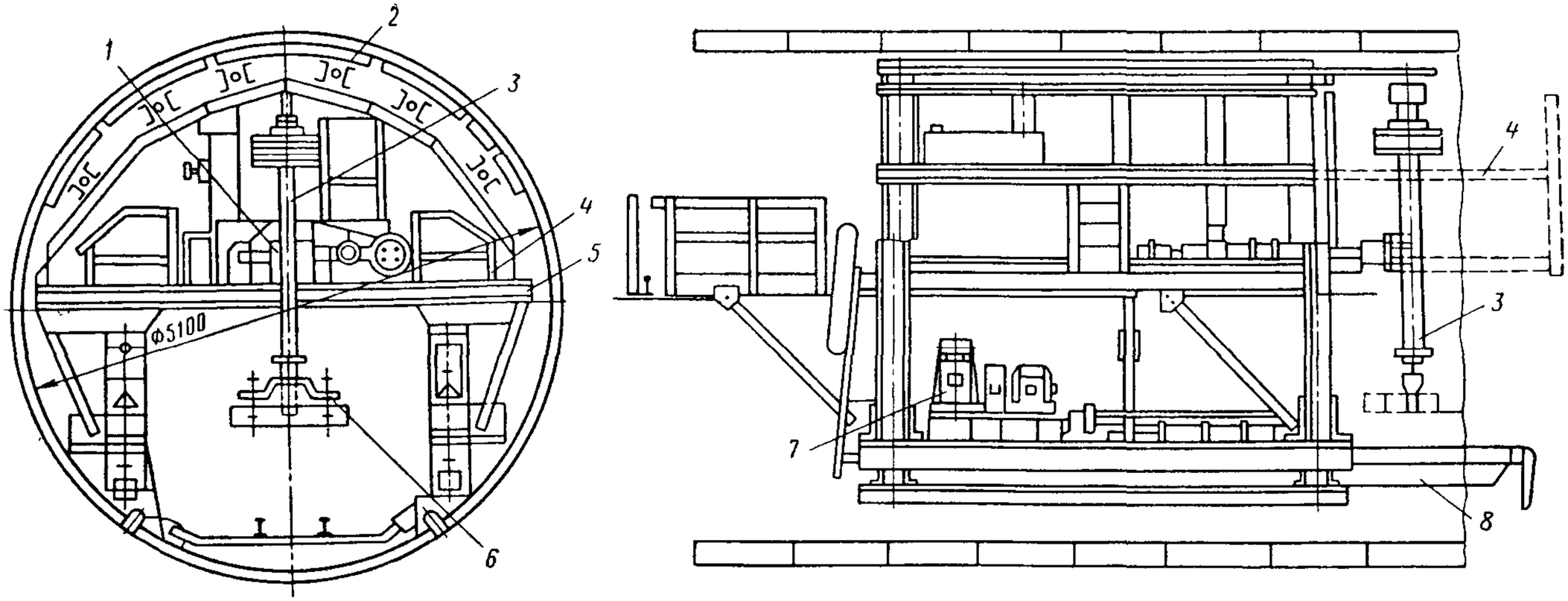


Схема укладчика тоннельной обделки рычажного типа:

1—привод вращения и перемещения рычага; *2*—выдвижные поддерживающие балки для монтажа обделки; *3*—рычаг; *4*—выдвижные площадки; *5*—основная рама укладчика; *6*—захватное устройство; *7*—насосная установка гидропривода; *8*—домкрат для передвижки блокоукладчика

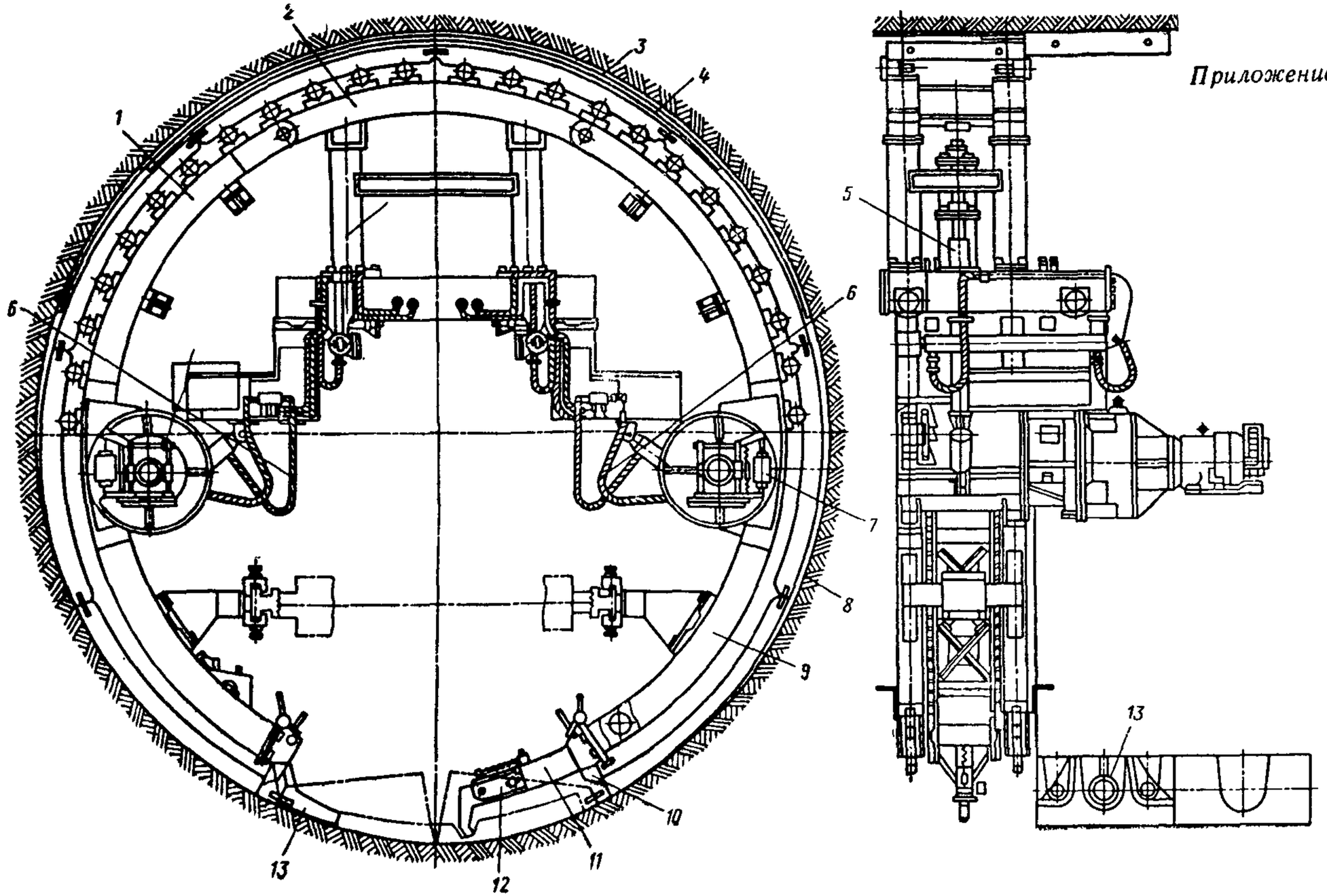


Схема укладчика тоннельной обделки дугового типа:

1—левый боковой сегмент; *2*—средний сегмент; *3*—оболочка щита; *4*—направляющие роликоопоры; *5*—гидродомкрат вертикального подъема; *6*—боковые домкраты; *7*—привод проталкивающего механизма; *8*—лист оболочки щита; 9—правый боковой сегмент; *10*—клиновой упор; *11*—проталкивающий механизм; *12*—крюк захвата; *13*—распорный домкрат

Приложение 33

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТОННЕЛЬНЫХ УКЛАДЧИКОВ

Основные данные	Единица измерения	Укладчики		
		ТУ-1Гп*	ТУ-3Гп**	ТУ-7М***
Типы укладчиков	—	Однорычажный		Кольцевой
Привод вращения укладчика .	—	Гидравлический		Электромеханический
Крутящий момент на валу привода (расчетный)	тс · м	2	2	2
Число оборотов рычага . . .	об/мин	до 1	до 1	1,8
Усилие выдвижения штанги рычага при $p=50$ кгс/см^2 (5МПа) . . . . . ,	тс (кН)	3,0 (30)	3,0 (30)	3,0 (30)
Ход выдвижения штанги . . .	мм	1650	1650	1200
Ход осевой доводки	мм	150	150	150
Наибольшее усилие передвижения укладчика при $p=200$ кгс/см^2	тс (кН)	100 (1000)	100 (1000)	100 (1000)
Мощность привода вращения .	кВт	17	17	7,5
Насосная установка:				
производительность . . .	л/мин	35	35	35
мощность электродвигателя	кВт	17	17	17
количество	шт.	2	2	2
Количество выдвижных платформ	шт.	4	4	4
Ход платформ	мм	1200	1200	1200
Количество выдвижных балок для обделки . . .	шт.	6	6	6
Ход балок	мм	1200	1200	1200
Количество выдвижных козырьков	шт.	3	—	—
Ход козырька	мм	1200	—	—
Масса	т	35	31	45

* Укладчик ТУ-1Гп работает без щита.
** Укладчик ТУ-3Гп работает за немеханизированным щитом.
*** Укладчик ТУ-7М работает за механизированным щитом.
Механизм передвижения укладчика гидравлический шагающий.

Приложение 34

ВЕДОМОСТЬ УКЛАДКИ КОЛЕЦ ТОННЕЛЬНОЙ ОБДЕЛКИ

(сооружение тоннеля ведется механизированным щитом, проходческим щитом, горным эректором)

СМУ № _____

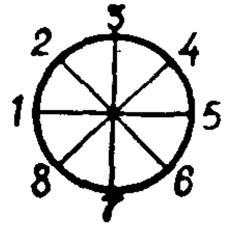
Шахта № _____

Наименование выработки _____

_____

_____

Схема нумерации радиусов



Характеристика колец

Условные обозначения типа кольца	Диаметр		Ширина кольца
	внешний	внутренний	
III (ч)			
IV (Б)			

ч—чугун
Б—железобетон

Дата укладки колец	Номер кольца	Тип кольца	Пикетаж передней плоскости кольца (по ходу забоя)	Прокладки	Отклонения размеров колец, мм										Примечание	Исполнитель
					Эллиптичность				Центр кольца в плане		Отметка лотка		Лоток в профиле			
					гориз. 1+5	вертик. 3+7	под углом 45° 2+6	под углом 45° 4+8	вправо +	влево —	проект.	фактич.	выше +	ниже —		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17

Примечания. 1. При заполнении граф 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14 и 15 должно быть две цифры. Результаты заносят в виде дроби, в которой числитель—данные по кольцу в укладке, знаменатель—данные по выходе кольца из-под тюбингоукладчика.

2. Ведомость подписывается сменным маркшейдером.

Приложение 35

ПРИМЕРНЫЕ СОСТАВЫ РАСТВОРОВ ДЛЯ ПЕРВИЧНОГО И КОНТРОЛЬНОГО НАГНЕТАНИЯ ЗА ОБДЕЛКУ

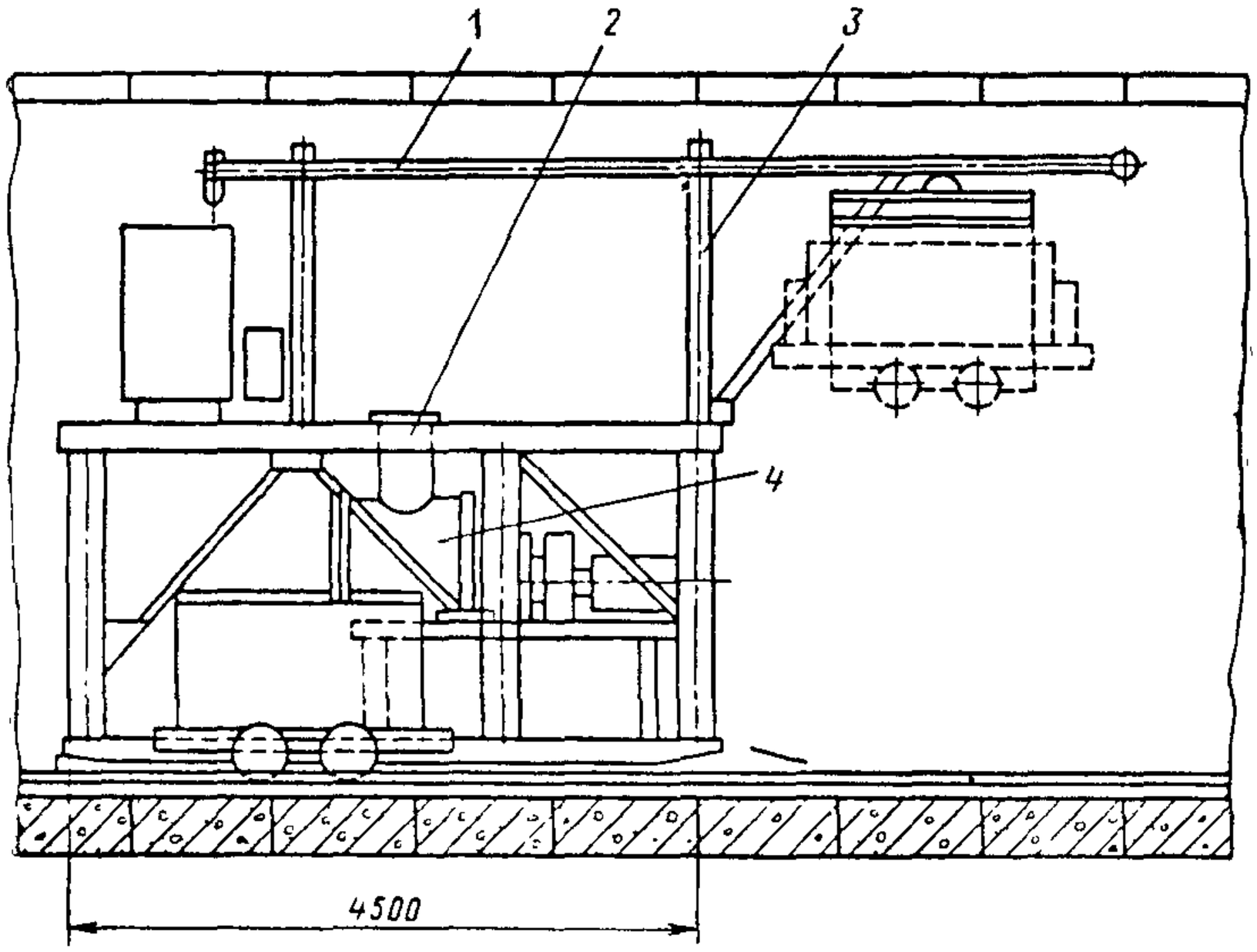
Стадии нагнетания и тип обделки	Состав раствора (по массе)	Наименование добавки	Количество добавки к массе цемента, %
В необводненных грунтах			
Первичное нагнетание:			
сборная чугунная обделка	1 : 3	Термополимер	0,3
	1 : 3	Мылонафт	0,1
сборная и монолитная железобетонная обделка	1 : 2	Термополимер	0,3
	1 : 2	Бентонитовая глина	3
	1 : 2	Хлористый кальций	2
	1 : 2	Мылонафт	0,1
Контрольное нагнетание:			
сборная чугунная обделка	1 : 0	Термополимер	0,3
	1 : 0	Мылонафт	0,1
сборная и монолитная железобетонная обделка	1 : 0	Термополимер	0,3
	1 : 0	Хлористый кальций	2
	1 : 0	Мылонафт	0,1
	1 : 0	Бентонитовая глина	3
В обводненных грунтах			
Первичное нагнетание:			
сборная чугунная обделка	1 : 3	Бентонитовая глина	3
	1 : 3	Асбест хризотиловый	10
сборная и монолитная железобетонная обделка	1 : 2	Алюминат натрия	3
	1 : 2	Хлористый кальций	2
	1 : 2	Асбест хризотиловый	10
Контрольное нагнетание:			
сборная чугунная обделка	1 : 0	Смола МФ-17	1
	1 : 0	Фуриловый спирт	1
сборная и монолитная железобетонная обделка	1 : 0	Смола МФ-17	1,2
	1 : 0	Фуриловый спирт	1,2
	1 : 2	Хлористый кальций	2

Примечание. Для каждой стадии нагнетания и типа обделки принимается одна из добавок, приведенных в таблице.

