МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА СССР

ТЕХНИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

ПО СООРУЖЕНИЮ БЕСШОВНОЙ БЕТОННОЙ ОБДЕЛКИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ТОННЕЛЕЙ

ВСН 48-65

МИНТРАНССТРОЙ СССР

МОСКВА 1966

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА СССР

ТЕХНИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

ПО СООРУЖЕНИЮ БЕСШОВНОЙ БЕТОННОЙ ОБДЕЛКИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ТОННЕЛЕЙ

ВСН 48-65

Минтрансстрой СССР

Утверждены Техническим управлением Министерства транспортного строительства СССР 23 октября 1965 г.

ОРГТРАНССТРОЙ
Москва 1966

УДК 624.191.814(083.75)

Редактор ***М. И. Фридман***

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящие «Технические указания» предназначаются для руководства при производстве работ по сооружению бесшовных бетонных обделок железнодорожных тоннелей.

«Технические указания» разработаны лабораторией сооружения тоннелей и метрополитенов Всесоюзного научно-исследовательского института транспортного строительства—ЦНИИС (руководитель д-р техн. наук проф. В. Л. Маковский) в развитие существующих «Технических указаний по возведению бесшовных бетонных обделок тоннелей на железнодорожной линии Абакан—Тайшет» (для опытных работ) ВСН 48-60, проверенных в производственных условиях, а также в результате дополнительных исследований и проектных разработок, выполненных после их издания ЦНИИСом, Ленметропроектом и СКТБ завода № 5 Главтоннельметростроя.

Исполнители—канд. техн. наук Я. И. Маренный (руководитель работы), инженеры К. Д. Троицкий и А. А. Гринев.

В «Технических указаниях» изложены рекомендации, направленные на дальнейшее увеличение скоростей возведения обделок и повышение их качества.

Запросы и предложения по настоящим «Техническим указаниям» просьба направлять по адресу: Москва, И-329, Игарский пр., 2, Всесоюзный научно-исследовательский институт транспортного строительства.

Директор института
д-р техн. наук *Н. А. ГУБАНКОВ*

Руководитель отделения
тоннелей и метрополитенов
канд. техн. наук *В. В. ЯКОБС*

СССР Министерство транспортного строительства	Ведомственные строительные нормы	ВСН 48-65
	Технические указания по сооружению бесшовной бетонной обделки железнодорожных тоннелей	Взамен ВСН 48-60

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Настоящие «Технические указания» распространяются на работы по возведению бесшовных бетонных обделок однопутных железнодорожных тоннелей, сооружаемых:

а) горным способом в ненарушенных породах с раскрытием на полный профиль без временного крепления стен и свода;

б) с применением временного крепления контурного типа, допускающего сооружение обделки с использованием передвижной металлической опалубки и машин для транспортирования и укладки бетонной смеси.

1.2. Сооружение бесшовной бетонной обделки при щитовой проходке должно выполняться по специальным техническим указаниям.

1.3. Настоящие «Технические указания» составлены в соответствии со строительными нормами и правилами, ч. II, разд. Д, гл. 8 «Тоннели железнодорожные и автодорожные. Нормы проектирования» (СНиП II-Д.8-62).

При сооружении тоннелей методом опертого свода допускается бетонирование свода в подвижной опалубке с использованием настоящих «Технических указаний».

1.4. «Технические указания» обязательны для организаций Министерства транспортного строительства СССР, выполняющих и принимающих работы по сооружению бесшовной бетонной обделки железнодорожных тоннелей.

Внесены Всесоюзным научно-исследовательским институтом транспортного строительства (ЦНИИС)	Утверждены Техническим управлением Министерства транспортного строительства СССР 23 октября 1965 г.	Срок введения — 15 июня 1966 г.

1.5. Технология сооружения бесшовной обделки должна соответствовать проекту производства бетонных работ и настоящим «Техническим указаниям».

Отступления от проекта производства бетонных работ по сооружению бесшовной бетонной обделки могут быть допущены только по согласованию с проектной организацией.

1.6. На участках тоннеля, где производится бетонирование обделки, не допускается обводнение бетона, уложенного в опалубку, а также фильтрация воды через свежеуложенный бетон.

1.7. Бетонные работы должны выполняться при температуре воздуха в тоннеле не ниже +10°С и температуре бетонной смеси не ниже +5°С.

1.8. Строительная организация в процессе возведения обделки обязана составлять следующие документы:

а) журнал возведения бетонной бесшовной обделки (приложение 1);

б) исполнительные чертежи с обязательным нанесением на них всех изменений, допущенных при сооружении обделки;

в) документы, подтверждающие согласование допущенных изменений;

г) акты результатов лабораторных испытаний контрольных образцов бетона (приложение 2);

д) акты результатов анализов подземных вод;

е) акты приемки скрытых работ.

II. БЕТОН

2.1. Марки бетона по прочности на сжатие и по морозостойкости должны соответствовать требованиям СНиП II-Д.8-62.

2.2. Заполнители, применяемые для бетона тоннельной обделки, должны соответствовать требованиям СНиП I-В.1-62, а вяжущие и добавки—СНиП I-В.2-62.

Бетонная смесь и бетон должны соответствовать требованиям СНиП I-В.3-62 с соблюдением следующих дополнительных условий:

а) содержание цемента и песка в бетонной смеси по весу должно составлять не менее 42%;

б) модуль крупности песка должен находиться в пределах 2,5—3,3;

в) соотношение фракций гравия (щебня) в смеси должно быть: зерен от 5 до 20 *мм*—68—70%, от 20 до 40 *мм*—32—30%;

г) начальное водо-цементное отношение бетонной смеси должно назначаться с учетом потерь подвижности ее перед укладкой в зависимости от продолжительности доставки с таким расчетом, чтобы подвижность бетонной смеси, укладываемой за опалубку, была не менее 7—9 *см*;

д) состав бетона, подобранный в соответствии с указанными требованиями, необходимо корректировать на основании результатов испытания контрольных образцов по ГОСТу 4800—59 и ГОСТу 10180—62.

III. ОРГАНИЗАЦИЯ БЕТОННОГО ХОЗЯЙСТВА, ПРИГОТОВЛЕНИЕ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ БЕТОННОЙ СМЕСИ В ТОННЕЛЬ

3.1. Бетоноукладочные машины следует загружать бетонной смесью, приготовленной у места укладки. В случае доставки смеси с бетонного завода, для восстановления ее однородности и подвижности, она должна быть подвергнута при необходимости повторному перемешиванию до подачи в заопалубочное пространство.

3.2. При загрузке сухой смесью бетоносмесительных устройств, расположенных внутри тоннеля, бетонный завод на поверхности должен иметь бункер, разделенный на два отсека—один для хранения цемента, другой для инертных, предварительно перемешанных бетономешалкой в сухом виде. Транспортирование сухой смеси в тоннель должно осуществляться в емкостях, разделенных на две неравные части—для цемента и заполнителей.

3.3. Бетонный завод должен иметь оборудование по сортировке и промывке заполнителей. Материалы для приготовления бетонной смеси необходимо дозировать по весу с точностью: заполнителей—до 3%, цемента и воды—до 1%.

3.4. Время перемешивания бетонной смеси (с момента загрузки в бетономешалку всех материалов до момента выгрузки), применяемой для укладки бетоноукладочными машинами, должно быть увеличено на 15—20% по отношению к времени, установленному для перемешивания бетона, укладываемого обычным способом.

3.5. До начала бетонирования очередного участка тоннельной обделки необходимо сделать пробный замес для проверки дозирования и величины осадки конуса.

3.6. Готовая бетонная смесь с бетонного завода должна транспортироваться в бетоновозках или в передвижных пневмонагнетателях (если они приняты в качестве бетоноукладочных машин) без перегрузки до места бетонирования.

Количество подаваемой бетонной смеси должно строго согласовываться с работой бетоноукладочного узла.

3.7. Предельная продолжительность нахождения в пути бетонной смеси, считая с момента ее выгрузки из бетономешалки до момента загрузки в бетоноукладочную машину, должна быть:

при температуре до +10°С—не более 60 *мин*;

при температуре до +20°С—не более 50 *мин*;

при температуре свыше +20°С—не более 40 *мин*.

3.8. Бетонная смесь в процессе транспортирования должна быть защищена от чрезмерного высыхания, увлажнения, перегрева, охлаждения и резких толчков. Внутреннюю поверхность бетоновозок перед загрузкой их бетонной смесью следует увлажнять.

IV. КОМПЛЕКС ОБОРУДОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ ПО СООРУЖЕНИЮ БЕСШОВНОЙ БЕТОННОЙ ОБДЕЛКИ

4.1. Комплекс оборудования для сооружения бесшовной бетонной обделки должен включать:

а) металлическую передвижную опалубку;

б) механизм для отрыва опалубки от бетона, ее перемещения и установки в рабочее положение;

в) бетоноукладочную установку;

г) бетоновод и устройства для его очистки;

д) вибраторы для уплотнения бетонной смеси;

е) транспортные средства для доставки бетонной смеси или ее составляющих в сухом виде.

4.2. Опалубка должна придать укладываемой бетонной смеси форму обделки и обеспечить необходимые условия для приобретения бетоном заданной прочности. Кроме того, конструкция опалубки должна предусматривать возможность сооружения ниш (людских и, если это необходимо, для подвески проводов контактной сети). Опалубка может состоять из секций, а каждая секция—из отдельных элементов с шарнирными соединениями (рис. 1, *а*) или с болтовым креплением (рис. 1, *б*).

Секции опалубки могут иметь на поверхностях, соприкасающихся с бетоном, упругие покрытия, уменьшающие усилие отрыва секций от бетона и затраты на очистку и смазку секций (приложение 3).

4.3. Механизм для отрыва опалубки от бетона, ее перемещения и установки должен:

а) в нерабочем положении обеспечить беспрепятственный пропуск внутритоннельного транспорта;

б) не создавать длительных задержек движения внутритоннельного транспорта в период перестановки секций опалубки;

в) обеспечить выполнение всех работ по перестановке без повреждения опалубки и бетона.

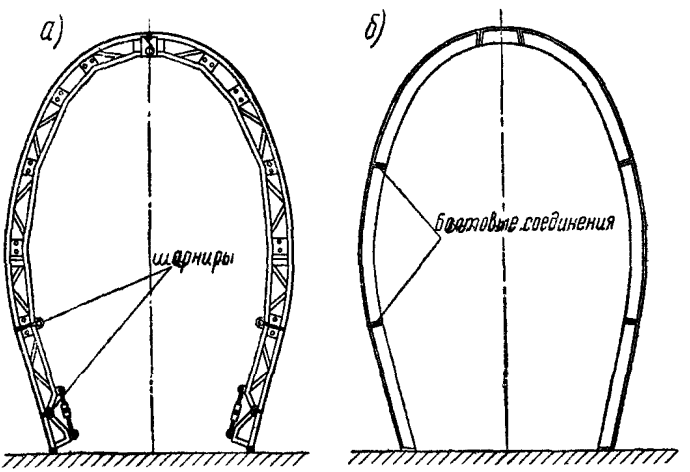


Рис. 1. Типы опалубочных секций:
а—шарнирно складывающаяся; *б*—сборно-разборная

Механизм для перестановки шарнирно складывающейся опалубки может состоять из передвижной тележки, снабженной специальными лебедками и домкратами (рис. 2).

Опалубка из сборных металлических элементов может иметь один или два перестановщика (рис. 3 и 4).

4.4. Бетоноукладочная установка, независимо от типа применяемой опалубки, может состоять из следующего оборудования:

а) специальной передвижной тележки (при подаче готовой бетонной смеси), на которой установлены бетоноукладочные машины, грузоподъемные приспособления, перемешивающие и вспомогательные устройства (воздухосборник, гаситель и др.), необходимые для обеспечения нормальной работы машин (рис. 5);

б) агрегата для комплексного приготовления, подачи и укладки бетонной смеси, передвигающегося своим ходом (приложение 4);

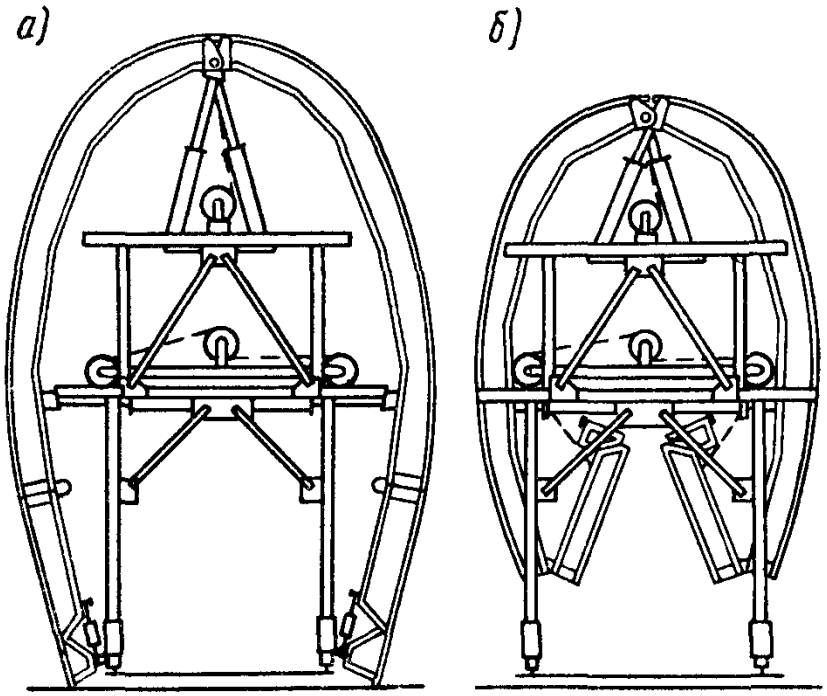


Рис. 2. Опалубочная тележка:
а—установленная опалубочная секция, *б*—перемещаемая опалубочная секция

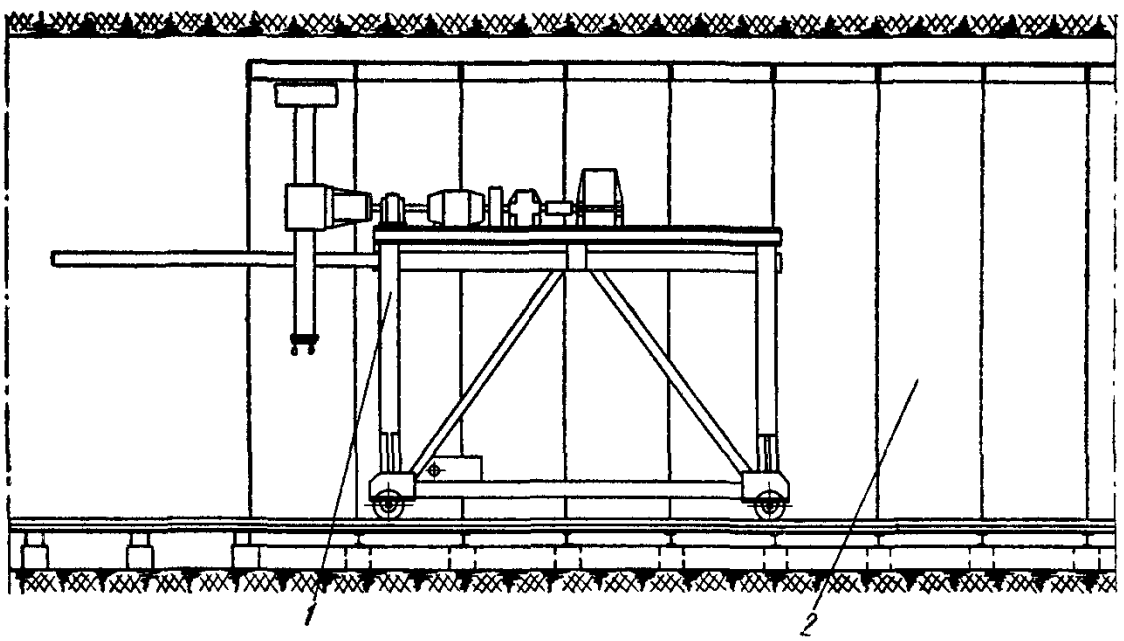


Рис. 3. Снятие и установка элементов сборно-разборной опалубки при помощи одного переставщика:
1—переставщик; *2* сборно разборная опалубка

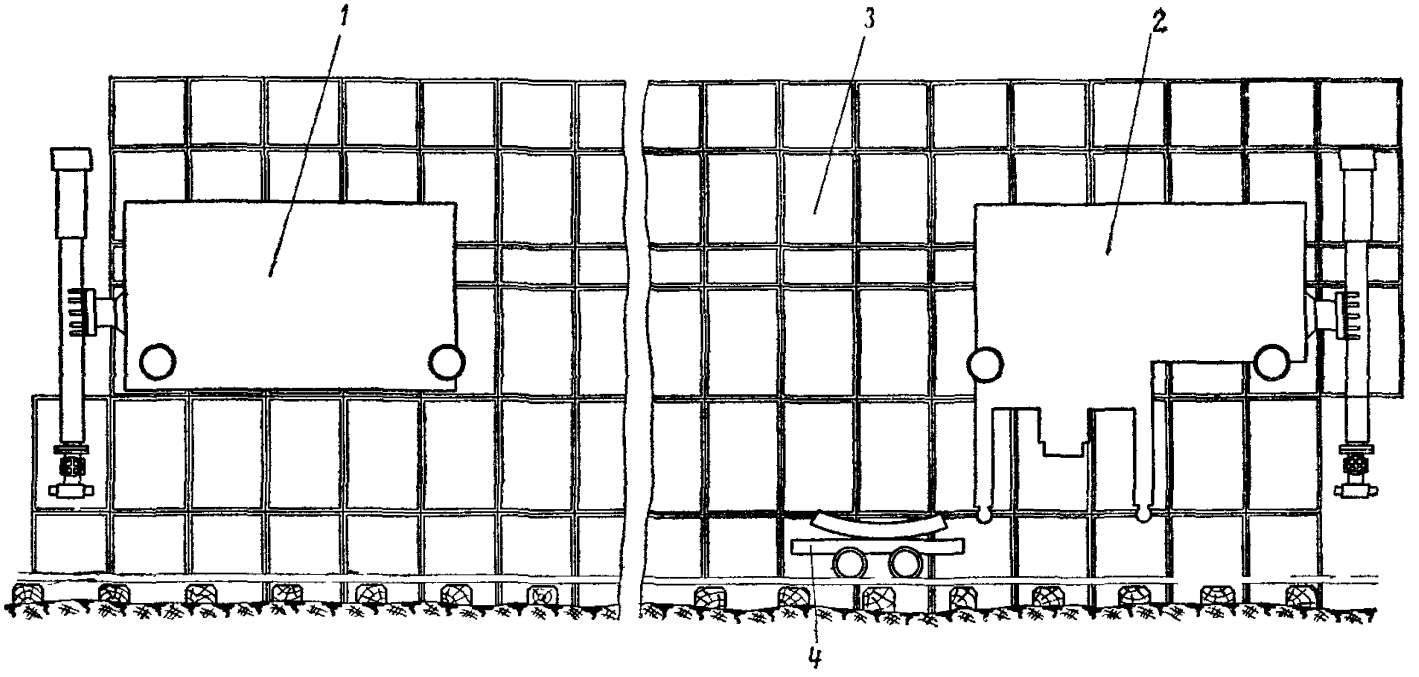


Рис. 4. Снятие и установка элементов сборно-разборной опалубки при помощи двух переставщиков:

1—головной переставщик; *2*—задний переставщик; *3*—сборно-разборная опалубка; *4*—тюбинговозка

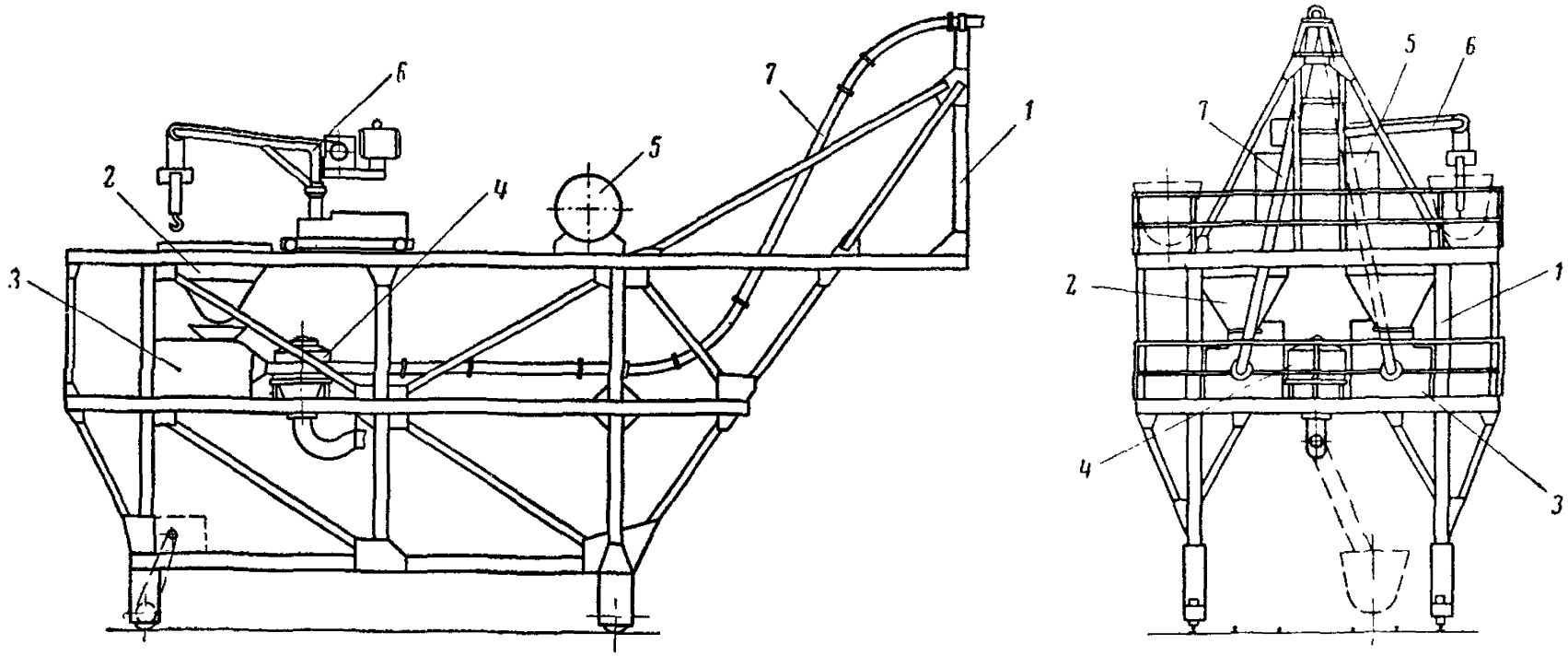


Рис. 5. Бетоноукладочная установка:

1—тележка; *2*—перемешивающие устройства; *3*—бетоноукладочные машины; *4*—гаситель; *5*—воздухосборник; *6*—грузоподъемное устройство; *7*—бетоновод

в) агрегата для комплексного приготовления, подачи и укладки бетонной смеси, установленного стационарно.

Для укладки бетонной смеси можно применять бетононасосы С-296 или С-252 (приложения 5 и 6) и пневмобетононагнетатели (приложение 7).

Количество машин на бетоноукладочной установке определяется проектом.