Приложение 36

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАСТВОРОНАГНЕТАТЕЛЯ РН-1

Объем резервуара, л	235
Избыточное давление воздуха в резервуаре, кгс/см²	6—8 (0,6—0,8 МПа)
Тип редуктора	РМ-250
Передаточное число	15,75
Тип электродвигателя	АО-2-52-6
Мощность электродвигателя, кВт	5,5
Число оборотов электродвигателя, об/мин	970
Число оборотов рабочего вала, об/мин	47
Количество воздуха на замес, м³	0,5
Колея, мм	600
База тележки, мм	1190
Габаритные размеры:	
длина, мм	2400
ширина, мм	1000
высота, мм	1430
Масса, кг	1224



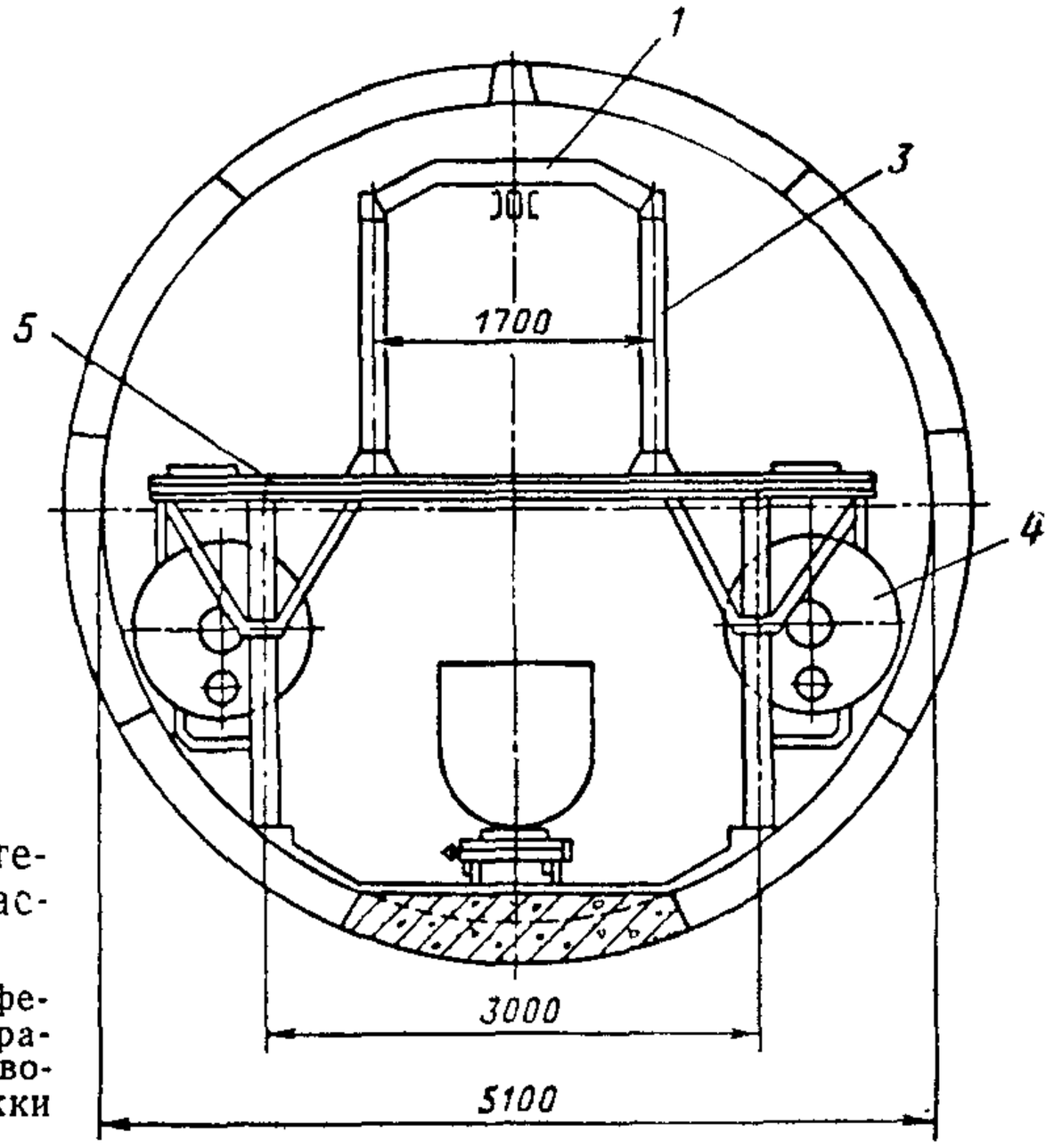


Схема технологической тележки для нагнетания растворов в тоннеле:

1—балка для подвески тельферов; *2*—загрузочный люк; *3*—рама для монорельса; *4*—растворонагнетатели; *5*—рама тележки

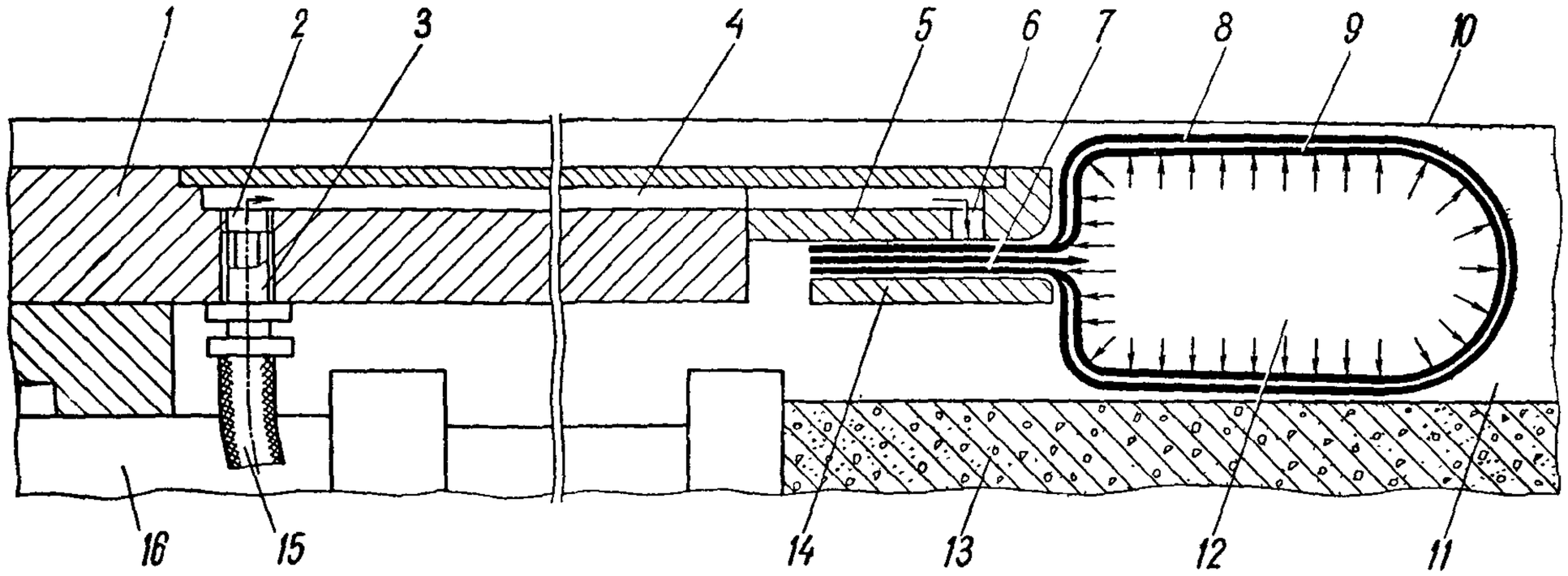


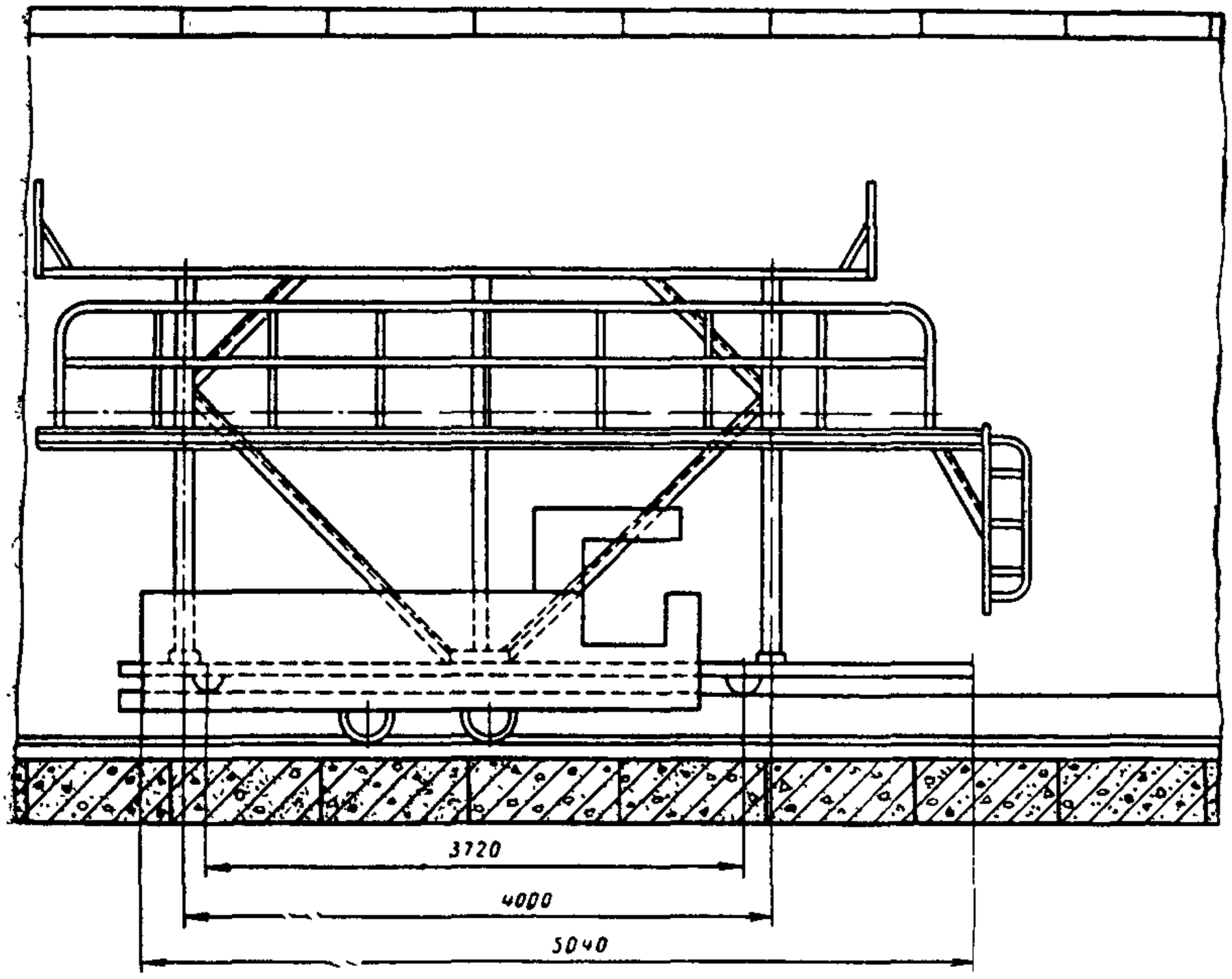
Схема узла пневматического торового устройства одиночного действия:

1—оболочка щита; *2*—резьбовое отверстие; *3*—штуцер, *4*—воздухопроводный канал; *5*—базисное кольцо; *6*—воздухопроводный диск; *7*—отверстие в капроновой ткани и конвейерной ленте; *8*—конвейерная лента; *9*—обрезиненная капроновая ткань; *10*—порода; *11*—тампонажный раствор; *12*—полость рабочего органа; *13*—обделка; *14*—прижимная планка; *15*—питающий шланг; *16*—щитовой домкрат

Приложение 39

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАСТВОРОНАСОСОВ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОГО НАГНЕТАНИЯ ЗА ОБДЕЛКУ

Показатели	Единица измерения	Растворонасосы		
		С-263	С-317	НКИ-1 Ленметростроя
Производительность	$м^3/ч$	3	6	1—4
Емкость нагнетания (по раствору)	л	—	—	—
Максимальное давление	кгс/см² (МПа)	15 (1,5)	15 (1,5)	15 (1,5)
Электродвигатель:				
мощность	кВт	2,8	4,5	3,2
число оборотов	об/мин	1500	1440	960
Емкость бункера	л	120	120	—
Внутренний диаметр растворопровода	мм	50	65	38
Габариты:				
длина (без ручек тележки)	мм	1240	1200	1500
ширина	мм	445	560	1050
высота	мм	760	1000	680
масса	кг	180	400	680


3720
4000
5040

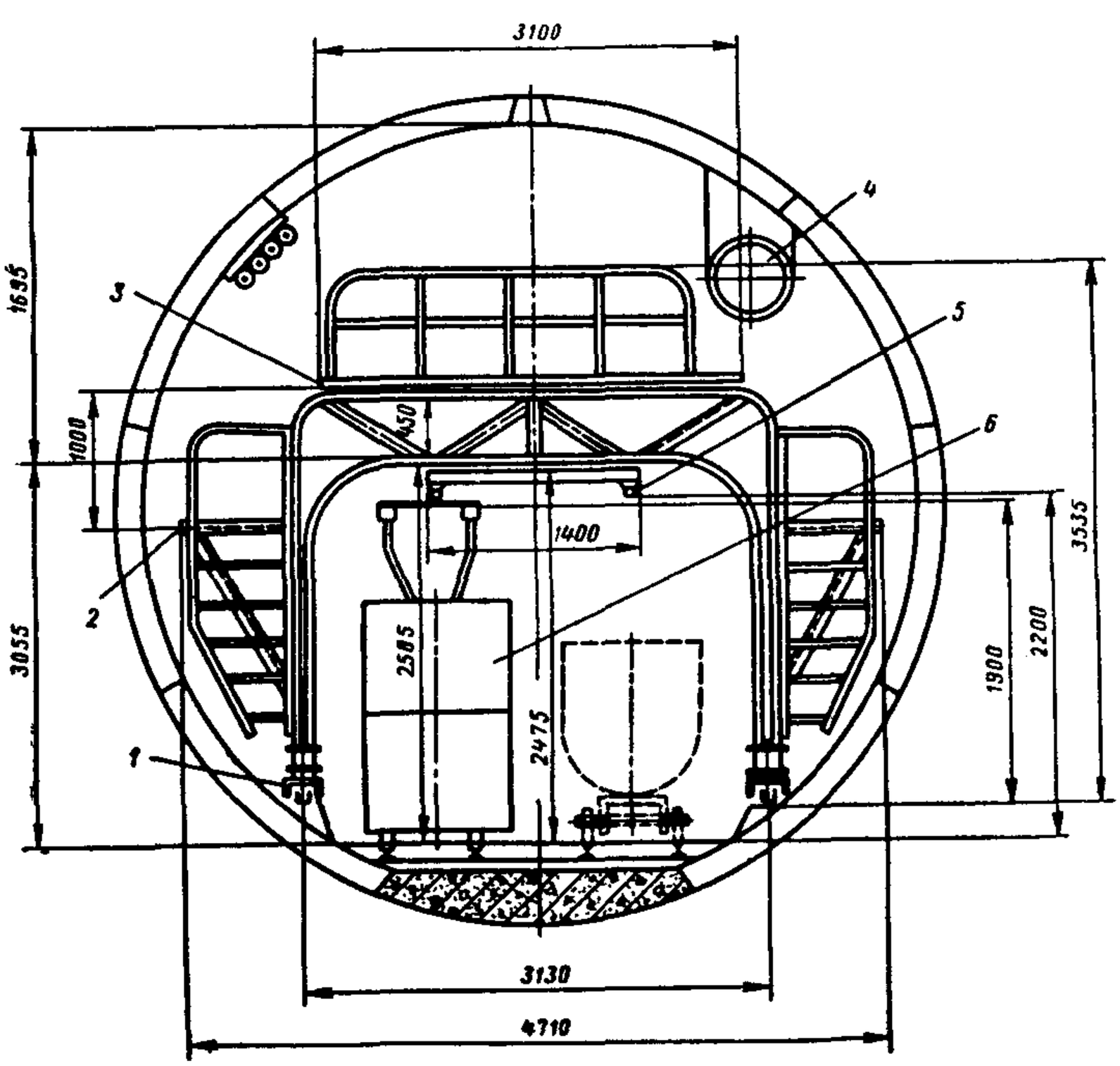

3100
1635
3055
1000
450
1400
2585
2475
1900
2200
3535
3130
4710
1
2
3
4
5
6

Схема технологической тележки для чеканочных работ:

1—ходовая тележка; *2*—боковые площадки; *3*—верхняя площадка; *4*—вентиляционный трубопровод; *5*—контактный провод, *6*—электровоз

Приложение 41

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЦЕМЕНТОУКЛАДЧИКА

Емкость бункера, м	2,2
Масса без загрузки, кг	5,5
Масса с загрузкой, кг	8,5
Давление сжатого воздуха, кгс/см²	3—4 (0,3—0,4 МПа)
Расход сжатого воздуха, м³/мин	0,1
Производительность (по опытным данным), м/ч	45
Протяженность зачеканенного шва от загрузки до загрузки, м	4,5
Габаритные размеры:	
длина, мм	180
глубина, мм	260
высота, мм	670

Приложение 42

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЧЕКАНОЧНЫХ МОЛОТКОВ

Показатели	Единица измерения	РМ-1	РМ-3
Давление воздуха	кгс/см² (МПа)	5 (0,5)	5 (0,5)
Расход воздуха	м³/мин	0,5	0,6
Число ударов в минуту	уд. мин	2400	1500
Работа удара	кгс · м (Дж)	1,1 (11)	1.6 (16)
Ударник:			
масса	кг	0,2	0,4
ход	мм	61	99
Диамегр шланга	мм	13	13
Длина молотка	мм	300	370
Масса молотка	кг	5	5,6

Приложение 43

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВАГОНЕТОК И ТЕЛЕЖКИ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ ЭЛЕМЕНТОВ ОБДЕЛКИ

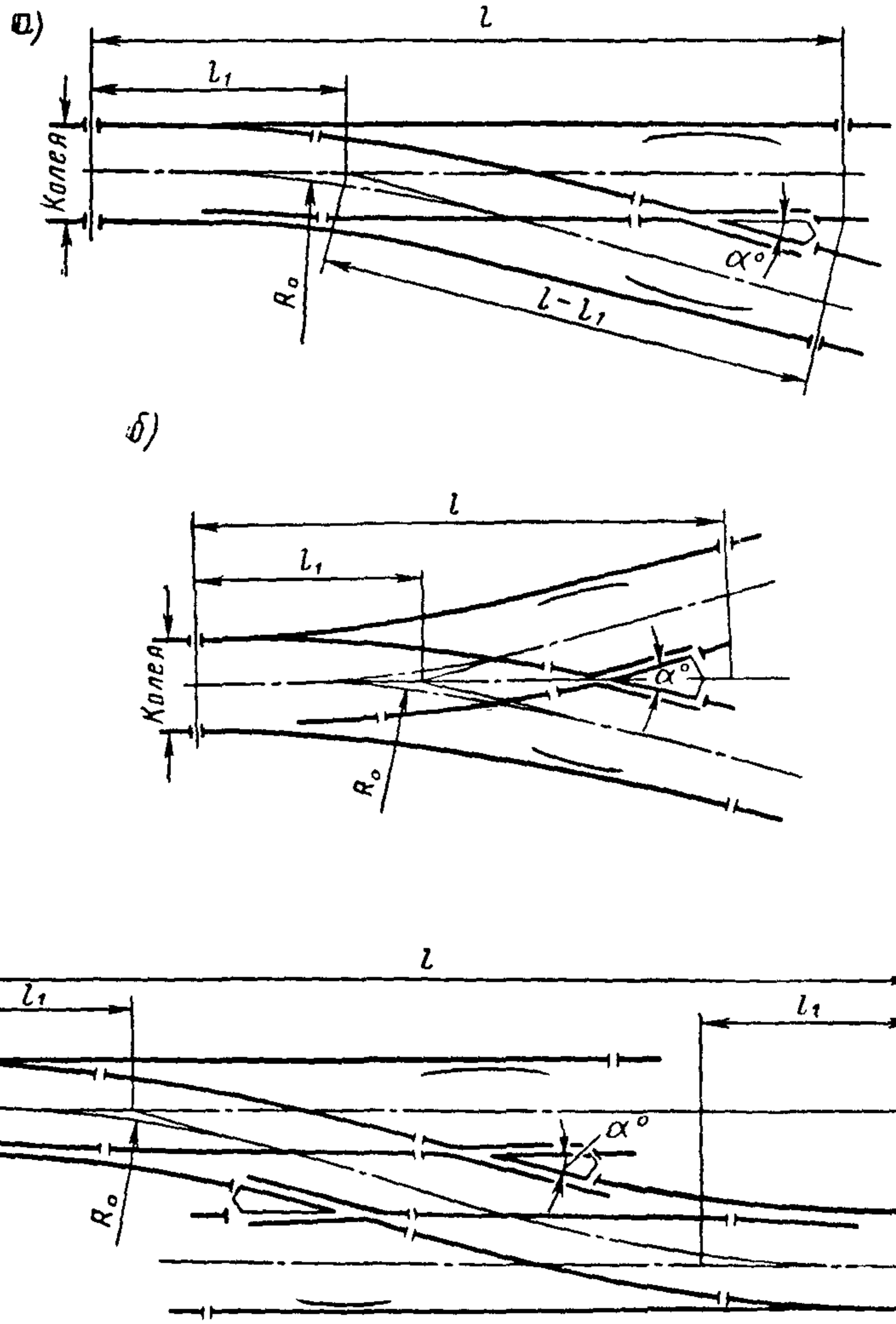
Тип вагонетки	Колея, мм	База, мм	Длина по буферам, мм	Ширина кузова, мм	Высота от головки рельс, мм	Масса, кг
Вагонетка шахтная с глухим кузовом типа ВГ емкостью 1,4 м³	600	600	2400	850	1230	800
Вагонетка глухая емкостью 1,5 м³ Мосметростроя	600	600	2225	970	1215	795
То же емкостью 2,1 м³	600	800	2800	1240	1180	1200
Вагонетка с опрокидным кузовом емкостью 1,1 м³	600	600	2400	985	1370	870
Тележка для перевозки элементов обделки (железобетонных блоков ∅ 5,1 м)	600	900	2800	856*	416**	560
То же для тюбингов ∅ 6 м . . .	600	800	—	1000	416	818

* Ширина по колесам.
** Высота по раме.

Приложение 44

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ШАХТНЫХ ЭЛЕКТРОВОЗОВ

Основные параметры, необходимые для производства работ	Единица измерения	Типы электровозов	
		7Кр-1у	10Кр-2
Масса	т	7	10
Мощность	кВт	40	50
Напряжение	В	250	250
Скорость движения	км/ч	10,5	10,5
Тяговое усилие	кгс	1330	1700
Жесткая база	мм	1200	1200
Габаритные размеры:			
длина	мм	4500	4500
ширина	мм	970	1050
высота	мм	1500	1500
ширина колеи	мм	600	600



Схемы стрелочных переводов для шахтных путей:
а—перевод односторонний (правый); *б*—перевод симметричный; *в*—съезд (правый)

Приложение 46

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СТРЕЛОЧНЫХ ПЕРЕВОДОВ (ОДНОСТОРОННИХ И СИММЕТРИЧНЫХ) И СЪЕЗДОВ ПО ГОСТ 7477—55

Обозначение типоразмеров	Колея, мм	Тип рельса	Марка крестовины, м	Радиус переводной кривой, м	Размеры, мм			Масса, кг, не более
					l_1 (не более)	l (не более)	c	
Переводы односторонние								
ПО618-1/4-12	600	Р18	1/4	12	3250	6500	—	710
ПО618-1/3-8	600	Р18	1/3	8	1280	3850	—	550
ПО618-1/2-4	600	Р18	1/2	4	1200	3070	—	460
ПО624-1/4-12	600	Р24	1/4	12	3400	6750	—	1000
ПО624-1/3-8	600	Р24	1/3	8	1300	3920	—	700
ПО624-1/2-4	600	Р24	1/2	4	1250	3170	—	570
Переводы симметричные								
ПС618-1/3-12	600	Р18	1/3	12	1950	4420	—	560
ПС618-3/5-4	600	Р18	3/5	4	800	2370	—	460
ПС624-1/3-12	600	Р24	1/3	12	2000	4550	—	750
ПС624-3/5-4	600	Р24	3/5	4	870	2460	—	600
Съезды								
С618-1/4-1213	600	Р18	1/4	12	3250	11620	1300	1350
С624-1/4-1213	600	Р24	1/4	12	3400	11920	1300	1870

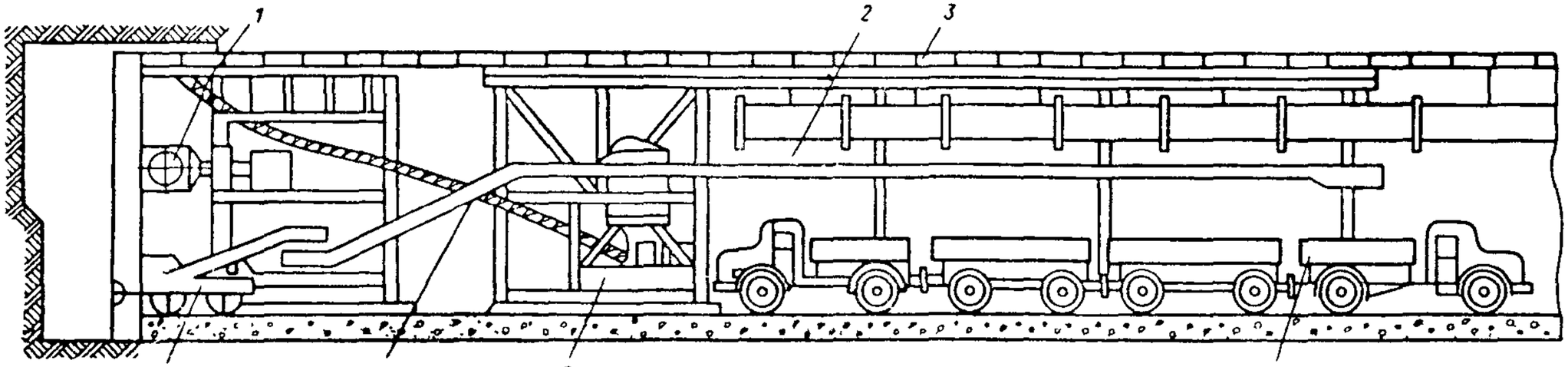


Схема подземного транспорта автомобилями:

1—щит; *2*—перегрузочный ленточный транспортер; *3*—монорельс для подачи тюбингов и материалов; *4*—автомобили с двумя прицепами; *5*—технологическая тележка для нагнетания раствора; *6*—блокоукладчик; *7*—породопогрузочная машина

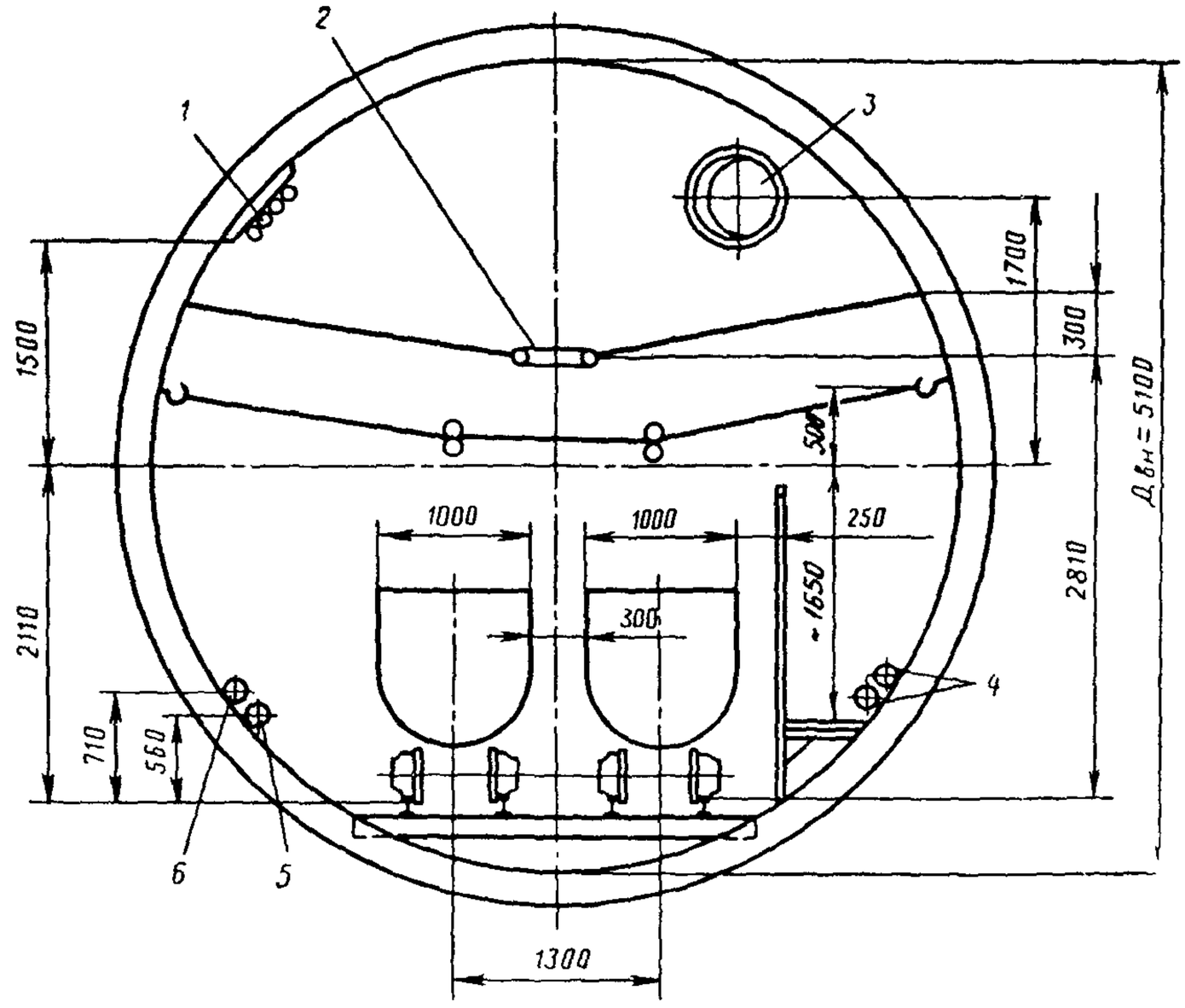


Схема размещения временных коммуникаций в сечении перегонного тоннеля:

1—электрические кабели; *2*—сеть электроосвещения АПР-500; *3*—вентиляционная труба $\varnothing$=600; *4*—водоотливные трубы $\varnothing_{усл}$=150; *5*—сжатый воздух $\varnothing_{усл}$=100; *6*—водопровод $\varnothing_{усл}$=50

Приложение 49

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЗЕМЛЕРОЙНЫХ МАШИН, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ГРУНТА В КОТЛОВАНАХ

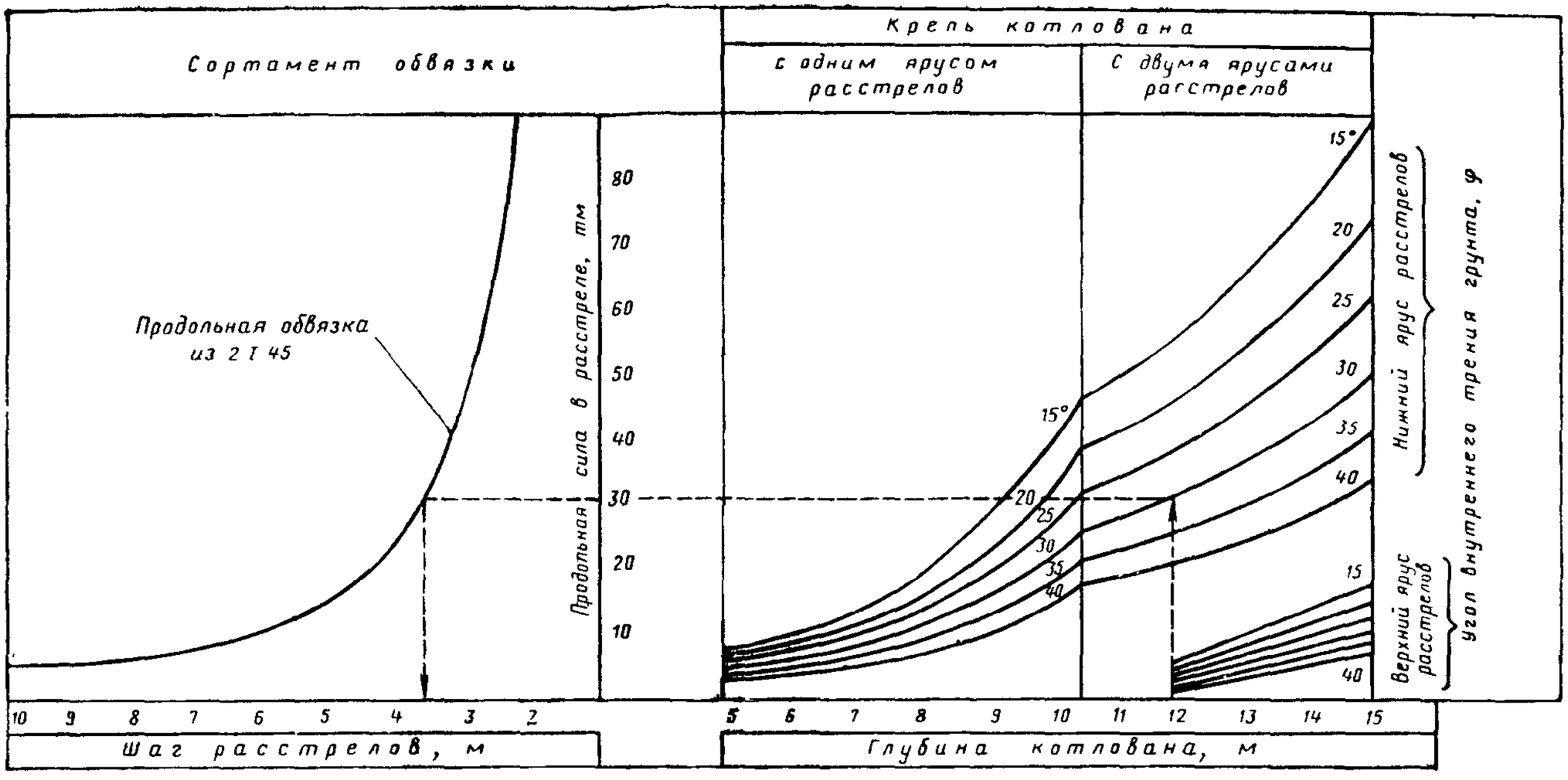
А. Бульдозеры

Основные параметры	Единица измерения	Типы бульдозеров	
		Д-271	Д-272А
Марка трактора	—	Т-100м (С-100)	Т-180
Ширина отвала	мм	3030	3350
Высота отвала	мм	1100	1100
Наибольшее заглубление отвала	мм	1000	1000
Масса отвала	т	2,33	2,9
Масса бульдозера с трактором и лебедкой	т	13,3	18,1
Габаритные размеры бульдозера:			
длина	мм	5150	5300
ширина	мм	3030	3350
высота	мм	3050	2800

Б. Экскаваторы

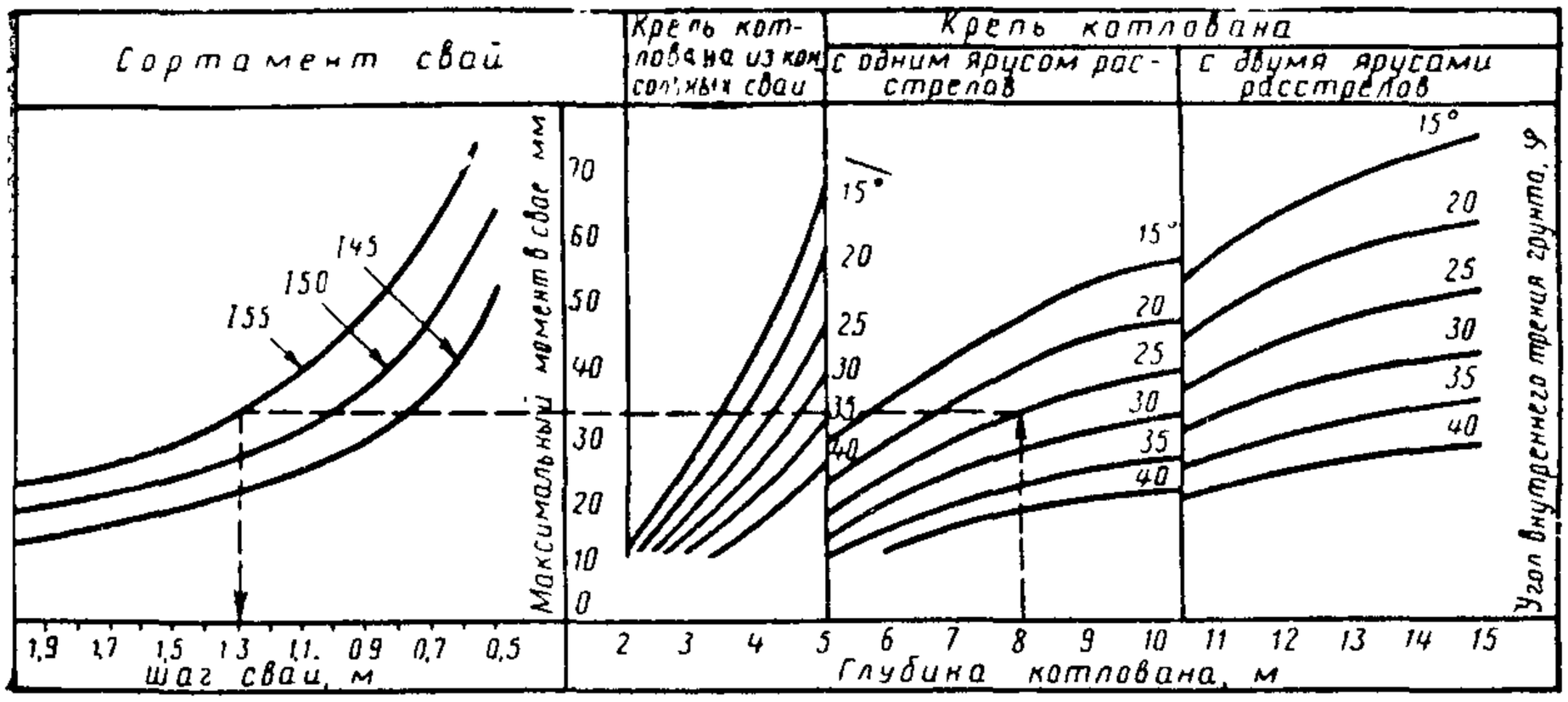
Основные параметры	Единица измерения	Типы экскаваторов					
		Э-151	Э-302	Э-652А	Э-10011	ЭП-1	Э-1251/52
Емкость ковша	$м^3$	0,15	0,4	0,65	1,0	1,0	1,25
Радиус копания прямой лопатой	м	до 4,1	до 5,9	до 7,8	до 9.2	8,55	9,9
Высота выгрузки прямой лопатой	м	до 2,6	до 4,3	до 5,6	до 6	до 5	5,1
Глубина копания обратной лопатой	м	до 2,2	до 4	—	—	—	—
Грузоподъемность крана	т	1,5	5	10	15		20
Скорость передвижения	км/ч	17,3	15	3	2	1,5	1,5
Масса	т	4,75	11,7	21,25	35	35,6	39,5
Мощность двигателя	л. с. (Вт)	37 (27200)	48 (35200)	82 (60300)	108 (79500)	55 (40400)	130 (95500)
Ход		Пневмоколесный			Гусеничный		

Приложение 50



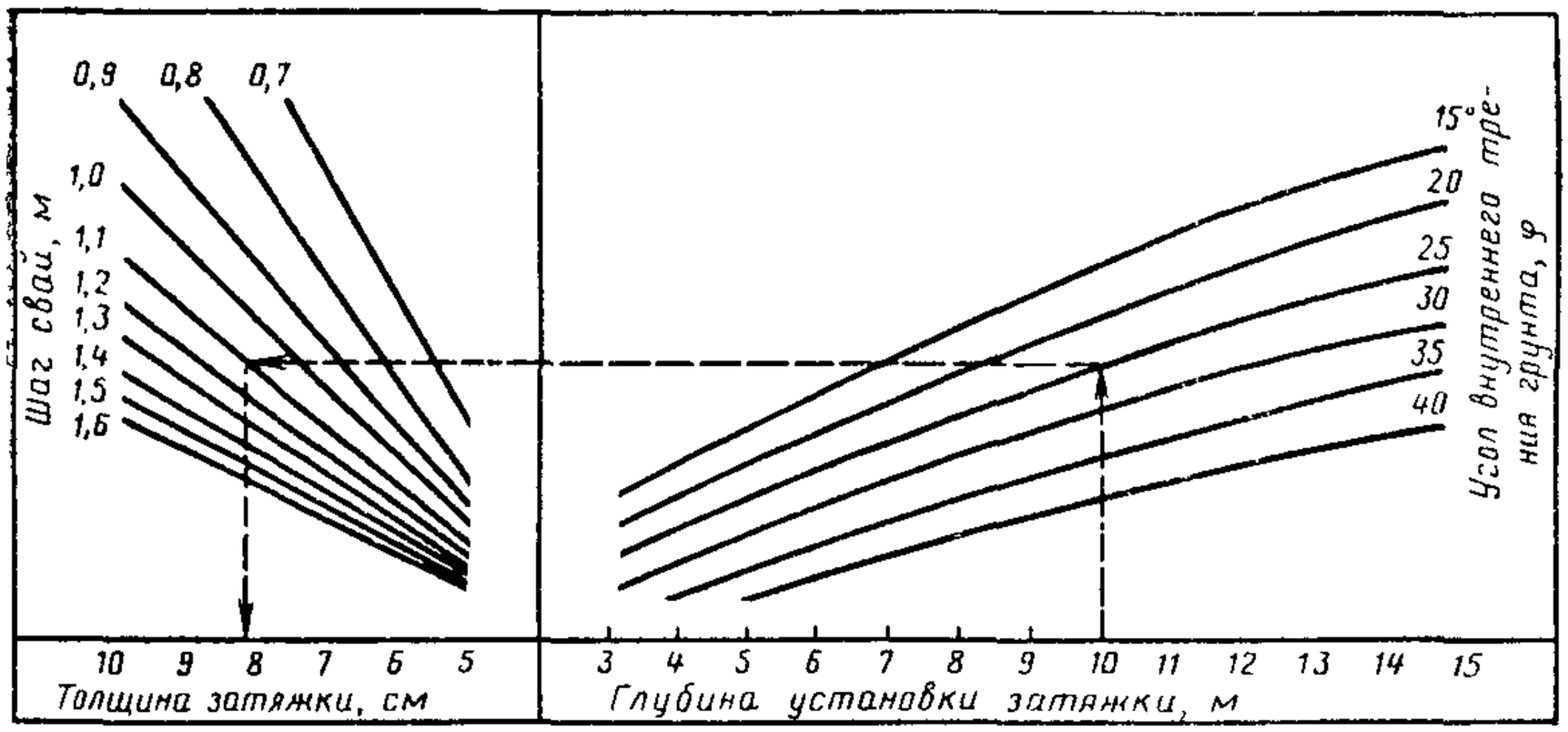
Номограмма для определения шага расстрелов для крепления котлованов

Приложение 51



Номограмма для определения шага свай крепления стен котлованов

Приложение 52



Номограмма для определения толщины досок затяжки стен котлованов

Номограмма для назначения параметров временного крепления котлованов

По номограммам можно определить: шаг свай, шаг расстрелов, толщину досок затяжки для крепи с одним и двумя ярусами расстрелов и консольных свай в зависимости от глубины котлована, угла внутреннего трения грунта и номера двутавра свай (№ 45, 50, 55).

При составлении номограмм принято:

1. Первый ярус расстрелов расположен на высоте 6,5 м от дна котлована, второй ярус—на расстоянии 1,5 м от бровки котлована.
2. Продольная сбвязка принята 2145.
3. На бровке котлована приложена равномерно распределенная нагрузка, эквивалентная слою грунта толщиной 1 м.

4. Плотность грунта принята $\gamma = 1{,}8$ тс/м³.

5. При построении номограмм учтен коэффициент перегрузки, равный 1,2.

При наличии напластований различных грунтов по глубине котлована угол внутреннего трения грунта определяется по формуле:

$$\varphi_{ср} = \frac{\varphi_1 h_1 + \varphi_2 h_2 + \ldots + \varphi_n h_n}{h_1 + h_2 + \ldots + h_3},$$

где $\varphi_l h_l$—соответственно угол внутреннего трения и высота слоя грунта.

Плотность грунта определяется по формуле:

$$\gamma_{ср} = \frac{\gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2 + \ldots + \gamma_n h_n}{h_1 + h_2 + \ldots + h_n},$$

где γ_l—плотность слоя грунта.

При другом значении $\gamma_{ср}$ шаг свай и шаг расстрелов должны приниматься с коэффициентом, равным $\frac{1{,}8}{\gamma_{ср}}$.