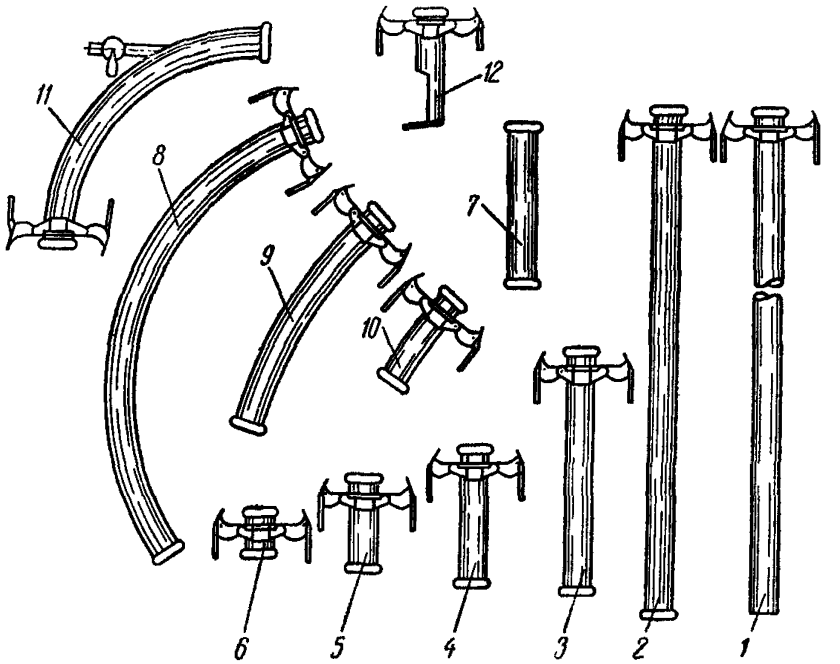


Рис. 6. Звенья бетоновода:

1—прямое звено без фланца (длина по проекту); *2*—прямое звено длиной 3 *м*, *3*—прямое звено длиной 1,5 *м*; *4*—прямое звено длиной 0,9 *м*; *5*—прямое звено длиной 0,6 *м*; *6*—прямое звено длиной 0,3 *м*; *7*—соединительный патрубок, *8*—колено под углом 90°; *9*—колено под углом 22°30'; *10*—колено под углом 11°15'; *11*—специальное колено с патрубком для подачи сжатого воздуха; *12*—концевое звено с отбойным листом

4.5. Комплект бетоновода для подачи бетонной смеси должен состоять из прямых и изогнутых под различными углами звеньев металлических труб (рис. 6) и быстроразъемной секции (рис. 7). Быстроразъемная секция может быть легко снята без раздвижки бетоновода.

Отдельные звенья бетоновода соединяются между собой с помощью быстродействующих замков.

В комплект вспомогательных устройств для очистки бетоновода должны входить: пыж, продувочный патрубок (рис. 8)

и гаситель с гибким шлангом (рис. 9). Бетонная смесь в гасителе ударяется об изогнутый отбойный лист и меняет направление движения. При этом скорость снижается и смесь падает вниз, а воздух выходит через окна в крышке.

Количество различных звеньев бетоновода и устройств для очистки назначается проектом.

4.6. Бетонную смесь между опалубкой и породой следует уплотнять либо методом заглубления бетоновода (см. пп. 4.38—4.41), либо вибраторами, технические характеристики которых приведены в приложении 8.

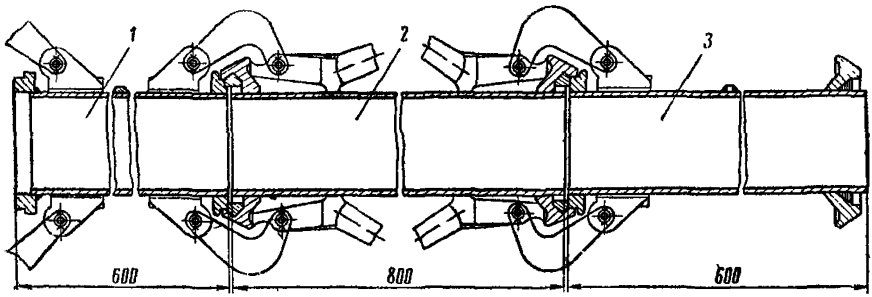


Рис. 7. Быстроразъемная секция:
1—левое звено; *2*- среднее звено; *3*—правое звено

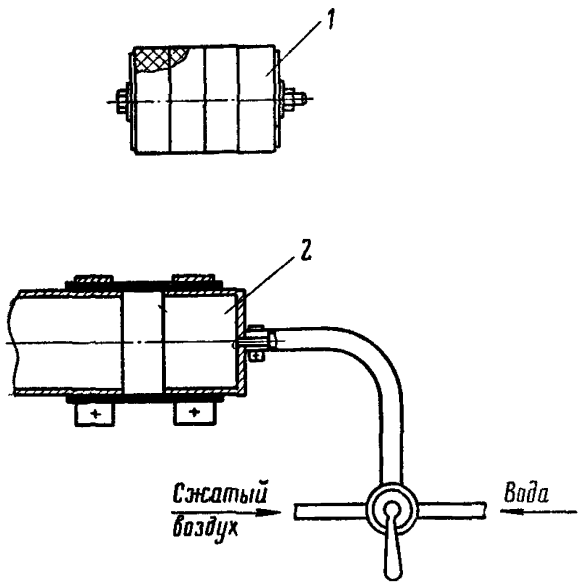


Рис. 8. Вспомогательные устройства:
1—пыж; *2*—продувочный патрубок

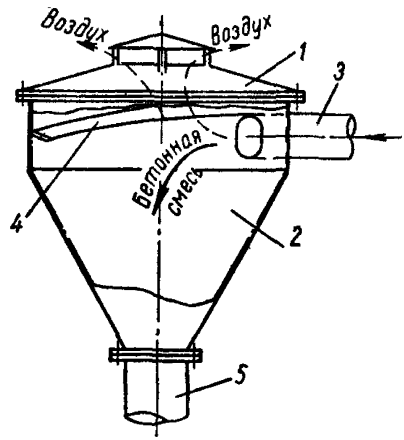


Рис. 9. Схема гасителя:
1—крышка; *2*—корпус; *3*—входной патрубок; *4*- отбойный лист; *5*—гибкий шланг

4.7. Сооружение бесшовной бетонной обделки железнодорожных тоннелей с использованием оборудования (см. пп. 4.1—4.6) может производиться по параллельной системе организации работ, когда проходка совмещена с бетонированием обделки, а также по последовательной системе организации работ, когда обделка сооружается после завершения проходки всего тоннеля или его отдельного участка, имеющего самостоятельную транспортную связь по обходной штольне.

4.8. Система организации работ должна определяться проектом на основании технико-экономических расчетов и конкретных условий сооружения тоннеля.

4.9. При параллельной системе сооружения тоннеля возведение обделки должно осуществляться по циклограмме, разработанной с учетом проходческих работ.

4.10. Очередной участок обделки при параллельной системе сооружения тоннеля необходимо бетонировать после окончания следующих работ:

а) проходки тоннеля на длину участка бетонирования;

б) маркшейдерской проверки соответствия сечения выработки проектному, разбивки осей и их закрепления;

в) подготовки основания для установки опалубки: уборки породы и строительного мусора, проверки по проектным отметкам и, при необходимости, обработки поверхности ранее уложенного бетона;

г) установки и закрепления новых опалубочных секций;

д) установки торцовой рамы и пикотажа зазоров между рамой и породой;

е) перекладки вентиляционных труб на участках, где снимались и устанавливались секции опалубки.

4.11. Очередной участок обделки при последовательной системе сооружения тоннеля необходимо бетонировать после окончания следующих работ:

а) подготовки основания для установки опалубки: уборки породы и строительного мусора, проверки по проектным отметкам и, при необходимости, обработки поверхности ранее уложенного бетона;

б) распалубливания обделки на длине предшествовавшего участка бетонирования в хвостовой части, установки и закрепления снятых секций опалубки в передней части;

в) установки торцовой рамы и пикотажа зазоров между рамой и породой;

г) перекладки вентиляционных труб на участках, где снимались и устанавливались секции опалубки.

4.12. Сооружение бесшовной обделки железнодорожных тоннелей с использованием оборудования, описанного в пп. 4.1—4.6, независимо от системы организации работ, может производиться по схемам, представленным на рис. 10, 11 и 12.

Порядок сооружения обделок по схемам рис. 10 и 11 состоит в следующем:

к бетоноукладочной установке доставляют емкости с бетонной смесью (готовой или в сухом виде);

грузоподъемным устройством, смонтированным на установке, поднимают и разгружают емкости в перемешивающие устройства, из которых смесь поступает в бетоноукладочные машины (бетононасосы, пневмобетононагнетатели);

бетоноукладочные машины по двум бетоноводам, расположенным на высоте не более 2 *м* от уровня подошвы заопалубочного пространства, подают бетонную смесь одновременно в обе стены обделки; бетонную смесь укладывают и уплотняют методом заглубления в бетонную массу устья бетоноводов, постепенно выдвигаемых в направлении бетонирования перемещением бетоноукладочной установки. После окончания бетонирования нижней части стен бетоноводы перестанавливают на высоту 2 *м* от поверхности уложенного слоя и заполняют очередную часть заопалубочного пространства в том же порядке. Таким образом, стены бетонируют на высоту 5—5,5 *м*;

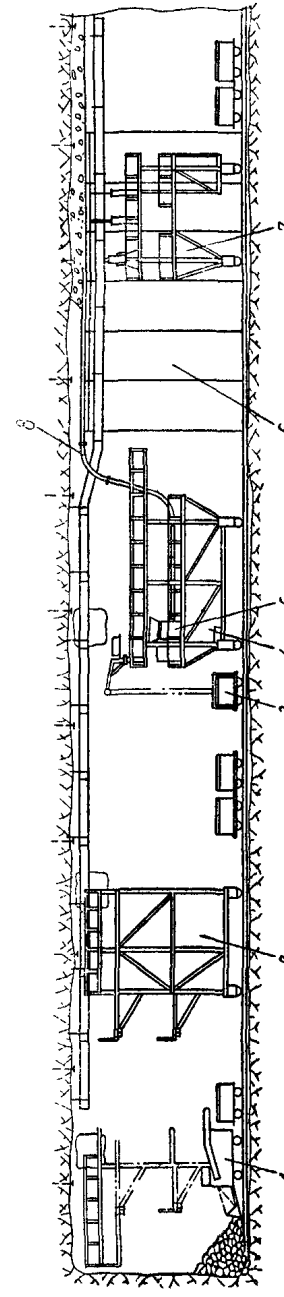


Рис. 10. Технологическая схема возведения обделки с использованием шарнирно складывающейся опалубки:
1—погрузочная машина; *2*—буровая рама; *3*—бетоновозка; *4*—бетоноукладочная установка; *5*—бетоноукладочная машина; *6*—шарнирно складывающаяся опалубка; *7*—опалубочная тележка; *8*—бетоновод

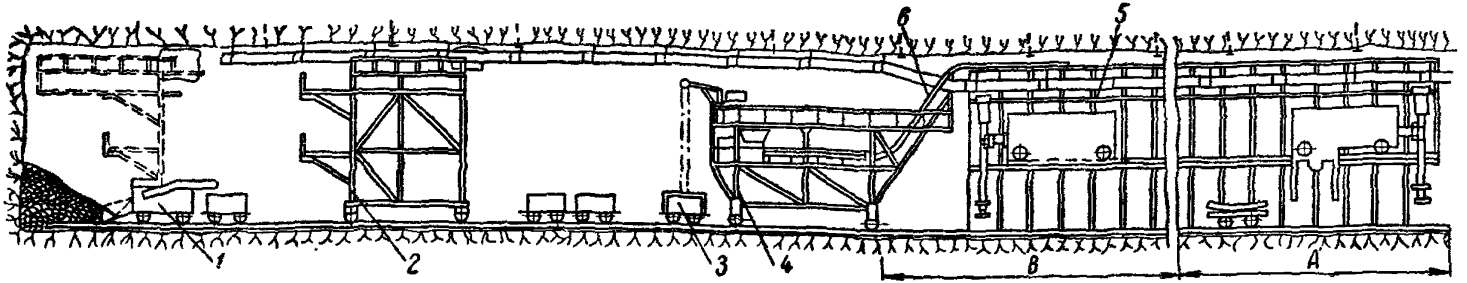


Рис. 11. Технологическая схема возведения обделки с использованием сборно-разборной опалубки, установленной за буровой рамой:

1—погрузочная машина; *2*—буровая рама; *3*—бетоновозка; *4*—бетоноукладочная установка; *5*—сборно-разборная опалубка; *6*—бетоновод

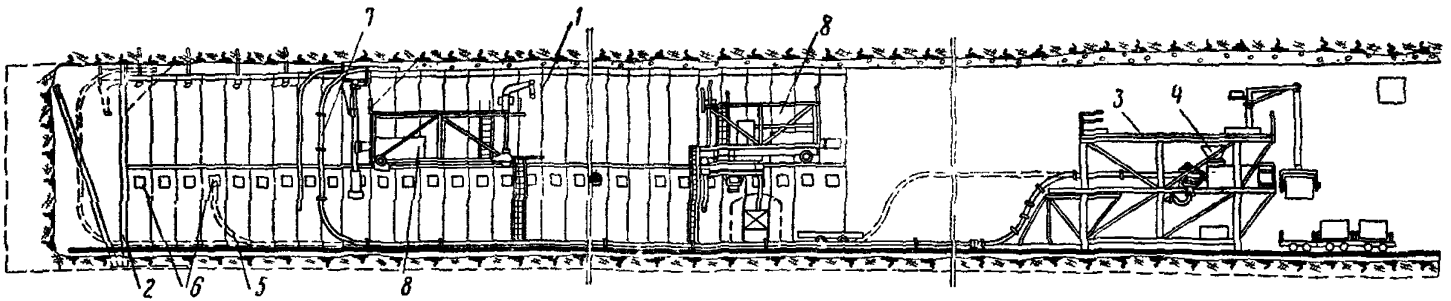


Рис. 12. Технологическая схема возведения обделки с применением сборно-разборной опалубки у забоя:

1—опалубка; *2*—торцовая рама; *3*—бетоноукладочная установка, *4*—бетоноукладочная машина; *5* и *7*—бетоноводы; *6*—люки в опалубке; *8*—перестановщики

после укладки бетонной смеси в стены на высоту 5—5,5 *м* *бетоноводы отсоединяют от бетоноукладочных машин и очищают*;

к одной из машин присоединяют бетоновод для укладки бетонной смеси в свод и верхние части стен и производят бетонирование при заглубленном в смесь бетоноводе;

участок *В* (см. рис. 11) бетонируют после достижения бетоном на участке *А* распалубочной прочности.

Порядок сооружения обделок по схеме, представленной на рис. 12, состоит в следующем:

опалубку *1* в отличие от предыдущих схем устанавливают вслед за проходкой;

после установки 10 секций опалубки проходку прекращают. Устанавливают торцовую раму *2* и производят бетонирование;

бетоноукладочную установку *3* располагают позади бетонируемого участка;

грузоподъемным устройством, смонтированным на установке, поднимают и разгружают емкости в перемешивающие устройства или непосредственно в бетоноукладочные машины *4*;

бетонную смесь укладывают в нижние части стен обделки по двум бетоноводам *5*, концевые колена которых установлены в *люках 6* первой бетонируемой секции опалубки;

после заполнения заопалубочного пространства первой секции бетонной смесью до уровня люков бетоноводы переставляют в соседние люки, а через первые уплотняют бетонную смесь внутренними вибраторами;

после нескольких перестановок бетоноводов в пределах бетонируемого 10-метрового участка и заполнения заопалубочного пространства бетонной смесью до уровня загрузочных люков эти люки закрывают, бетоноводы отсоединяют от бетоноукладочных машин и промывают;

верхнюю часть обделки бетонируют бетоноводом *7*, соединенным с одной из бетоноукладочных машин;

бетоновод *7* вводят в заопалубочное пространство с торца и перемещают его к забою в процессе укладки бетонной смеси после предварительного извлечения замковых элементов опалубки на длине всего участка бетонирования, за исключением первых двух секций. Боковые части опалубки в этом случае крепят анкерами к породе;

бетонную смесь нагнетают в свод до тех пор, пока давление у устья бетоновода не поднимется до предельной величины (2 *ати*), после чего бетоноукладочную установку (вместе с бетоноводом) передвигают к забою (примерно на 1 *м*),

а в соседнюю секцию устанавливают замковый элемент опалубки и т. д.;

бетонирование прекращают в момент заполнения бетонной смесью последней секции опалубки, после чего бетоновод демонтируют, а в последнюю секцию устанавливают замковый элемент опалубки. Замок последней секции заполняют бетоном одновременно с бетонированием следующего участка;

в местах сооружения ниш (людских и для подвески проводов контактной сети) часть элементов опалубки извлекают и в отверстия устанавливают необходимую опалубку.

Примечание. По приведенным схемам допускается также бетонирование обделок:

на полное сечение одним бетоноводом, расположенным в шелыге свода, при заглублении его в бетонную массу;

нижних частей стен до уровня 3 *м* от подошвы опалубки бетонной смесью с «изюмом» по наклонным лоткам через люки опалубки при условии сохранения качественных характеристик бетона обделки, предусмотренных проектом. В этом случае сводовую часть бетонируют в соответствии с указаниями п. 4.12.

4.13. Обделки тоннелей, длина которых не превышает максимальную дальность подачи бетоноукладочных машин, принятых к использованию, можно бетонировать стационарными бетоноукладочными установками (п. 4.4в и приложение 9).

4.14. Бетонировать обделки с помощью передвижных пневмобетононагнетателей следует в соответствии с указаниями, приведенными в п. 4.12.

При этом:

а) загруженные бетонной смесью пневмобетононагнетатели следует подавать к месту бетонирования составами;

б) нагнетатели у места бетонирования надлежит поочередно отцеплять от состава, соединять с бетоноводом и воздухосборником, а затем сжатым воздухом разгружать в заопалубочное пространство;

в) в том случае, если при значительной длине транспортирования бетонная смесь расслаивается для перемешивания смеси, к составу пневмобетононагнетателей необходимо присоединять передвижной воздухосборник (рис. 13). Воздухосборник соединяют воздухопроводом с камерами пневмобетононагнетателей для питания их воздухом. Загрузочные люки нагнетателей до подключения их к бетоноводам должны быть открыты.

4.15. Оборудование следует монтировать на строительной площадке у портала сооружаемого тоннеля либо в монтажной камере внутри тоннеля.

4.16. Монтажной камерой следует считать выработку, раз-

работанную на полный профиль и имеющую вначале забетонированный участок обделки длиной не менее 1 *м*.

4.17. Монтажная камера должна отстоять от забоя, в котором проводятся взрывные работы, на расстоянии, обеспечивающем безопасное выполнение работ по монтажу оборудования и бетонированию обделки, но не ближе 30 *м*.

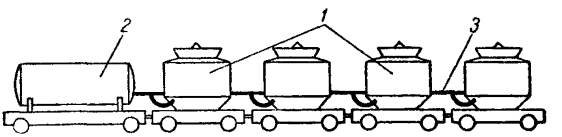


Рис. 13. Транспортирование бетонной смеси в тоннель в передвижных пневмобетононагнетателях:

1—передвижные пневмобетононагнетатели; *2*—передвижной воздухосборник, *3*—воздухопровод, соединяющий нагнетатели с воздухосборником

4.18. Длина монтажной камеры должна обеспечить расположение всего технологического оборудования в порядке, установленном проектом для проведения работ по возведению обделки.

4.19. Оборудование для возведения обделки следует транспортировать в монтажную выработку по припортальному участку тоннеля или через обходную штольню отдельными узлами в порядке его сборки в соответствии с маркировкой. Размеры отдельных узлов не должны превышать габаритных условий транспортирования по штольне или тоннелю.

4.20. Оборудование до перевозки его в тоннель должно быть подвергнуто на строительной площадке наружному осмотру и проверке соответствия всех его элементов проекту.

4.21. Первую секцию опалубки необходимо устанавливать в конце забетонированного участка монтажной камеры и перекрывать ею ранее сооруженную обделку не менее 0,5 *м*. Длина, на которую следует перекрыть ранее забетонированную обделку монтажной выработки, и порядковый номер секции должны быть определены производителем работ на месте. Первую секцию устанавливают так, чтобы последующие секции, снабженные люками для бетонирования ниш, оказались в тех местах, где по проекту необходимо сооружать людскую нишу или нишу для подвески контактного провода.

4.22. Секции опалубки устанавливают по маркшейдерским отметкам и в соответствии с требованиями настоящих «Технических указаний».

4.23. Шарнирно складывающуюся опалубку надлежит собирать последовательным подведением секций, положение которых вначале фиксируют при помощи оправок; затем секции плотно соединяют друг с другом болтами.

Сборно-разборную опалубку следует собирать последовательно с обеих сторон по одному элементу с помощью оправок и болтов. Каждый элемент секции можно устанавливать только после надежного закрепления ранее установленного элемента.

4.24. Проектное положение двух нижних элементов секции сборно-разборной опалубки для обеспечения точности сборки должно проверяться маркшейдерской службой. Монтаж каждого последующего элемента секции разрешается производить после проверки правильности установки каждого предыдущего элемента.

4.25. Скрепление болтами элементов каждой секции и секций друг к другу должно производиться пневматическими или электрическими сболчивателями.

4.26. В конце последней секции опалубки должна быть установлена торцовая рама, препятствующая вытеканию бетонной смеси из заопалубочного пространства.

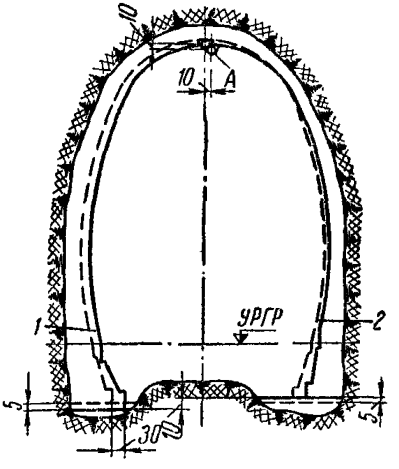


Рис. 14. Допускаемые отклонения в *мм* установленной шарнирно складывающейся опалубки от проектного положения:

1—положение лицевой поверхности опалубки с максимально возможными допусками; *2*—проектное положение лицевой поверхности опалубки

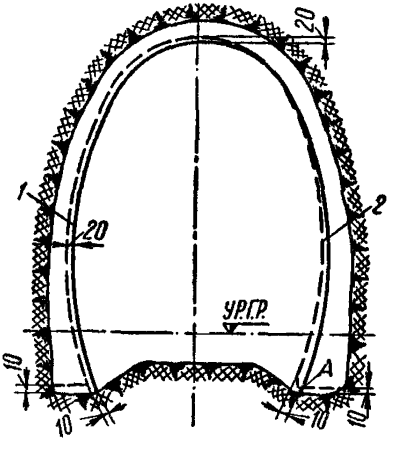


Рис. 15. Допускаемые отклонения в *мм* установленной сборно-разборной опалубки от проектного положения:

1—положение лицевой поверхности опалубки с максимально возможными допусками; *2*—проектное положение лицевой поверхности опалубки

4.27. Допускаемые отклонения отдельных элементов в секции и секции в целом от проектного положения:

а) для шарнирно складывающейся опалубки (рис. 14):

шарнира *А* по вертикали и горизонтали—не более ±10 *мм*;

опорной части секции по горизонтали—не более ±30 *мм*;

б) для сборно-разборной опалубки (рис. 15):

точек *А* нижних элементов в плане и профиле—не более ±10 *мм*;

всех остальных точек лицевой поверхности опалубки—не более +20 *мм*.

4.28. Стыкование секций сборно-разборной опалубки на кривых допускается производить с уступами и зазорами, не превышающими 5 *мм*.

4.29. Поверхности секций и торцовой рамы, соприкасающиеся с бетоном, до установки их в положение для бетонирования должны быть очищены от грязи, ржавчины и смазаны.

4.30. Для смазывания поверхностей опалубки, соприкасающихся с бетоном, должны применяться: суспензия водонепроницаемого расширяющегося цемента (ВРЦ) в масле (приложение 10), петролатумно-керосиновая или петролатумно-соляровая смазка.

Примечание. Допускаются также следующие виды смазок:
а) известковое или трепельное молоко состава 1 : 1 (по весу);
б) светлое регенерированное масло;
в) солидоло-керосиновая смазка состава 1 : 1 (по весу).

4.31. Смазку следует наносить на очищенную поверхность опалубки передвижными или переносными краскопультами.

4.32. Перед установкой опалубки подлежат обязательной проверке:

а) меры защиты свежеуложенного бетона от размыва подземными водами;

б) отсутствие воды и мусора в нижней части заопалубочного пространства.

4.33. Правильность установки опалубки проверяется маркшейдерской службой с учетом требований, изложенных в п. 4.27. Кроме этого, производителем работ проверяются:

а) наличие опалубок для создания ниш;

б) наличие смазочного слоя на поверхностях опалубки и торцовой рамы, соприкасающихся с бетоном;

в) надежность раскрепления секций опалубки в породу и затяжка болтов между секциями;

г) плотность примыкания опалубочных секций друг к другу;

д) надежность закрепления торцовой рамы;

е) надежность пикотажа зазоров между торцовой рамой и породой.

Данные проверки записывают в «Журнал возведения бесшовной бетонной обделки» (см. *приложение 1*).