При назначении расстрелов они должны проверяться на устойчивость.

Приложение 53

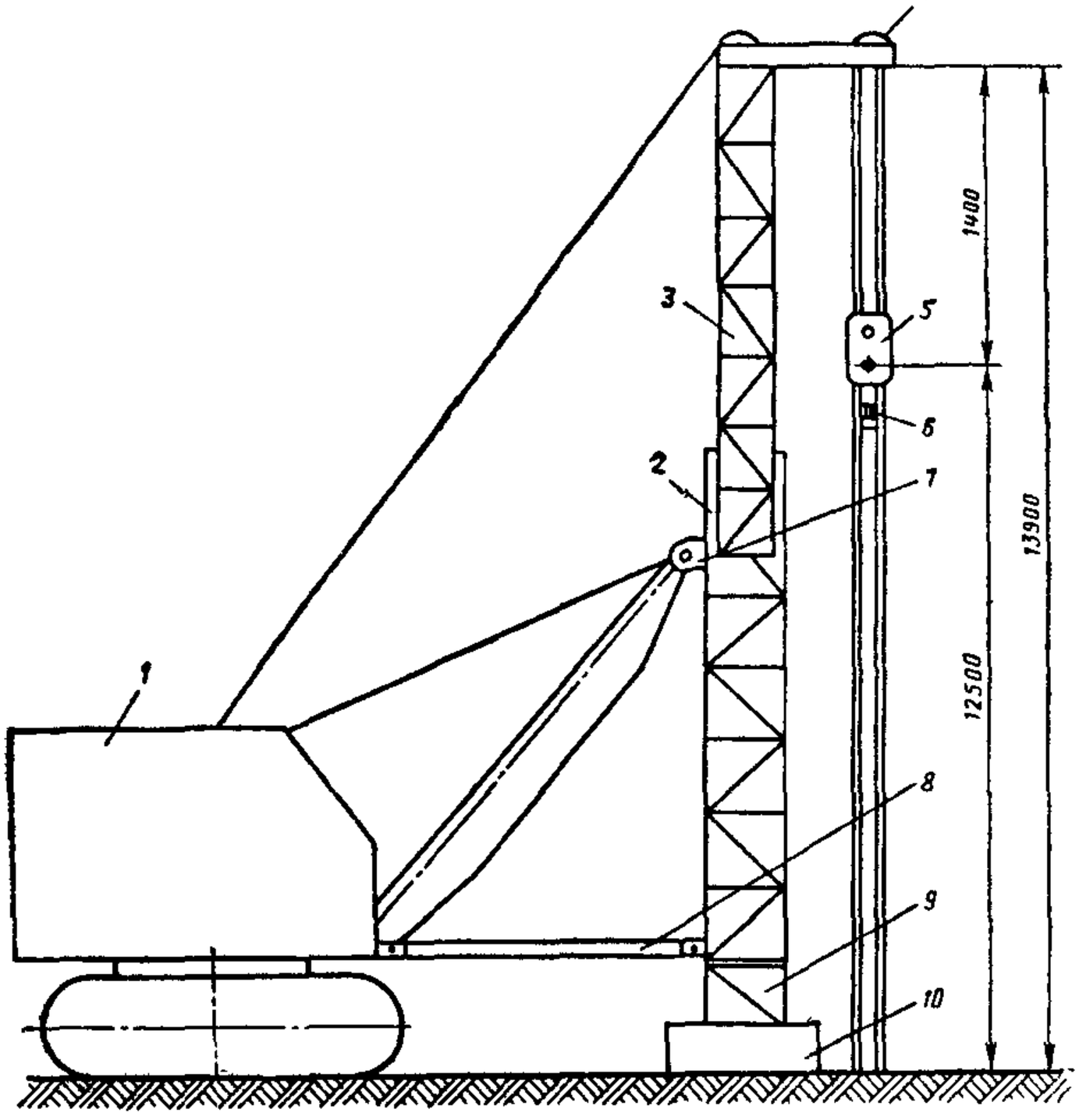
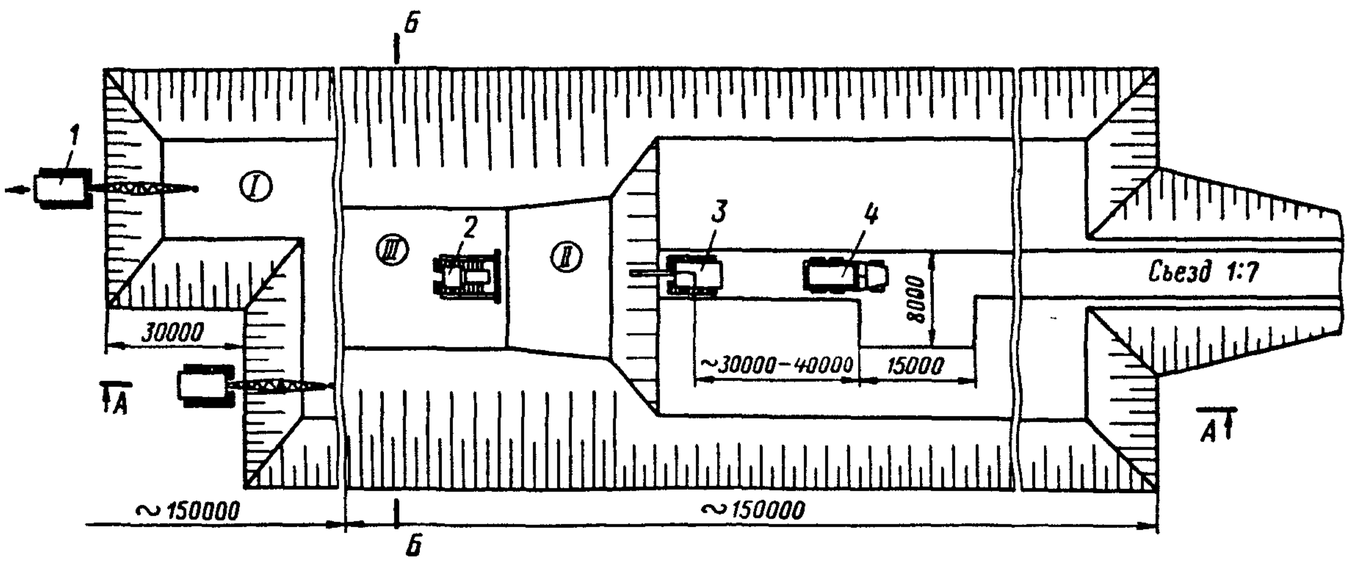
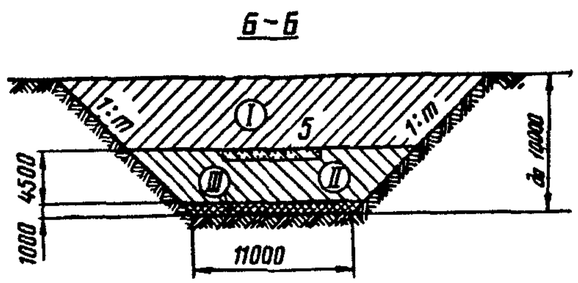


Схема копровой установки для извлечения свай:

1—кран-экскаватор; *2*—основная копровая стрела; *3*—вспомогательная стрела (телескопическая часть); *4*—головка копровой стрелы; *5*—полиспаст; *6*—захватное устройство; *7*—подвеска копровой стрелы; *8*—распорка; *9*—малая подставка; *10*—опорная подушка





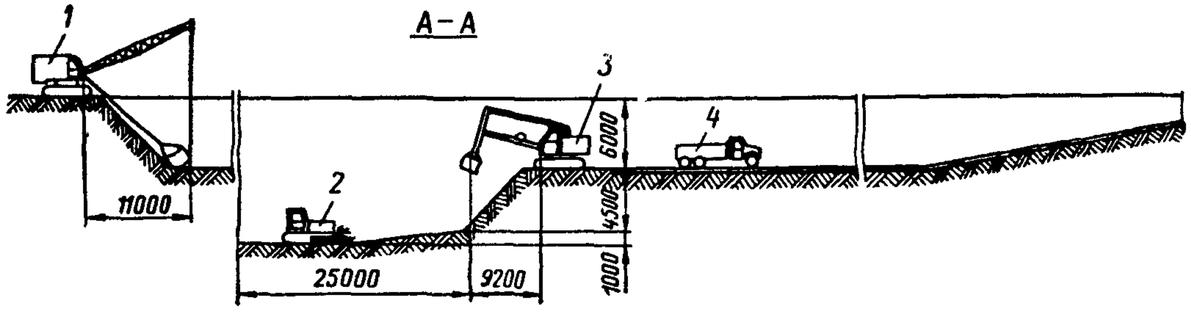


Схема комплекса для сооружения двухпутного перегонного тоннеля открытым способом в котловане без крепления на глубину до 10 м:

1—экскаватор Э-652 (драглайн), *2*—бульдозер С-100; *3*—экскаватор Э-652 (обратная лопата); *4*—самосвал КрАЗ-256Б, *5*—временная дорога, I—разработка грунта экскаватором Э-652 (драглайн); II—разработка грунта экскаватором Э-652 (обратная лопата), III—разработка грунта бульдозером С-100

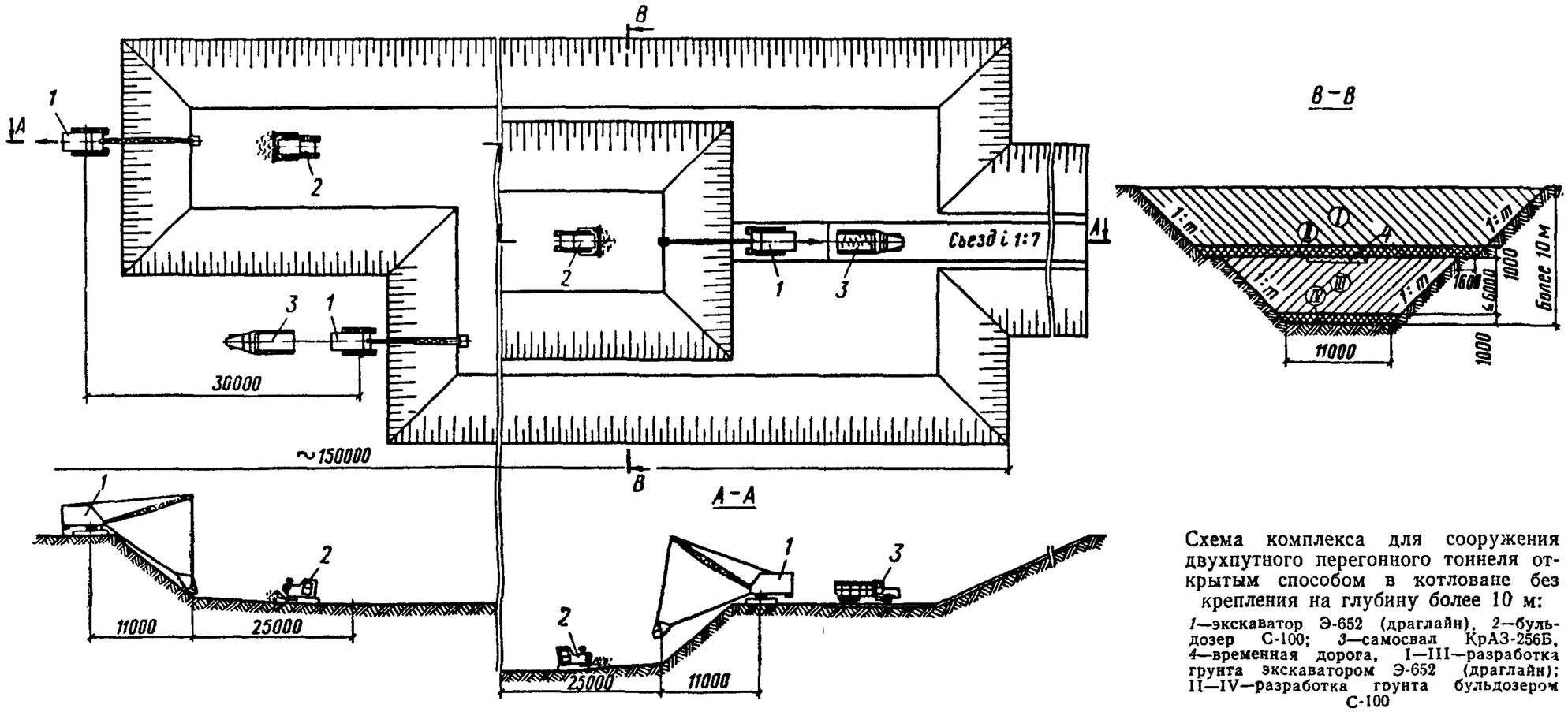
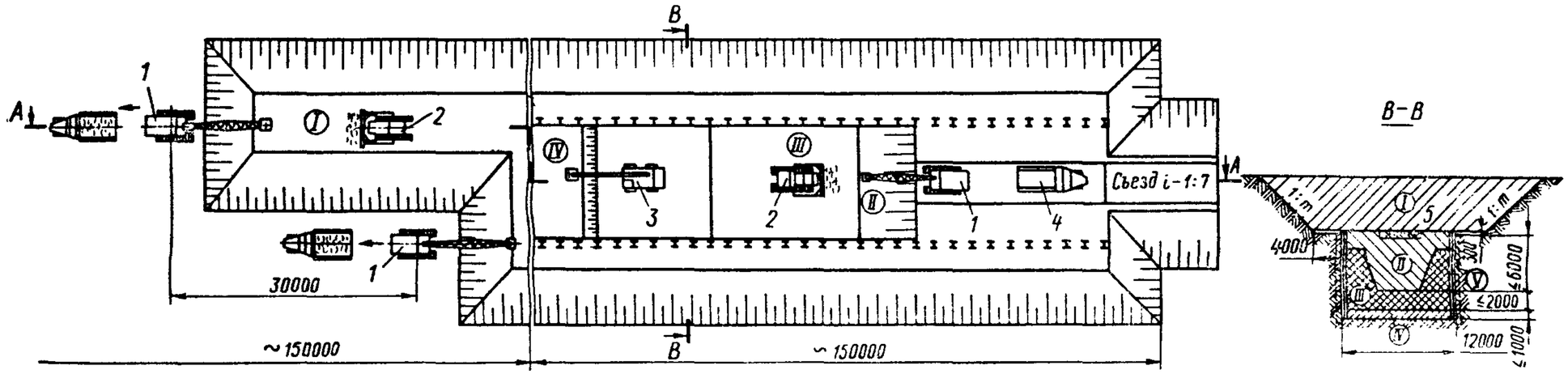


Схема комплекса для сооружения двухпутного перегонного тоннеля открытым способом в котловане без крепления на глубину более 10 м:

1—экскаватор Э-652 (драглайн), *2*—бульдозер С-100; *3*—самосвал КрАЗ-256Б, *4*—временная дорога, I—III—разработка грунта экскаватором Э-652 (драглайн); II—IV—разработка грунта бульдозером С-100

Зак. 1617, стр 156—157.