4.34. Оптимальная длина участка бетонирования должна быть установлена проектом с учетом скорости проходческих работ, длины опалубки, сроков выстойки бетона, производительности бетонного завода, транспортных средств и бетоноукладочных машин.

4.35. Прокладку бетоноводов рекомендуется производить по месту, а подборка составных элементов должна выполняться по схеме (рис. 16). Стыки бетоновода должны быть плотно соединены.

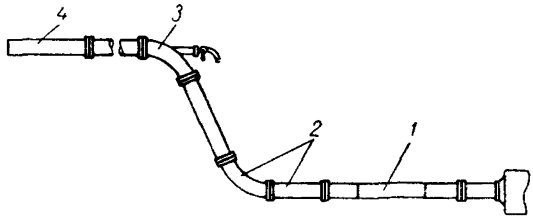


Рис. 16. Основные элементы в бетоноводе:

1- быстроразъемная секция; *2*—звенья бетоноводов; *3*- колено с патрубком для поддува воздуха; *4*—прямое звено без фланца

4.36. Бетоноводы в заопалубочном пространстве должны быть закреплены фиксаторами, выдвигаемыми через отверстия в опалубке по мере передвижения бетоноводов вдоль нее.

4.37. Бетоноукладчик механического или пневматического действия перед началом работы следует загружать «пусковой смесью» в количестве 0,5 $м^3$ для смазки стенок бетоновода и уменьшения в дальнейшем сопротивления перемещению бетонной смеси. «Пусковая смесь»—цементно-песчаный раствор состава 1 : 2 с В/Ц, равным 0,8—0,85.

Бетонную смесь надлежит загружать в бетоноукладчик через виброрешетку с размерами отверстий 45×45 *мм*, установленную над приемной воронкой бетоноукладчика. Решетка должна быть закреплена так, чтобы вибрация от нее не передавалась на бетоноукладчик.

4.38. Сечение обделки должно заполняться бетонной смесью последовательно:

а) в стены заопалубочного пространства до высоты 2,5 *м* от уровня подошвы;

б) в стены на высоту до 5,5 *м*;

в) в верхние части стен и свод.

4.39. Обделку следует бетонировать при заглубленном устье бетоновода с давлением бетонной смеси на окружающую среду не менее 1 *кгс/см*^{2} и не более 2 *кгс/см*^{2}.

При давлении 2 *кгс/см*^{2} контрольное устройство на бетоноукладчике должно остановить его работу и указать на необходимость выдвижения бетоновода из бетонной массы (приложение 11).

4.40. При укладке бетонной смеси бетононасосами для увеличения давления на выходе из бетоновода рекомендуется в начало прямого звена подключать сжатый воздух (см. рис. 16).

4.41. Бетонирование участка тоннеля на длине захватки заканчивают при появлении бетонной смеси в шелыге свода на расстоянии 0,5 *м* от внутренней плоскости торцовой рамы (рис. 17). После этого бетоновод должен быть выдвинут из заопалубочного пространства для очистки и промывки.

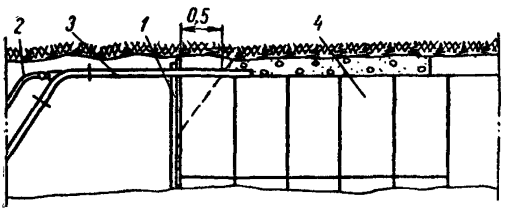


Рис. 17. Укладка бетонной смеси в свод обделки:
1—торцовая рама; *2*—устройство для подачи сжатого воздуха; *3*—бетоновод; *4*—опалубка

4.42. Очистка бетоновода (рис. 18) от бетонной смеси и последующая его промывка (независимо от конструкции бетоноукладчика) производятся в следующем порядке:

а) концевое звено бетоновода *1* закрепляют на опоре опалубочной тележки, а при отсутствии ее подвешивают с помощью хомута *2* к анкеру *3*, закрепленному в породе;

б) наружную поверхность концевого звена бетоновода очищают струей воды от налипшей бетонной смеси, внутрь бетоновода вставляют пыж *4* и присоединяют продувочный патрубок *5*;

в) бетоновод соединяют с гасителем *8* и под выходной патрубок гасителя устанавливают бетоновозку *9*;

г) очищают бетоновод от смеси сжатым воздухом из продувочного патрубка;

д) извлекают из бетоновозки пыж, очищают и закладывают его в бетоновод на расстоянии 1,2—1,6 *м* от свободного конца, а затем вновь присоединяют к бетоноводу продувочный патрубок;

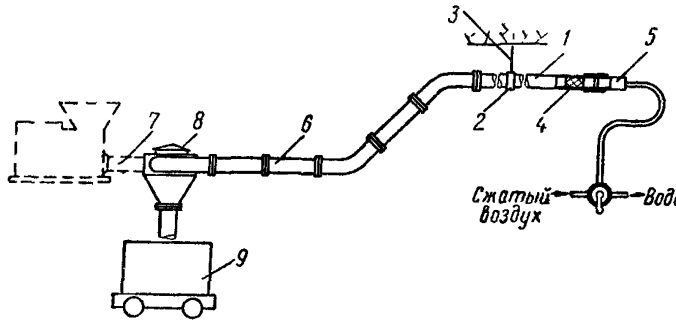


Рис. 18. Схема очистки и промывки бетоновода:

1—прямое звено без фланца; *2*—хомут; *3*—анкер; *4*—пыж; *5*—продувочный патрубок, *6*—звено бетоновода; *7*—быстроразъемная секция; *8*—гаситель; *9*—бетоновозка

е) заполняют водой через продувочный патрубок свободную до пыжа полость бетоновода;

ж) освобождают бетоновозку от бетонной смеси и вновь устанавливают ее под гаситель;

з) промывают бетоновод с помощью сжатого воздуха через продувочный патрубок.

4.43. По окончании работ бетоноукладчики очищают и промывают в соответствии с указаниями, приведенными в приложении 12.

4.44. Распалубливание, складывание, перемещение и подготовка секций опалубки к установке должны производиться в порядке, соответствующем инструкции, составленной заводом-изготовителем.

4.45. Уровень бетонной смеси в приемном бункере бетононасоса не должен в процессе работы опускаться ниже горловины бункера.

4.46. Бетононасосы должны работать непрерывно. При временных перебоях в доставке бетонной смеси рекомендуется на короткое время включать бетононасос с интервалами включений не более 20 *мин* и длительностью не менее 5 *сек*.

4.47. Перерыв в укладке бетонной смеси не должен превышать 24 *ч*.

При большей продолжительности перерыва затвердевшую торцовую поверхность бетона обделки следует зачистить с промывкой струей воды под давлением.

V. УХОД ЗА БЕТОНОМ И ИСПРАВЛЕНИЕ ДЕФЕКТОВ

5.1. Поверхность бетона обделки после распалубки следует периодически поливать водой.

5.2. Поливка бетона должна производиться не позднее чем через 2—3 *ч* после распалубливания в течение 12 дней по 4 раза в сутки.

5.3. Бурить скважины в обделке следует не ранее чем через 7 суток после укладки бетона.

5.4. Бетон обделки неудовлетворительного качества (общая ноздреватость, выкрашивание) подлежит удалению.

5.5. *Внутреннюю поверхность обделки с пустотами глубиной* более 10 *см* и площадью более 1000 *см*^{2} необходимо заполнять бетонной смесью (приложение 13).

5.6. Участки поверхности обделки с мелкими раковинами, не имеющие общей ноздреватости, необходимо (немедленно после распалубки и осмотра техническим персоналом с участием лаборанта) затирать цементно-песчаным раствором. Содержание в растворе цемента, песка и воды должно быть таким же, как и в бетоне обделки.

5.7. Скважины, *пробуренные в бетоне обделки для взятия* кернов и для постановки анкеров, должны быть тщательно заделаны расширяющимся цементом или «сухим» раствором (приложение 14).

5.8. Наплывы на бетонной поверхности следует срубать после распалубливания зубилом, пневматическим или электрическим молотком, а выбоины, образовавшиеся на поверхностях при срубании наплывов, затирать цементно-песчаным раствором такого же состава, как в бетоне.

5.9. Все проводимые меры по уходу за бетоном записывают в «Журнал возведения бесшовной бетонной обделки» (см. *приложение* 1).

VI. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА БЕТОНА И БЕТОННЫХ РАБОТ. ПРИЕМКА БЕТОННЫХ РАБОТ

6.1. Контроль качества бетона и бетонных работ должен осуществляться техническим руководством строительства, участка, объекта, инспекцией по качеству работ, авторским надзором проектной организации и заказчиком.

6.2. Контроль бетонных работ при возведении тоннельной обделки должен заключаться в проверке:

а) соответствия сооружения проекту;

б) выполнения проекта организации производства бетонных работ;

в) выполнения требований настоящих «Технических указаний»;

г) технической документации, журналов работ, исполнительных чертежей, актов испытания бетона и других материалов. (Форма акта испытания бетона приведена в приложении 2).

6.3. Систематический контроль за приготовлением бетонной смеси должен заключаться в проверке:

а) дозировочных устройств и приспособлений;

б) дозирования составляющих бетонной смеси не реже одного раза в смену;

в) подвижности бетонной смеси у мест приготовления и места укладки не реже двух раз в смену;

г) продолжительности и качества перемешивания (равномерности увлажнения материалов, отсутствия комьев);

д) правильности введения в смесь добавки;

е) качества цемента;

ж) влажности песка и крупного заполнителя не реже одного раза в смену, а также каждый раз при выпадании осадков или переходе к использованию нового штабеля материалов.

Проверка по пунктам а), г), д) и е) должна производиться не реже одного раза в смену.

6.4. Систематический контроль за приготовлением бетонной смеси должен осуществлять дежурный лаборант. Результаты проверки необходимо записывать в журнал бетонных работ, предъявляемый начальнику участка не реже одного раза в сутки.

6.5. Контроль транспортирования бетонной смеси к месту укладки должен состоять в проверке:

а) продолжительности нахождения бетонной смеси в пути;

б) исправности транспортных средств и рельсовых путей (во избежание расслоения и расплескивания смеси от сотрясений);

в) чистоты и увлажнения транспортных емкостей перед загрузкой в них бетонной смеси.

6.6. Продолжительность нахождения бетонной смеси в пути должна проверяться не реже одного раза в сутки.

6.7. Количество серий образцов бетона для испытания дол-

*жно назначаться из расчета одной серии (не менее 6 образ*цов-близнецов) на каждые 50 $м^3$ уложенного бетона.

Проба бетонной смеси для изготовления контрольных образцов должна отбираться из заопалубочного пространства через люки в опалубке.

Из серии контрольных образцов три должны быть испытаны для определения марки уложенного бетона и три—для определения прочности бетона при распалубливании.

6.8. Геометрические размеры конструкции обделки и соответствие ее проекту должны проверяться обследованием, причем отступления от проекта не должны превосходить допусков, указанных в приложении 15.

6.9. Приемка бетонных работ по возведению тоннельной обделки в процессе строительства и при сдаче в эксплуатацию должна производиться с соблюдением требований «Технических условий производства бетонных и железобетонных работ при строительстве тоннелей» (ТУ—Т10-56 Минтрансстроя. Раздел X «Приемка бетонных и железобетонных работ»).

VII. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ РАБОТ ПО БЕТОНИРОВАНИЮ ОБДЕЛОК

7.1. Работы по сооружению бесшовных бетонных обделок должны выполняться в соответствии с главой СНиП III-А.11-62 «Техника безопасности в строительстве» и «Правилами безопасности на строительстве метрополитенов и тоннелей» (Оргтрансстрой, 1961).

7.2. Работы, связанные с обслуживанием стандартных машин, механизмов и приспособлений, должны выполняться в соответствии с требованиями типовых инструкций и инструктивных указаний по технике безопасности для данного оборудования.

7.3. Секции опалубки, бетоноукладочные тележки, тележки для перестановки опалубки могут быть смонтированы без предварительного разрешения Горнотехнической инспекции (ГТИ), но эксплуатация их может быть разрешена только после проверки и испытания специальной комиссией с участием представителя ГТИ.

7.4. Запрещается производство работ при сооружении обделки одновременно в двух ярусах по одной вертикали при отсутствии между ними сплошного настила.

7.5. Запрещается производство работ в заопалубочном пространстве. Технические неполадки в заопалубочном про-

странстве устраняются в каждом отдельном случае по разрешению ГТИ.

Заопалубочное пространство рассматривается как закрепленная горная выработка при условии, если его крепление полностью соответствует утвержденному проекту.

7.6. Все места работы, а также лестницы и проходы должны освещаться. Общая освещенность должна быть не менее 50 *лк*. Освещение рабочих мест должно быть равномерным. Источники света должны быть расположены так, чтобы на рабочие поверхности не падали тени от работающего, его инструмента или посторонних предметов.

7.7. Все площадки тележек на высоте более 1,5 *м* должны быть оборудованы прочными ограждающими перилами высотой не менее 1 *м* и прочным настилом с бортами высотой не менее 20 *см*.

7.8. Произвольное перемещение технологических тележек должно быть исключено.

7.9. Установка очередной секции опалубки запрещается до выполнения всех работ по закреплению предыдущей секции. Надежность закрепления должна проверяться производителем работ или сменным мастером.

7.10. Снимать секции опалубки можно только с разрешения производителя работ. После снятия секции опалубки все без исключения закладные элементы, прилипшие к бетону, должны быть удалены.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

ЖУРНАЛ

возведения бесшовной бетонной обделки

Объект ——— тоннель, участок западный, 23 июня 1964 г.

Место укладки бетона		Тип бетоноукладчика	Бригада №, чел.	Температура, °С		Объем бетона, уложенного за опалубку, м³	Время укладки бетона, ч, мин		Перерыв в бетонировании, ч, мин.		Причины перерыва	Отметка о промывке бетоноукладчика и бетоновода	Данные по эксплуатации бетоноукладочных машин
от ПК	до ПК			воздуха в тоннеле	бетонной смеси		начало	конец	начало	конец			
37+95	*38+05*	*Пневмобетононагнетатели ПН-500 (2 шт.)*	*№ 5 6 чел.*	*+15*	*+17*	*93*	*6—30*	*17—15*	*7—15*	*7—50*	*Закупорка бетоновода правого укладчика*	*Закончены к 18—00*	*Заменено резиновое уплотнение затвора*

Оборотная сторона

I. Перестановка опалубки

№ опалубочных секций	ПК, с которого снимались секции	Время снятия секции, *ч, мин*		ПК, на котором устанавливается секция	Наличие ниш в сечении устанавливаемой секции	Примечание
		начало	конец			
8, 7 и 6	*37+79—37+85*	*15—30*	*18—30*	*38+05—38+11*	*Нет*	

2. Данные визуального осмотра внутренней поверхности обделки и меры по исправлению дефектов бетонирования. *Хорошая. Участок поверхности на правой стене (ПК 37+81) площадью 0,5 м² имел раковины без общей ноздреватости. Произведена затирка цементно-песчаным раствором.*

3. Данные проверки надежности и правильности установки элементов опалубки. *Проверено.*

4. Состояние лицевой поверхности опалубки. *Наросты бетона отсутствуют.*

5. Тип смазки или покрытия, нанесенной на лицевую поверхность опалубки. *Суспензия ВРЦ в машинном масле (1 : 9).*

Начальник смены

Сменный маркшейдер

Сменный лаборант

Приложение 2

Бетонная лаборатория строительства тоннеля _____ *км*

АКТ № _____

от 21 июля 1964 г. испытания бетонных контрольных образцов, взятых из-за опалубки

№ партии	Откуда взята проба, ПК	Марка на кубиках	Дата		Возраст, сутки	Номинальный состав бетона по весу	Водо-цементный фактор	Консистенция бетона (осадка конуса), *см*	Расход цемента на 1 *м*³, *кг*	Размеры образца, *см*	Площадь образца, *см*²	Вес образца, *кг*	Объемный вес бетона	Показания манометра, *атм*	Общий разрушительный груз, *тс*	Временное сопротивление сжатию, *кгс/см*²	Среднее временное сопротивление, *кгс/см*²	Требуемая прочность, *кгс/см*²	Примечание
			изготовления	испытания															
107	*Правая стена, 30+00*	*10/6*	*23.VI 1964 г.*	*21.VII 1964 г.*	*28*	*1 : 1,9 : 2,1*	*0,56*	*10*	*310*	*20×20,5×19,8*	*410*	*18,43*	*2,27*	*169*	*80,2*	*196*			
										20,3×20×20,5	*405*	*19,53*	*2,35*	*168*	*79,7*	*196*	*196*	*200*	
										19,7×21×19,5	*414*	*19,10*	*2,37*	*171*	*80,7*	*195*			

При испытаниях присутствовал *Зав. лабораторией*

ОПАЛУБКА С УПРУГИМ ПОКРЫТИЕМ

Схема конструкции опалубки с упругим покрытием приведена на рисунке. На поверхность несущего листа опалубки *1* укладывают упругое покрытие *2* (металлический лист толщиной 0,4—0,6 *мм* или полихлорвиниловый пластикат толщиной 3—5 *мм*), которое и прикрепляют к листу по периметру электросваркой, узкими металлическими полосами с винтами и т. п.

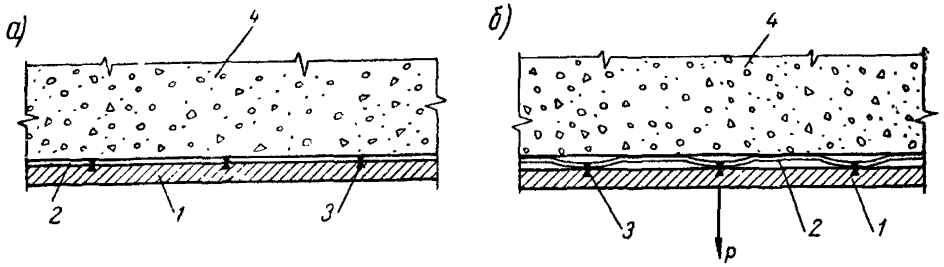


Схема конструкции опалубки с упругим покрытием:

а—до начала отрыва; *б*—в момент отрыва; *1*—несущий лист опалубки; *2*—упругое покрытие; *3*—места прикрепления упругого покрытия к несущему листу опалубки; *4*—бетон

При такой конструкции распалубливание осуществляется в две стадии: сначала отрыв происходит на участках скрепления упругого покрытия с несущим листом опалубки, затем упругое покрытие (опалубка) отрывается по всей площади от бетона *4* по линии. Усилие отрыва для второй стадии распалубливания в несколько раз меньше усилия в первой стадии. Следовательно, для распалубливания следует приложить усилие, определяемое площадью прикрепления упругого покрытия по контуру, весьма незначительное по сравнению со всей площадью опалубки.

БЕТОНОУКЛАДОЧНЫЙ АГРЕГАТ

Бетоноукладочный агрегат представляет собой бетононасос, смонтированный с бетономешалкой и скиповым ковшом для загрузки ее материалами. Особенностью такого агрегата (рис. 1) является комплексная механизация операций по приготовлению и транспортированию бетонной смеси.

Работа агрегата осуществляется в следующем порядке:

а) сухую бетонную смесь, предварительно отдозированную, выгружают из вагонетки в ковш и подают скиповым подъемником в загрузочное отверстие бетономешалки. Бетономешалка, расположенная над бетононасосом, состоит из двух барабанов емкостью по 500 *л*, работающих по принципу бетономешалок периодического действия с перемешиванием при свободном падении;

б) после предварительного перемешивания бетонной смеси в первом барабане лоток устанавливают в положение для перегрузки смеси во второй барабан.

в) бетонную смесь во втором барабане подвергают окончательному смешиванию и разгружают затем в воронку бетононасоса.

Конструкция бетономешалки с двумя барабанами позволяет разгружать готовую смесь одновременно с перемешиванием ее в первом барабане и наполнением загрузочного ковша.

Совмещение операций дает возможность получить в бетономешалке с двумя барабанами более рациональное приготовление бетонной смеси, чем в обычной бетономешалке. При одинаковой производительности габариты смесителя с двумя барабанами меньше однобарабанной бетономешалки.

Барабаны синхронно приводятся в действие отдельными электродвигателями.

Основным узлом агрегата является насосная часть бетононасоса С-296, выпускаемого промышленностью. Так как максимальную фракцию крупного заполнителя бетонной смеси (независимо от производительности бетононасоса) желательно иметь не более 40 *мм*, то диаметр бетоновода и размеры клапанной коробки приняты такими же, как в бетононасосе С-296.

Насос приводится в действие двухскоростным электродвигателем. Путем простого переключения можно добиться производительности 5 и 10 $м^3/ч$. Если питание бетононасоса осуществляется готовой смесью, то порядок загрузки и перемешивания не изменяется.

Агрегат для комплексного приготовления и транспортирования бетонной смеси можно выполнить также по схеме, представленной на рис. 2. Отличительная особенность такого агрегата состоит в том, что вместо насосного узла бетононасоса С-296 устанавливается пневмобетононагнетатель с воздухосборником.

Конструктивно агрегат можно выполнить стационарным или передвижным.

Техническая характеристика бетоноукладочного агрегата

Производительность, $м^3/ч$	5 и 10
Дальность подачи, *м*:	
по горизонтали	200
по вертикали	35

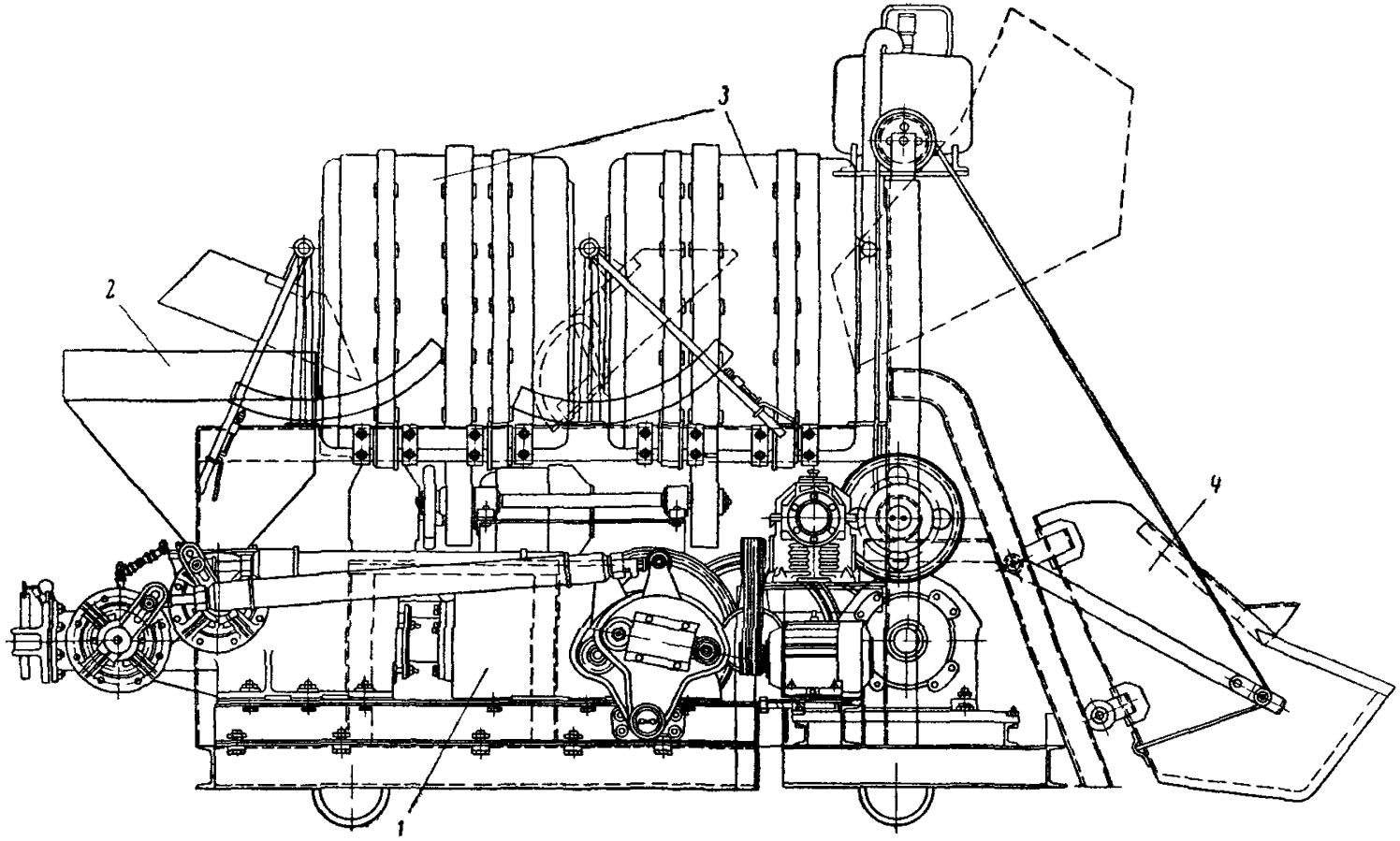


Рис. 1. Бетоноукладочный агрегат с бетононасосом:
1—бетононасос; 2—бункер, 3—бетоносмесительные устройства; 4—механизм для загрузки