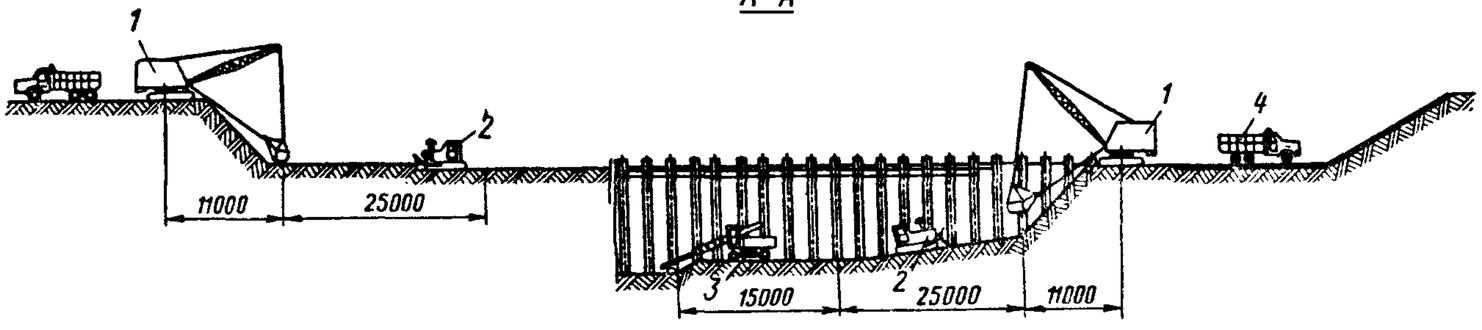
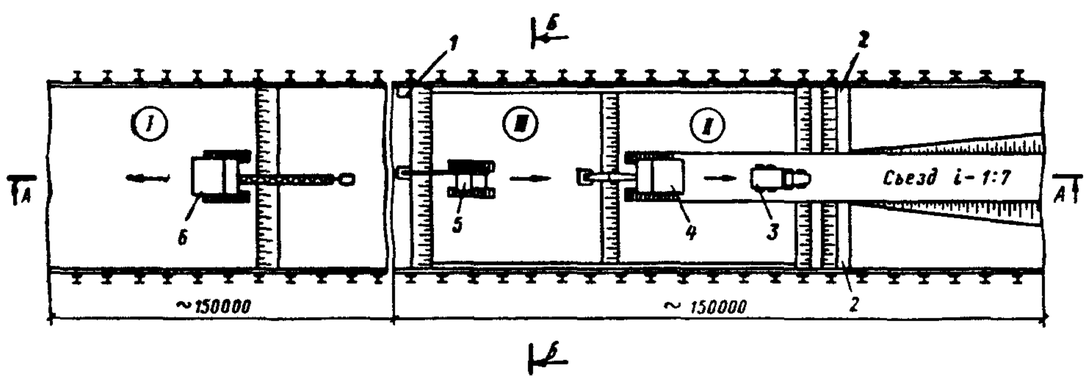
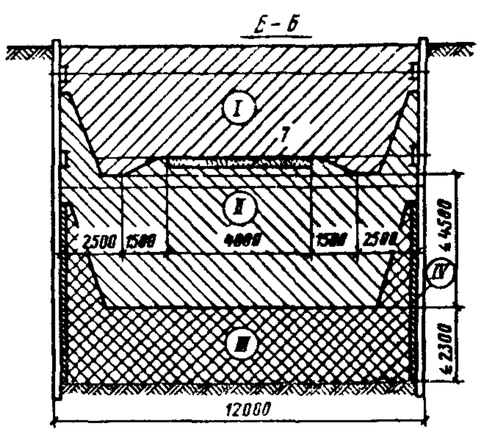


Схема комплекса для сооружения двухпутного перегонного тоннеля открытым способом в котловане с частичным креплением:

1—экскаватор Э-652 (драглайн); *2*—бульдозер С-100; *3*—экскаватор ЭО-2131 «Сатур»; *4*—самосвал КрАЗ-256Б; *5*—временная дорога; I—разработка грунта экскаватором-драглайном (*первая заходка*); II—разработка грунта экскаватором-драглайном (вторая заходка); III—разработка грунта бульдозером С-100; IV—разработка грунта экскаватором «Сатур»; V—разработка грунта вручную





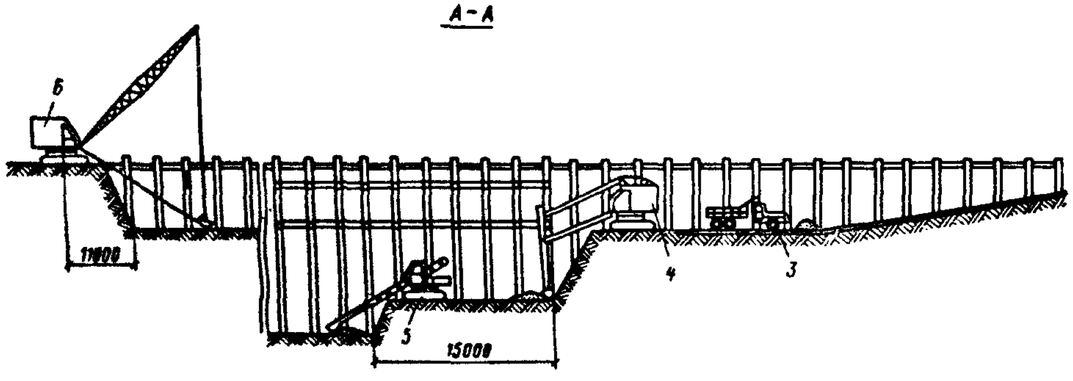
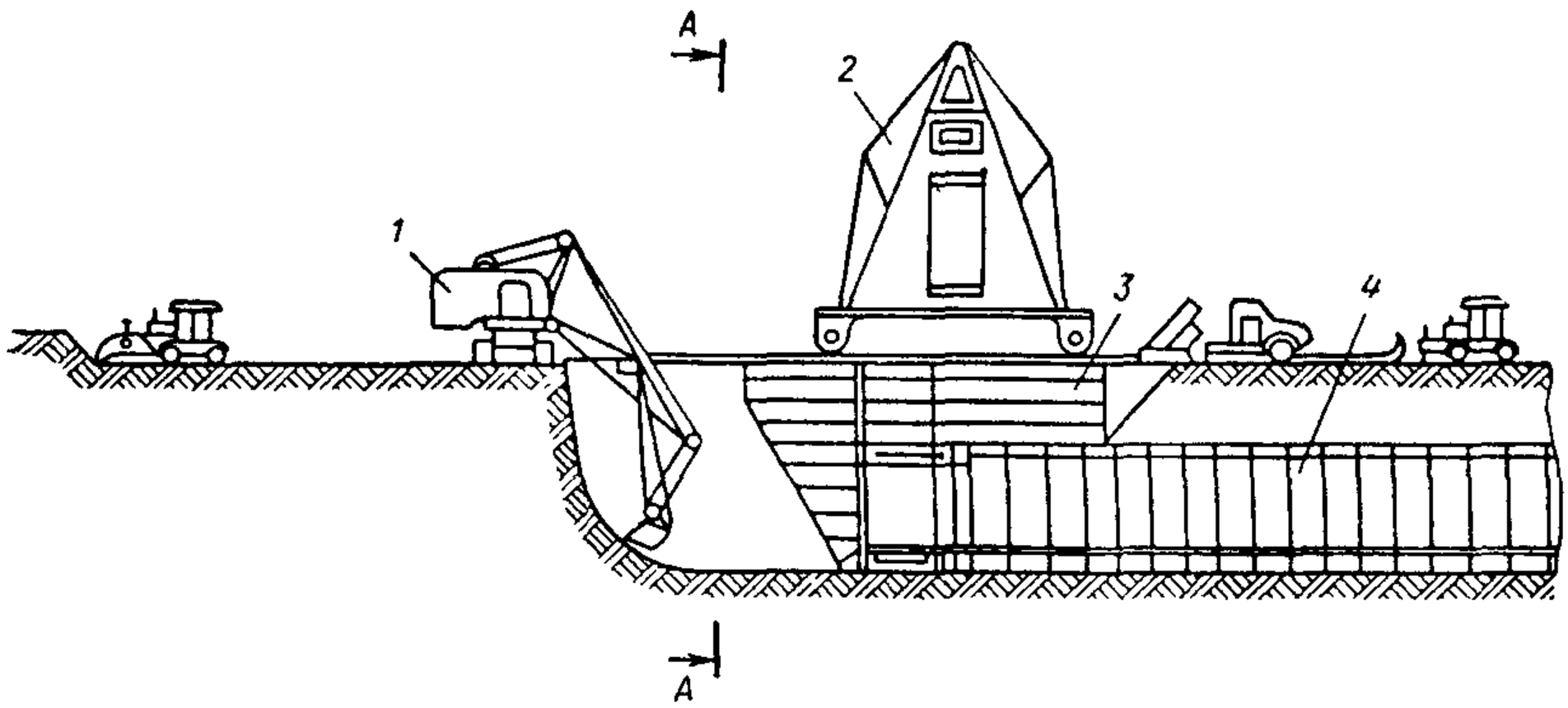
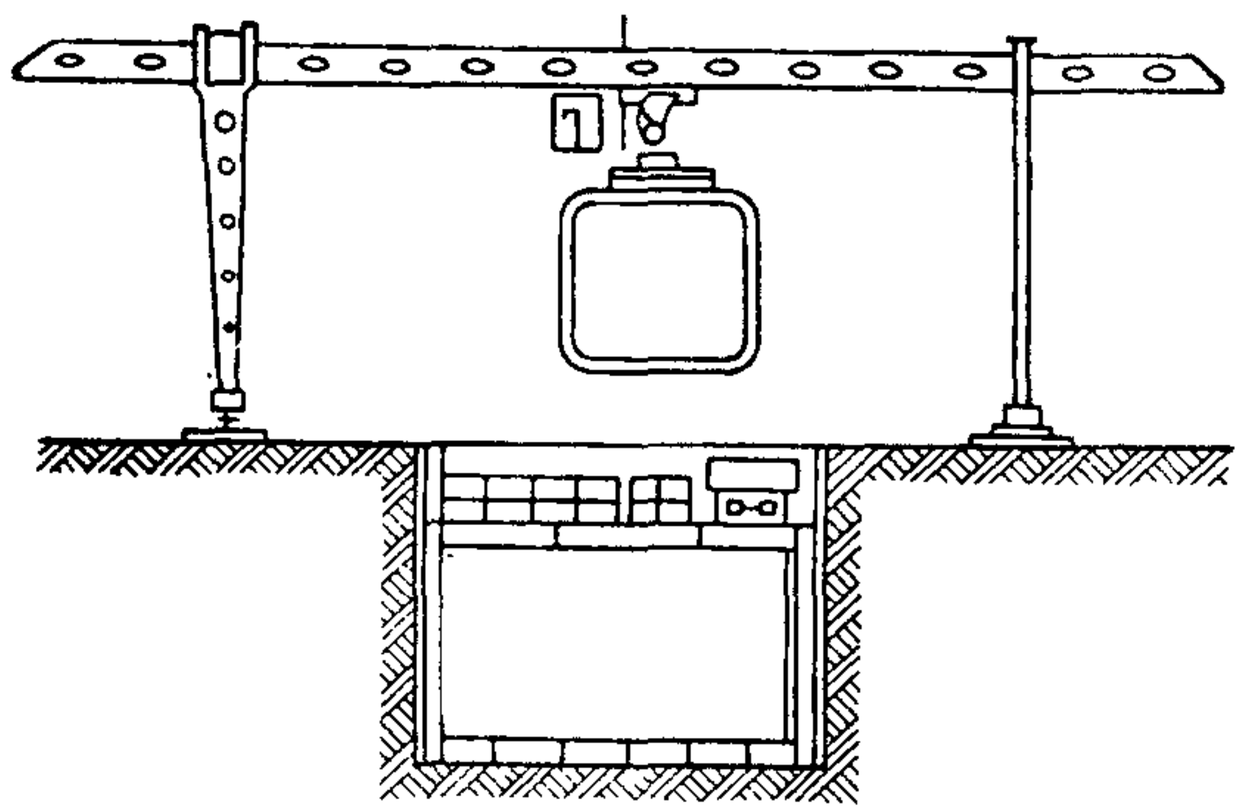


Схема комплекса для сооружения двухпутного перегонного тоннеля открытым способом с креплением на всю глубину:

1—место установки насоса; *2*—откачка воды; *3*—самосвал КрАЗ-256Б; *4*—экскаватор Э-5015 (обратная лопата); *5*—экскаватор ЭО-2131; *6*—экскаватор Э-652 (драглайн); *7*—временная дорога; I—разработка грунта экскаватором Э-652 (драглайн); II—разработка грунта экскаватором Э-5015 (обратная лопата); III—разработка грунта экскаватором ЭО-2131 с отработкой откосов у свай; IV—разработка грунта вручную



А – А



Технологическая схема сооружения перегонных тоннелей открытым способом с применением проходческого щита типа 7142:

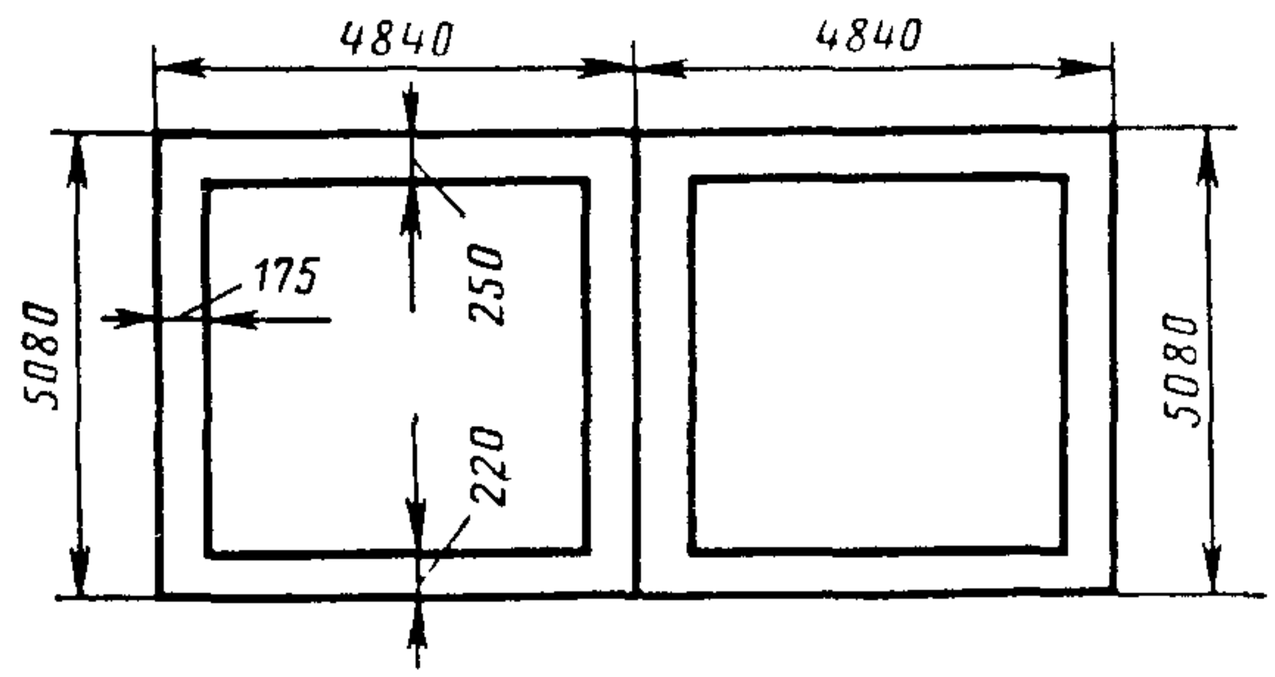
1—экскаватор с удлиненной стрелой; *2*—кран козловой ККТС-20; *3*—щит открытого способа работ; *4*—цельносекционная обделка