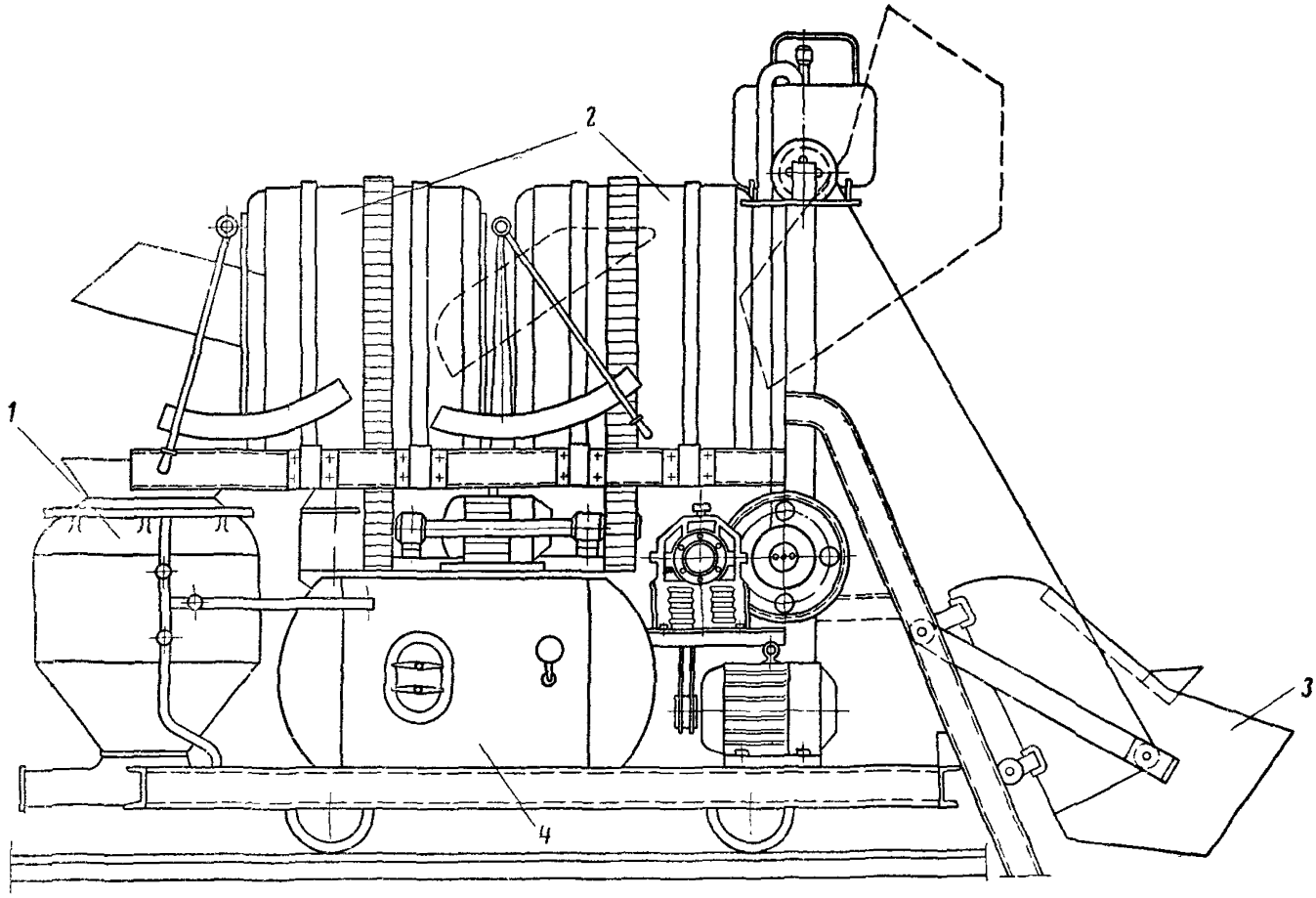


Рис. 2. Бетоноукладочный агрегат с пневмобетононагнетателем:
1—пневмобетононагнетатель; *2*—бетоносмесительное устройство; *3*—скип; *4*—ресивер

Максимальный размер крупного заполнителя, *мм*	40—45
Диаметр бетоновода*, *мм*	150
Число оборотов коленчатого вала, *об/мин*	25 и 50
Электродвигатель привода бетононасоса:	
мощность, *квт*	14
число *об/мин*	160 и 720
Бетоносмесительное устройство	двухбарабанное, периодического действия, с перемешиванием при свободном падении
Производительность на один замес при коэффициенте выхода смеси 0,67 *л*	180
Число оборотов бетоносмесительного устройства, *об/мин*	22
Электродвигатель бетоносмесительного устройства:	
мощность, *квт*	4,5
число *об/мин*	1420
Емкость загрузочного ковша, *л*	300
Электродвигатель привода ковша:	
мощность, *квт*	2,8
число *об/мин*	1420
Габаритные размеры агрегата, *мм*:	
длина	4000
ширина	1250
высота (с поднятым скипом)	2250

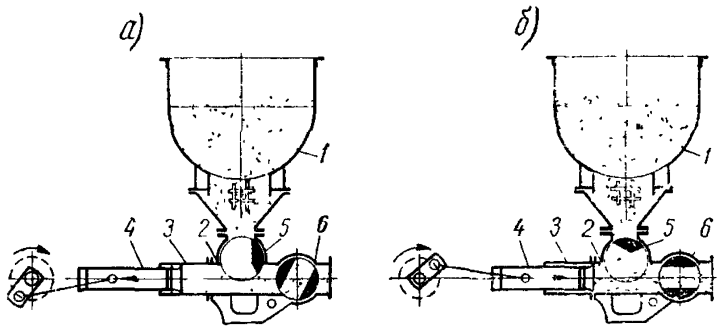
* В агрегате полностью используются бетоновод и другие вспомогательные устройства бетононасоса С-296.

БЕТОНОНАСОС С-296

Принцип действия и кинематическая схема

Бетононасос С-296 является одноцилиндровой машиной плунжерного типа с пробковыми клапанами принудительного действия.

Принцип действия его следующий: при всасывающем ходе (см. рисунок) через открытый клапан смесь с помощью лопаток смесителя и самотеком поступает из бункера в цилиндр; поступление смеси форсируется также благодаря разрежению в цилиндре во время всасывания. При обратном ходе поршня смесь выталкивается в бетоновод.



Принцип действия бетононасоса С-296:

а—всасывание; *б*—нагнетание; *1*—бункер; *2*—камера; *3*—цилиндр; *4*—плунжер; *5*—всасывающий клапан; *6*—нагнетательный клапан

Такты всасывания и нагнетания происходят в течение двух ходов поршня—за один полный оборот коленчатого вала. От коленчатого вала кулисным механизмом и тягами осуществляется закрывание и открывание клапанов. Клапаны не закрываются полностью, образуя постоянную щель. Величина щели регулируется в зависимости от крупности заполнителей бетонной смеси. Тяги имеют пружинные амортизаторы, исключающие поломку кулисного механизма при попадании в клапаны крупных кусков гравия или щебня.

Смеситель приемного бункера получает вращение от установленного на верхней площадке бетононасоса отдельного электродвигателя.

Техническая характеристика

Производительность, $м^3/ч$	10
Дальность подачи бетонной смеси:	
по горизонтали, *м*	200
по вертикали, *м*	35
Емкость приемного бункера, $м^3$	0,35
Количество цилиндров, шт.	1
Диаметр цилиндра, *мм*	150

Ход поршня, *мм*	250
Объем бетонной смеси, вытесняемой поршнем за один ход нагнетания (теоретически), *л*	4,5
Число оборотов коленчатого вала (число двойных ходов поршня) в *мин*	50
Число оборотов вала смесителя в *мин*	5,6
Характеристика бетоновода:	
диаметр труб в свету, *мм*	150
толщина стенок труб, *мм*	4,5
Количество прямых звеньев длиной 3 *м*	50
» » » » 1,5 *м*	4
» » » » 0,9 »	3
» » » » 0,6 »	3
» » » » 0,3 »	3
Количество быстроразъемных звеньев, компл.	1
Количество колен под углом 90°, шт.	2
» » » » 45°, »	3
» » » » 22°30′, шт.	2
» » » » 11°15′, »	2
Электродвигатель главного привода:	
мощность, *квт*	14
число оборотов в *мин*	730—750
Электродвигатель привода смесителя:	
мощность, *квт*	2,8
число оборотов в *мин*	980
Габаритные размеры, *мм*:	
длина	2500
ширина	1350
высота	1700
Общий вес бетононасоса, *кг*	2700
Вес комплекта бетоновода и вспомогательных устройств, *кг*	5500

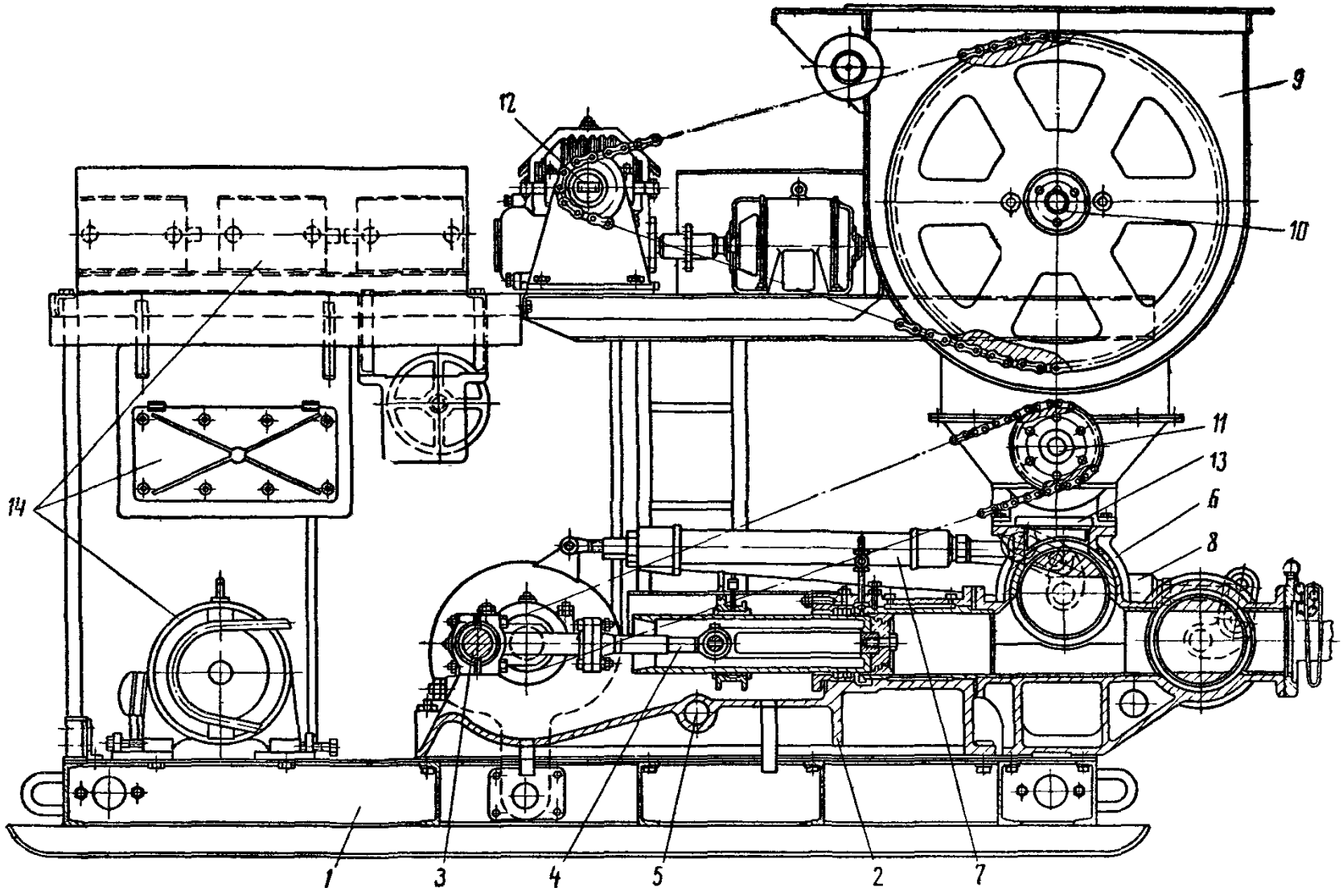
БЕТОНОНАСОС С-252

Принцип действия и кинематическая схема

Бетононасос С-252 (см. рисунок) по своему устройству и принципу действия однотипен бетононасосу С-296 (приложение 5).