Приложение 59

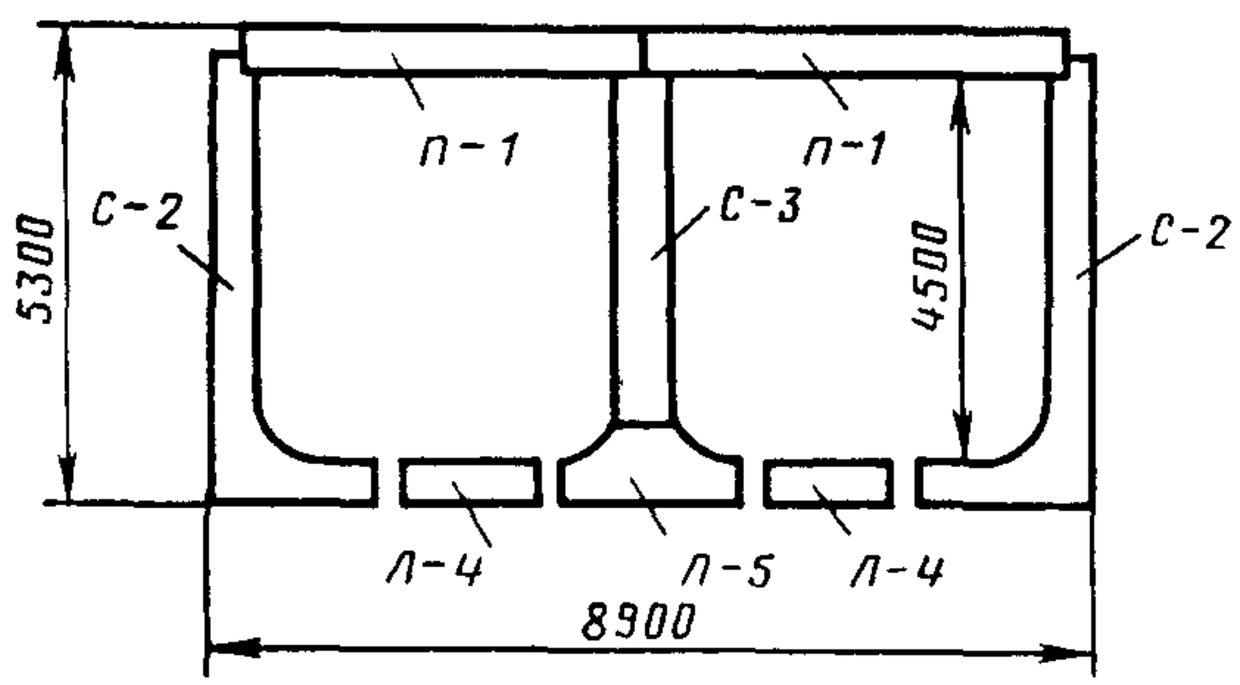
ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОХОДЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ СООРУЖЕНИЯ ПЕРЕГОННЫХ ТОННЕЛЕЙ МЕТРОПОЛИТЕНОВ ОТКРЫТЫМ СПОСОБОМ (№ 7142)

Производительность (нормативная):	
двухпутный тоннель, м/мес	200
однопутный тоннель, м/мес	400
Количество щитовых домкратов:	
для двухпутного тоннеля, шт.	30
для однопутного тоннеля, шт.	18
Суммарное усилие при Р-200 кгс/см² (20 МПа):	
для двухпутного тоннеля, тс	2940 (29400 кН)
для однопутного тоннеля, тс	1760 (17600 кН)
Насосные установки:	
количество, шт.	3
производительность первой, л/мин	35
Установленная мощность (общая), кВт	51
Габаритные размеры крепи:	
длина, мм	10600
высота, мм	5380
высота с дополнительной стенкой, мм	7980
Ширина для двухпутного тоннеля:	
на кривой, мм	10340
на прямой, мм	9960
Масса комплекса:	
для двухпутного тоннеля, т	342
для однопутного тоннеля, т	224

а)



б)



Схемы сборных тоннельных обделок открытого способа работ:

а—цельносекционная обделка двухпутного перегонного тоннеля; *б*—полносборная обделка двухпутного перегонного тоннеля (по чертежу Метрогипротранса ТС-84)

Приложение 61

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КРАНОВ

А. Краны стреловые

Основные параметры	Единица измерения	Типы кранов			
		К-104	К-123, К-124	К-161	К-255
Наибольшая грузоподъемность:					
на выносных опорах . .	т	10	12	16	25
без выносных опор . . .	т	4	10	9	10
Длина стрелы	м	10	10	10	15
	м	18	10	25	25
	м	18	22	—	25
		С гуськом			
Вылет стрелы:					
наименьший	м	4	4,2	3,75	4,5
наибольший	м	16	20	23	20
Наибольшая высота подъема .	м	18,5	21,2	22,8	25,2
Мощность	л. с. (Вт)	33 (24200)	54 (39700)	75 (55000)	110 (80700)
Система передвижения . . .	—	Пневмоколесный			
Масса	т	22,8	23	23,3	33

Б. Краны козловые

Основные данные	Единица измерения	Типы кранов				
		К-4М*	К-6Б*	ККТ-5М	КК-12,5	ККТС-20
Грузоподъемность . .	т	5 (50)	10 (100)	5 (50)	12,5 (125)	20 (200)
Пролет	м	11,3	18	11,3	16	25
Пролет со вставкой . .	м	—	25	—	25	40
Рабочий вылет консоли	м	4,2	7,65	4,5	6,3	11,6
Высота подъема груза от уровня головки рельс	м	7,3	11,0	7,1	9,0	4,5 и 9,0
Тип рельса		Р-43 (Р-38)	Р-50 (Р-43)	Р-43 (Р-38)	Р-50 (Р-43)	Р-50 (Р-43)
Суммарная мощность .	кВт	21	41	21	44,5	59,5
Масса	т	15	41,5	12,5	36	72,5

* Краны козловые типа К-4М и К-66 с 1979 г. сняты с производства.

Строительство _____

Участок _____

Приложение 62

ЖУРНАЛ

первичного нагнетания цементно-песчаного раствора за обделку

Дата	Наименование сооружения	Место установки инъектора		Сорт и марка цемента	Состав раствора	Количество		Тип оборудования, давление, кгс/см²	Смена, бригада, выполнившая работу	Подписи начальника смены и начальника участка	Примечание
		номер кольца или пикета	номер блока (тюбинга) или трубки			раствора за смену, м³	тюбингов или блоков, шт.				

Примечание. Журнал заполняется начальником смены и хранится у начальника участка; счет блоков (тюбингов) в кольце ведется по часовой стрелке, начиная от замкового.

Строительство _____

Участок _____

Приложение 63

ЖУРНАЛ

производства горных работ

Дата	Номер смены, описание выполненных работ	Профессии рабочих, фамилия бригадира	Количество рабочих	Объем выполненной работы	Подписи		Замечания и указания по качеству работ	Отметки о выполнении замечаний и указаний
					сдающего смену	принимающего смену		

Примечание. Журнал заполняется начальником смены и хранится у начальника участка; объемы выполненных работ указываются по каждому рабочему месту; в журнал вносятся данные о состоянии забоев, крепления, водоотлива, вентиляции и пр.; отмечаются простои механизмов, несчастные случаи, аварии и производственные неполадки с указанием причин и принятых мер со ссылкой на составленные акты; в описании выполненных работ приводится оценка качества.

Строительство _____

Участок _____

Приложение 64

ЖУРНАЛ

контрольного нагнетания цемента за обделку

Дата	Наименование сооружения	Место установки инъектора		Сорт и марка цемента	Количество			Тип оборудования, давление, кгс/см²	Смена, бригада, выполнившая работу	Подписи начальника смены и начальника участка	Примечание
		номер кольца или пикета	номер блока (тюбинга) или трубки		раствора, м³	цемента, т	блоков или тюбингов, шт.				

Примечание. Журнал заполняется начальником смены и хранится у начальника участка; счет блоков (тюбингов) в кольце ведется по часовой стрелке по ходу пикетажа, начиная от замкового; учет цемента для повторно-контрольного нагнетания производится по накладным.

Строительство _____

Участок _____

Приложение 65

ЖУРНАЛ

производства чеканочных работ

Дата	Наименование работ	Место подтягивания болтов и постановки болтов, пробок, заделки отверстий в блоках		Расчеканка					Номера колец и тюбингов, в которых замечены дефекты	Смена, бригада, выполнившая работу	Подписи начальника смены и начальника участка	Примечание
		номер кольца	номер блока (тюбинга)	номер кольца	номер блока (тюбинга)	очистка швов длиной, м	материал чеканки	чеканка швов длиной, м				

Примечание. Журнал заполняется начальником смены и хранится у начальника участка,

Строительство _____

Участок _____

Приложение 66

ЖУРНАЛ

производства работ по устройству оклеечной гидроизоляции

Дата	Наименование сооружения, место оклейки (лоток, стены, свод)	Номер паспорта рулонного материала	Количество слоев рулонного материала	Номер паспорта битума	Температура битума при склейке	Количество оклеечной гидроизоляции, м² за смену	Смена, бригада, выполнившая работу	Подписи начальника смены и начальника участка	Примечание

Примечание. Журнал заполняется начальником смены и хранится у начальника участка.

Строительство _____

Участок _____

Приложение 67

ЖУРНАЛ

производства бетонных и железобетонных работ

Дата		Наименование сооружения, место укладки бетона	Номер чертежа, марка бетона по проекту	Номер накладной, марка, состав и подвижность уложенного бетона	Способ уплотнения бетона	Температура воздуха при укладке	Количество бетона за смену, м³	Результаты испытания контрольных кубиков		Смена, бригада, выполнившая работу	Подписи начальника смены и начальника участка	Примечание
Начало и окончание бетонирования	Распалубливание конструкции							на 7-й день	на 28 й день			

Примечание Журнал заполняется начальником смены и хранится у начальника участка.

Приложение 68

АКТ

освидетельствования скрытых работ по нагнетанию раствора за обделку,

выполненных в _____
(наименование сооружения)

города _____ «____»_____198 г.

Комиссия в составе.

представителей строительно-монтажной организации:

главного инженера строительства _____

начальника участка _____

маркшейдера _____
(фамилия, имя, отчество)

представителя технического надзора заказчика:

_____
(фамилия, имя, отчество, должность)

_____

произвела осмотр работ, выполненных _____
(наименование строительно-монтажной

_____
организации)

и составила настоящий акт о нижеследующем:

1. К освидетельствованию и приемке работ предъявлены работы по первичному, контрольному нагнетанию _____
(ненужное зачеркнуть)

за сборную обделку от кольца № _____ до кольца № _____,

всего _____ колец _____

За монолитную бетонную обделку от пикета _____ до пикета _____

на длине _____ м. Всего _____ м³.

Нагнетание производилось насосом типа _____

и закончилось при давлении _____ ати по манометру.

Работу производила бригада тов. _____
(фамилия, имя, отчество бригадира)

под надзором прораба тов. _____
(фамилия, имя, отчество прораба)

2. Работы выполнены по проекту _____
(наименование проектной организации,

_____
№ чертежей и даты их составления)

_____

3. При выполнении работ применены: _____
(наименование материалов

_____
с указанием марки, категории качества и т. п.)

4. Дата начала работ _____

5. Дата окончания работ _____

Решение комиссии:

Работы выполнены в соответствии с проектом, стандартами, строительными нормами и правилами и отвечают требованиям их приемки.

Предъявленные к приемке работы, указанные в п. 1 настоящего акта, приняты с оценкой качества _____

На основании изложенного разрешается производство последующих работ по устройству (монтажу) _____

_____
(наименование работ и конструкций)

Примечание. Нагнетание за обделку принимается без лотковой части. Нагнетание в лотковую часть учитывается и принимается при подготовке лотка для укладки жесткого основания.

Представители строительно-монтажной организации _____
(подписи)

Представитель технического надзора заказчика _____
(подпись)

Приложение 69

АКТ

освидетельствования скрытых работ по установке арматуры,

выполненных в _____
(наименование сооружения)

города _____ «____» _____ 198 г.

Комиссия в составе:

представителей строительно-монтажной организации:

главного инженера строительства _____

начальника участка _____

маркшейдера _____
(фамилия, имя, отчество)

представителя технического надзора заказчика: _____

_____
(фамилия, имя, отчество, должность)

произвела осмотр работ, выполненных _____
(наименование строительно-монтажной

_____
организации)

и составила настоящий акт о нижеследующем:

1. К освидетельствованию и приемке работ предъявлены работы по установке арматуры _____
(где)

в количестве _____ кг.

Установку производила бригада тов. _____

_____
(фамилия, имя, отчество бригадира)

2. Работы выполнены по проекту _____
(наименование проектной организации,

_____
№ чертежей и даты их составления)

3. При выполнении работ применены: _____

_____
(наименование материалов, с указанием

_____
марки, типа, категории качества и т. п.)

4. Дата начала работ _____

5. Дата окончания работ _____

Решение комиссии:

Работы выполнены в соответствии с проектом, стандартами, строительными нормами и правилами и отвечают требованиям их приемки.

Предъявленные к приемке работы, указанные в п. 1 настоящего акта, приняты с оценкой качества _____

На основании изложенного разрешается производство последующих работ по устройству (монтажу) _____
(наименование работ и конструкций)

_____

Представители строительно-монтажной организации _____
(подписи)

Представитель технического надзора заказчика _____
(подпись)

Приложение 70

АКТ

освидетельствования скрытых работ по устройству оклеечной гидроизоляции,

выполненных в _____
(наименование сооружения)

города _____ «____» _____ 198 г.

Комиссия в составе:

представителей строительно-монтажной организации:

главного инженера строительства _____

начальника участка _____

маркшейдера _____
(фамилия, имя, отчество)

представителя технического надзора заказчика: _____

_____
(фамилия, имя, отчество, должность)

произвела осмотр работ, выполненных _____
(наименование строительно-монтажной

_____
организации)

и составила настоящий акт о нижеследующем:

1. К освидетельствованию и приемке работ предъявлены работы по оклеечной гидроизоляции _____
(где)

Место наклейки	Номера пикетов	Длина участка	Высота, м	Ширина, м	Площадь, м²	Примечание
Свод						
Стена правая						
Стена левая						
Лоток						
Торец						
Всего						

Количество слоев _____

Наклейку производила бригада тов. _____

_____
(фамилия, имя, отчество бригадира)

под наблюдением прораба тов. _____

_____

(фамилия, имя, отчество прораба)

2. Работы выполнены по проекту _____

(наименование проектной организации,

_____

№ чертежей и даты их составления)

3. При выполнении работ применены:

Название рулонного материала _____ из партии, имеющей лабораторное испытание №_____ от _____

Битум марки_____из партии, имеющей лабораторное испытание №_____

от _____ 197 г.

Температура клебемассы по журналу замеров на рабочем месте:

самая высокая _____

самая низкая _____

4. Дата начала работ _____

5. Дата окончания работ _____

Решение комиссии:

Работы выполнены в соответствии с проектом, стандартами, строительными нормами и правилами и отвечают требованиям их приемки.

Предъявленные к приемке работы, указанные в п. 1 настоящего акта, приняты с оценкой качества _____

На основании изложенного разрешается производство последующих работ по устройству (монтажу) _____

(наименование работ и конструкций)

Представители строительно-монтажной организации _____

(подписи)

Представитель технического надзора заказчика _____

(подпись)

Приложение 71

АКТ

освидетельствования скрытых работ по сварной металлической гидроизоляции,

выполненных в _____
(наименование сооружения)

города _____ «____» _____ 198 г.

Комиссия в составе:

представителей строительно-монтажной организации:

главного инженера строительства _____

начальника участка _____

_____
(фамилия, имя, отчество бригадира)

представителя технического надзора заказчика: _____

_____
(фамилия, имя, отчество, должность)

произвела осмотр работ, выполненных _____
(наименование строительно-монтажной

_____
организации)

и составила настоящий акт о нижеследующем:

1. К освидетельствованию и приемке предъявлены работы по устройству сварной металлической гидроизоляции _____
(где)

_____

Электросварку швов и устранение дефектов сварки, обнаруженных после опрессовки, производил сварщик тов. _____

_____
(фамилия, имя, отчество)

имеющий свидетельство, выданное _____
(каким учреждением)

№ _____ от _____ 197 г.

Нагнетание раствора за металлическую обделку производила бригада тов. _____
(фамилия, имя, отчество бригадира)

Испытание гидроизоляции, опрессованной под давлением в ати_____ _____производила бригада тов._____

_____
(фамилия, имя, отчество бригадира)

под наблюдением прораба тов. _____

_____

(фамилия, имя, отчество прораба)

2. Работы выполнены по проекту _____

_____

(наименование проектной организации,

_____

№ чертежей и даты их составления)

3. При выполнении работ применены:

_____

(наименование материалов с указанием

_____

марки, типа, категории качества и т. п.)

4. Дата начала работ _____

5. Дата окончания работ _____

Решение комиссии:

Работы выполнены в соответствии с проектом, стандартами, строительными нормами и правилами и отвечают требованиям их приемки.

Предъявленные к приемке работы, указанные в п. 1 настоящего акта, приняты с оценкой качества _____

На основании изложенного разрешается производство последующих работ по устройству (монтажу) _____

_____

(наименование работ и конструкции)

Представители строительно-монтажной организации _____

(подписи)

Представитель технического надзора заказчика _____

(подпись)

Приложение 72

АКТ

освидетельствования скрытых работ по забутовке выработок,

выполненных в _____

(наименование сооружения)

города _____ «_____» _____ 198 г.

Комиссия в составе:

представителей строительно-монтажной организации:

главного инженера строительства _____

начальника участка _____

маркшейдера _____
(фамилия, имя, отчество)

представителя технического надзора заказчика: _____

_____
(фамилия, имя, отчество, должность)

произвела осмотр работ, выполненных _____
(наименование строительно-монтажной

_____
организации, участок)

и составила настоящий акт о нижеследующем:

1. К освидетельствованию и приемке предъявлены работы по забутовке выработок _____
(где)

Способ укладки забутовки _____

Крепление выработки _____

Объемы кладки _____

Агрегат для нагнетания _____

при давлении по манометру _____

2. Работы выполнены по проекту _____

_____
(наименование проектной организации,

_____
№ чертежей и даты их составления)

3. При выполнении работ применены: _____

_____

Материалы для забутовки _____

Материалы и состав раствора для нагнетания _____

Состав раствора для уплотнения мест сопряжения с грунтом _____

_____

4. Дата начала работ _____

5. Дата окончания работ _____

Решение комиссии:

Работы выполнены и составлены в соответствии с проектом, стандартами, строительными нормами и правилами и отвечают требованиям их приемки.

Предъявленные к приемке работы, указанные в п. 1 настоящего акта, приняты с оценкой качества _____

На основании изложенного разрешается производство последующих работ по устройству (монтажу) _____
(наименование работ и конструкций)

_____

Представители строительно-монтажной организации _____
(подписи)

Представитель технического надзора заказчика _____
(подпись)

Приложение 73

ПЕРЕЧЕНЬ
действующих нормативных документов по вопросам сооружения перегонных тоннелей

1. СНиП III-44—77. Строительные нормы и правила. Правила производства и приемки работ. Тоннели железнодорожные, автодорожные и гидротехнические. Метрополитены.
2. СНиП II-40. Строительные нормы и правила. Метрополитены. Нормы проектирования.
3. СНиП III-1—75. Организация строительного производства.
4. СНиП III-2—75. Геодезические работы в строительстве.
5. СНиП III-15—76. Бетонные и железобетонные конструкции монолитные.
6. СНиП III-16—73. Бетонные и железобетонные конструкции сборные.
7. СНиП III-20—74. Кровли, гидроизоляция, пароизоляция и теплоизоляция.
8. СНиП III-8—76. Земляные сооружения.
9. СНиП III-А-11—70. Техника безопасности в строительстве
10. СН-47—74. Инструкция по разработке проектов организации строительства и проектов производства работ.
11. СНиП III-9—78. Основания и фундаменты. Правила производства и приемки работ.
12. Единые правила безопасности при взрывных работах. М., Госгортехнадзор, 1965.
13. Правила техники безопасности и производственной санитарии при строительстве метрополитенов и тоннелей. М., Оргтрансстрой, 1975
14. Инструкция по геодезическим и маркшейдерским работам при строительстве транспортных тоннелей (ВСН-160-69).
15. Технические указания по возведению монолитно-прессованных обделок тоннелей при щитовой проходке (ВСН-146-68).
16. Технические указания по гидроизоляции стыков сборной обделки тоннелей метрополитенов быстросхватывающимся составом (БУС) (ВСН-149-68).
17. Технические указания по применению унифицированной блочной железобетонной обделки перегонных тоннелей метрополитенов (ВСН-124-65).
18. Инструкция по производству работ по нагнетанию растворов за обделку тоннелей (ВСН-132-66).

19. Технические условия производства работ по гидроизоляции тоннелей, ч. II «Технические условия производства работ по гидроизоляции тюбинговой обделки тоннелей» (ТУ-Т9-56).

20. Технические указания по гидроизоляции стыков, отверстий для нагнетания и болтовых отверстий в сборной железобетонной обделке тоннелей метрополитенов, сооружаемых закрытым способом (ВСН-130-66).

21. Технические указания по применению аэрированных растворов для гидроизоляции тоннельных обделок (ВСН-147-68).

22. Технические указания по безосадочной проходке тоннелей метрополитенов мелкого заложения закрытым способом в неустойчивых песчаных грунтах естественной влажности (ВСН-125-65).

23. Инструкция по проектированию и производству работ по искусственному замораживанию грунтов при строительстве метрополитенов и тоннелей (ВСН-189-78).

24. Инструкция по проектированию и производству работ по водопонижению при строительстве тоннелей и метрополитенов (ВСН-127-77).

25. Инструкция по проектированию и устройству гидроизоляции тоннелей метрополитенов, сооружаемых открытым способом (ВСН-104-78).

26. Инструкция по сооружению перегонных тоннелей с обделкой, обжатой в породу (Минтрансстрой 1978 г.).

27. Типовые технологические карты по сооружению перегонных тоннелей метрополитенов. М, Оргтрансстрой, 1967:

а) Проходка перегонного тоннеля метрополитена механизированным щитом Ленинградского типа (1969).

б) Сооружение перегонного тоннеля метрополитена диаметром 5,5 м блокоукладчиком с устройством обделки из чугунных тюбингов с плоским лотком (1971).

в) Сооружение перегонного тоннеля метрополитена диаметром 5,5 м механизированным щитом с возведением железобетонной обделки, обжатой в породу (1972).

г) Сооружение перегонного тоннеля метрополитена в песках щитом, оборудованным жесткими рассекающими перегородками (1973).

д) Сооружение двухпутного перегонного тоннеля метрополитена открытым способом работ с цельно-секционной обделкой (1975).

е) Сооружение перегонных тоннелей метрополитенов мелкого заложения под железнодорожными путями методом продавливания без перерыва движения поездов (1977).

ж) Сооружение двухпутного тоннеля метрополитена открытым способом со сборной железобетонной обделкой (1977).

з) Извлечение металлических свай и шпунта ограждения котлована (1977).

28. Сборник карт технологии пооперационного контроля (КТПК) качества строительно-монтажных работ. Метростроение и тоннелестроение. М., Оргтрансстрой, 1974.

29. Руководство по проектированию, изготовлению и сооружению перегонных тоннелей метрополитенов из цельносекционных обделок. М., изд. ЦНИИС, 1978.

30. Руководство по расчетам исходных данных и определению положения проходческих щитов на трассе устройством ЦНИИС. М., изд. ЦНИИС, 1978.

31. Руководство по возведению сборной обделки перегонных тоннелей с применением пневматического торового устройства одиночного действия. М., изд. ЦНИИС, 1977.

32. Руководство по применению гидроклина для разрушения горных пород.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие 3
1. Общие положения 6
2. Подготовительные работы при строительстве перегонных тоннелей закрытым способом 10
3. Проходка перегонных тоннелей закрытым способом 13
Проходка тоннелей обычными (немеханизированными) щитами 18
Проходка тоннелей механизированными щитами . . 22
Проходка тоннелей без щита способом сплошного забоя 26
Проходка тоннелей с применением специальных способов 27
4. Сооружение обделок тоннелей при проходке закрытым способом 40
Сборные обделки 40
Сооружение монолитно-прессованной бетонной обделки 46
Первичное нагнетание за обделку 50
Гидроизоляция обделки 54
Контрольное нагнетание 54
Гидроизоляция стыков и отверстий 55
5. Вспомогательные работы и устройства при сооружении тоннелей закрытым способом (транспорт, водоотлив, освещение и вентиляция на период строительных работ) 61
Транспорт в тоннеле 61
Водоотлив в тоннеле 65
Освещение выработок 66
Вентиляция выработок 66
6 Сооружение перегонных тоннелей открытым способом 69
Разработка грунта 69
Сооружение обделок с гидроизоляцией 82
Обратная засыпка конструкций 86
7. Охранные мероприятия 88
8. Приемка работ и контроль качества 92
Приложения:
1. Распределение грунтов и пород по группам в зависимости от трудности их разработки 99
2. Применяемые современные проходческие механизированные комплексы для сооружения перегонных тоннелей метрополитенов 109

3. Образец паспорта буровзрывных работ 112
4. Технические характеристики применяемых инструментов 114
5. Технич. характеристика ручных электросверл . 114
6. Техническая характеристика пневматических отбойных молотков 115
7. Образец паспорта временного крепления . . . 116
8. Технологическая схема сооружения тоннеля обычным немеханизированным щитом 118
9. Техническая характеристика проходческих механизированных щитов для проходки перегонного тоннеля 119
10. Примерные схемы крепления лба забоя на обычном щите 120
11. Технич. характеристика погрузочных машин . . 121
12. Щитовой журнал 122
13. Технологическая схема сооружения тоннеля обычным щитом с рассекающими площадками . 123
14. Технологическая схема сооружения тоннеля механизированным щитовым комплексом КТ1-5,6 . 124
15. Техническая характеристика механизированного щитового комплекса КТ1-5,6 при роторном исполнительном органе 125
16. Технологическая схема сооружения тоннеля механизированным щитовым комплексом КМ-24М со щитом ЩМР-1 125
17. Техническая характеристика проходческого комплекса КМ-24-0 со щитом ЩМР-1 126
18. Образец циклограммы проходки перегонного тоннеля диаметром 5,5 м механизированным щитом ЩМР-1 в грунтах III—IV групп с обделкой из сборного железобетона 127
19. Технологическая схема сооружения тоннеля механизированным щитовым комплексом КМ-19 со щитом ЩМ-17М 128
20. Техническая характеристика проходческого комплекса КМ-19 со щитом ЩМ-17 128
21. Технологическая схема сооружения тоннеля механизированным щитовым комплексом ТЩБ-7 со щитом ЩБ-17 129
22. Техническая характеристика проходческого комплекса ТЩБ-7 130
23. Технологическая схема сооружения тоннеля без щита способом сплошного забоя механизированным комплексом КМ-14Гп 131
24. Образец циклограммы сооружения перегонного тоннеля Д-5,5 м бесщитовым способом в грунтах V группы со сборной жел.-бет. обделкой . 131
25. Технологическая схема сооружения тоннеля методом продавливания 132

26. Схема типовой железобетонной унифицированной обделки тоннелей, сооружаемых закрытым способом 133
27. Схема типовой чугунной облегченной обделки перегонных тоннелей 134
28. Техническая характеристика сборных железобетонных обделок перегонных тоннелей . . . 135
29. Техническая характеристика чугунных обделок перегонных тоннелей метрополитенов 136
30. Техническая характеристика сболчивателей пневматических ПСГ-1 136
31. Схема укладчика тоннельной обделки рычажного типа 137
32. Схема укладчика тоннельной обделки дугового типа 138
33. Технич. характеристика тоннельных укладчиков 139
34. Ведомость укладки колец тоннельной обделки . 140
35. Примерные составы растворов для первичного и контрольного нагнетания за обделку 141
36. Техн. характеристика растворонагнетателя РН-1 142
37. Схема технологической тележки для нагнетания растворов в тоннеле 143
38. Схема узла пневматического торового устройства одиночного действия 144
39. Техническая характеристика растворонасосов для контрольного нагнетания за обделку . . . 145
40. Схема технологической тележки для чеканочных работ 146
41. Техническая характеристика цементоукладчика 147
42. Технич. характеристика чеканочных молотков . 147
43. Техническая характеристика вагонеток и тележки для перевозки элементов обделки 148
44. Технич. характеристика шахтных электровозов 148
45. Схемы стрелочных переводов для шахтных путей 149
46. Техническая характеристика стрелочных переводов и съездов по ГОСТ 7477-55 150
47. Схема подземного транспорта автомобилями . 151
48. Схема размещения временных коммуникаций в сечении перегонного тоннеля 152
49. Техническая характеристика землеройных машин, применяемых для разработки грунта в котлованах 153
50. Номограмма для определения шага расстрелов для крепления коглованов 154
51. Номограмма для определения шага свай крепления стен котлованов . . . 155
52. Номограмма для определения толщины досок затяжки стен котлованов 155
53. Схема копровой установки для извлечения свай 156

54. Схема комплекса для сооружения двухпутного перегонного тоннеля открытым способом в котловане без крепления на глубину до 10 м . . 156
55. Схема комплекса для сооружения двухпутного перегонного тоннеля открытым способом в котловане без крепления на глубину более 10 м . . 156
56. Схема комплекса для сооружения двухпутного перегонного тоннеля открытым способом в котловане с частичным креплением 157
57. Схема комплекса для сооружения двухпутного перегонного тоннеля открытым способом с креплением на всю глубину 157
58. Технологическая схема сооружения перегонных тоннелей открытым способом с применением проходческого щита типа 7142 157
59. Техническая характеристика проходческого комплекса для сооружения перегонных тоннелей метрополитенов открытым способом (№ 7142) 158
60. Схемы сборных тоннельных обделок открытого способа работ 159
61. Техническая характеристика кранов 160
62. Журнал первичного нагнетания цементно-песчаного раствора за обделку 161
63. Журнал производства горных работ 162
64. Журнал контрольного нагнетания цемента за обделку 163
65. Журнал производства чеканочных работ . . . 164
66. Журнал производства работ по устройству оклеечной гидроизоляции 165
67. Журнал производства бетонных и железобетонных работ 166
68. Акт освидетельствования скрытых работ по нагнетанию раствора за обделку 167
69. Акт освидетельствования скрытых работ по установке арматуры 168
70. Акт освидетельствования скрытых работ по устройству оклеечной гидроизоляции 170
71. Акт освидетельствования скрытых работ по сварной металлической гидроизоляции 172
72. Акт освидетельствования скрытых работ по забутовке выработок 173
73. Перечень действующих нормативных документов по вопросам сооружения перегонных тоннелей 175

Техн. редактор *В. С. Синицына*

Л 93763. Подп. к печати 22 января 1982 г. Объем 11,25 печ. л.+3 вкл. 11,21 уч.-изд. л. 10,74 авт. л. Зак. 1617. Тир. 3100. Цена 1 руб. 68 коп.
Бумага писчая 60×84¹/₁₆

Типография ВПТИтрансстроя Министерства транспортного строительства, г. Вельск Арханг. обл.