Техническая характеристика

Производительность, *м³/ч*	20
Дальность подачи бетонной смеси:	
по горизонтали, *м*	250
по вертикали, *м*	40
Емкость приемного бункера, *м³*	1,5
Диаметр цилиндра, *мм*	201
Количество цилиндров, шт.	1
Ход поршня, *мм*	305
Объем бетонной смеси, вытесняемой поршнем за один ход нагнетания (теоретически), *л*	9,7
Число оборотов коленчатого вала (число двойных ходов поршня) в *мин*	50
Число оборотов вала смесителя в *мин*	3,2
Характеристика бетоновода	
Диаметр труб в свету, мм	*180 или 205*
Толщина стенок труб, *мм*	7
Количество прямых звеньев длиной 3 *м*	70
» » » » 1,5 *м*	4
» » » » 0,9 »	4
» » » » 0,6 »	4
» » » » 0,3 »	4
Количество быстроразъемных звеньев, компл.	1
Количество колен под углом 90°, шт.	2
» » » » 45°, »	4
» » » » 22°30′, шт.	4
» » » » 11°15′, шт.	2
Электродвигатель главного привода:	
мощность, *квт*	27,5
число оборотов в *мин*	245



Устройство бетононасоса С-252 производительностью 20 $м^3/ч$:

1—рама; *2*—станина; *3*—коленчатый вал с кулисным механизмом; *4*—шатунно-поршневая группа; *5*—приводной вал; *6*—клапанная коробка; *7*—тяга всасывающего клапана; *8*—тяга нагнетательного клапана; *9*—приемный бункер; *10*—вал смесителя; *11*—побудитель; *12*—привод смесителя; *13*—заслонка или водяной клапан; *14*—электрооборудование

Электродвигатель привода смесителя:	
мощность, *квт*	4,2
число оборотов в *мин*	955
Габаритные размеры, *мм*:	
длина	4154
ширина	1912
высота	2714
Общий вес бетононасоса, *кг*	7870
Вес комплекта бетоновода и вспомогательных устройств (в зависимости от диаметра бетоновода), *кг*	11670 или 15300

ПНЕВМОБЕТОНОУКЛАДОЧНЫЕ УСТАНОВКИ

Пневмобетоноукладочная установка состоит из пневмобетононагнетателя, ресивера и бетоновода.

Подача бетонной смеси пневмобетононагнетателем (рис. 1) осуществляется в следующем порядке:

бетонная смесь через загрузочную воронку *2* подается в резервуар *1*;

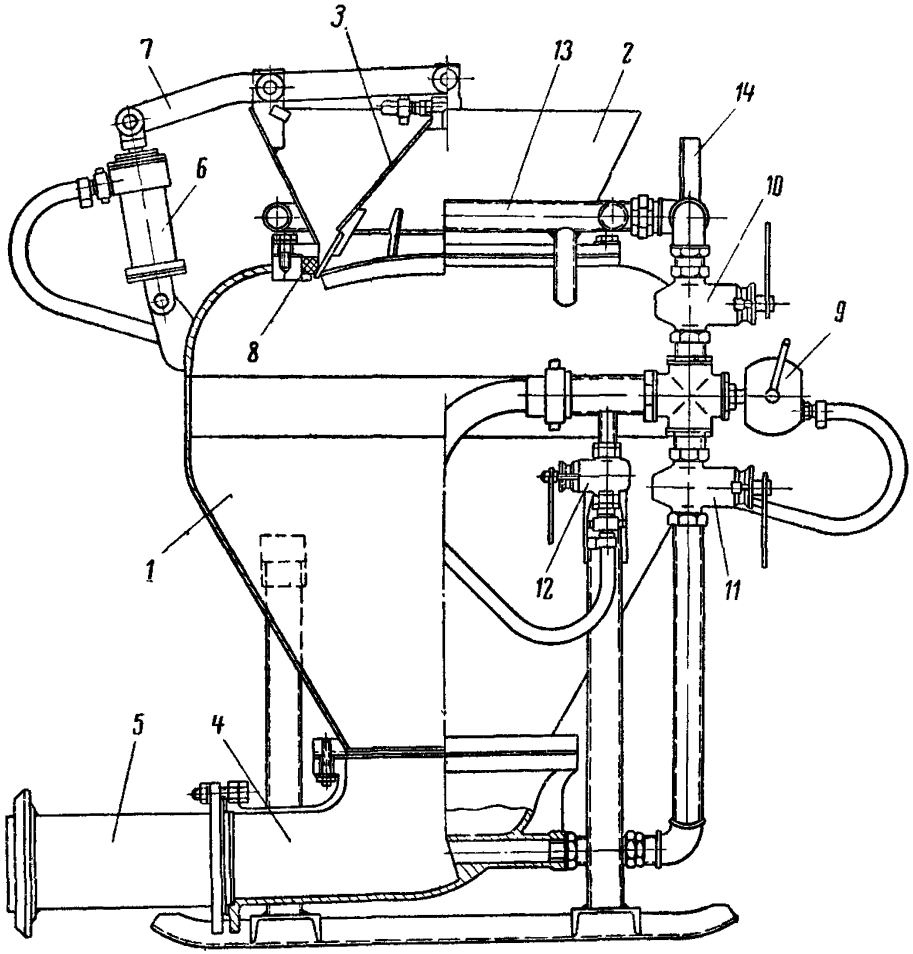


Рис. 1. Схема пневмобетононагнетателя:

1—резервуар; *2*—загрузочная воронка; *3*—затвор; *4*—отводное колено; *5*—бетоновод; *6*—пневматический цилиндр; *7*—рычажная передача; *8*—резиновый уплотнитель; *9, 10, 11, 12*—краны; *13*—кольцевая труба; *14*—манометр

поверхность затвора *3* очищается от налипшей бетонной смеси путем обдува сжатым воздухом, поступающим через кран *12*;

пневматическим цилиндром *6* через рычажную передачу *7* загрузочное отверстие закрывается затвором, герметизация обеспечивается резиновым уплотнителем *8*;

открывается кран *11*, и сжатый воздух поступает в камеру *4*, затем открывается кран *10*, и воздух поступает через кольцевую трубу *13* в верхнюю часть резервуара;

давлением воздуха бетонная смесь выталкивается из резервуара и перемещается по бетоноводу *5* к месту укладки.

Сжатый воздух к пневмобетононагнетателю подается от ресивера через кран *9*. Контроль давления осуществляется по манометру *14*.

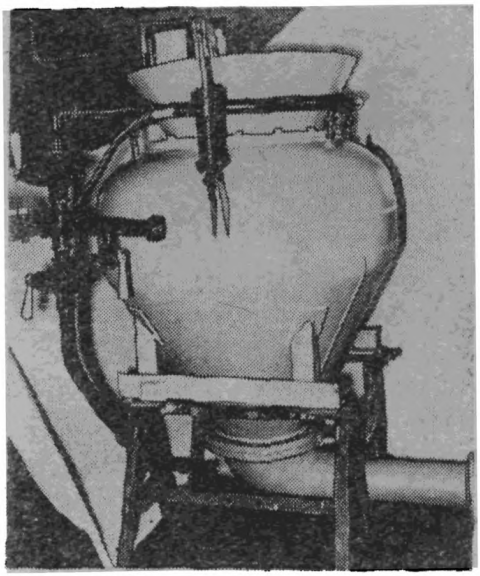


Рис. 2. Пневмобетононагнетатель ПН-300

Пневмобетононагнетатели под индексами ПН-300 и ПН-500 (рис. 2) изготовляет завод № 5 Главтоннельметростроя Минтрансстроя СССР.

Завод № 5 Главтоннельметростроя изготовляет также пневмобетоноукладочные установки ПБУ-300 и ПБУ-500. Установка ПБУ-300 (рис. 3) состоит из пневмобетононагнетателя емкостью 300 *л*, ресивера и скипа, смонтированных на двух тележках, передвигающихся по рельсовой колее.

Установка ПБУ-500 состоит из пневмобетононагнетателя емкостью

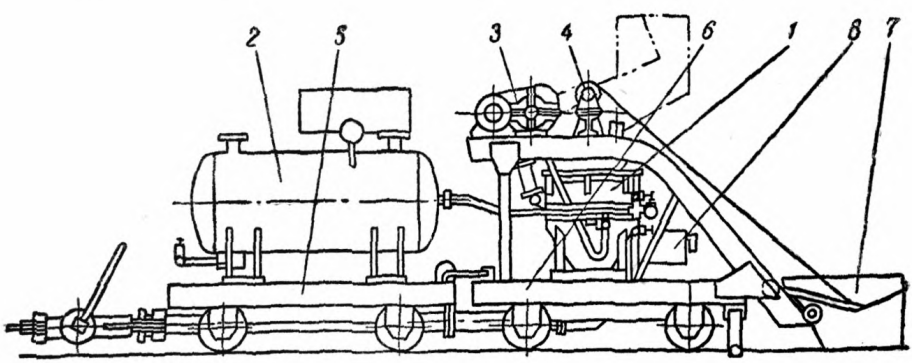


Рис. 3. Схема установки:

1—пневмонагнетатель; *2*—ресивер; *3*—привод подъема скипа; *4*—вал; *5*—тележки ресивера; *6*—тележки пневмонагнетателя; *7*—скип; *8*—магнитный пускатель с кнопкой управления

500 *л*, ресивера и крана для загрузки контейнеров с бетонной смесью в нагнетатель, смонтированных на тележке, передвигающейся по рельсовой колее.

Технические характеристики пневмобетононагнетателей и ресиверов установок ПБУ-300 и ПБУ-500 приведены в табл. 1, а дополнительные характеристики—в табл. 2.

Таблица 1

Техническая характеристика пневмобетононагнетателей

Показатели	Единица измерения	Тип пневмобетононагнетателя	
		ПН-300 и ПБУ-300	ПН-500 и ПБУ-500
Емкость нагнетателя по загрузке	*л*	300	500
Емкость нагнетателя геометрическая	„	450	620
Максимальная дальность подачи:			
по горизонтали	*м*	200	200
по вертикали	„	35	35
Внутренний диаметр бетоновода	*мм*	150	150
Максимальная крупность заполнителей в бетонной смеси:			
гравия	„	45	45
щебня	„	40	40
Максимальное давление сжатого воздуха	*кгс/см²*	7	7
Емкость ресивера	*м³*	1,6	1,8
Производительность при подаче на расстояние 200 *м* и осуществление полного рабочего цикла за 2 *мин*	*м³/ч*	9	15
Производительность компрессора	*м³/мин*	Не менее 3	Не менее 5
Максимальный расход воздуха при подаче 1 *м³* бетонной смеси с осадкой конуса 8 *см* на расстояние 200 *м*	*м³*	30	37
Диаметр загрузочного отверстия	*мм*	440	520
Габаритные размеры:			
ширина	„	1000	1300
высота	„	1500	2000
длина	„	1600	1800
Вес нагнетателя (без бетоновода)	*кг*	580	640
Вес ресивера	„	643	703

Таблица 2

Дополнительные характеристики установок

Показатели	Единица измерения	Тип пневмобетоноукладочной установки	
		ПБУ-300	ПБУ-500
Емкость скипа	*л*	320	—
Скорость подъема скипа	*м/мин*	0,65	—
Мощность электродвигателя привода подъема скипа	*квт*	1,7	—
Число оборотов	*об/мин*	930	—
Грузоподъемность крана для подъема контейнеров	*кг*	—	1500
Мощность электродвигателя	*квт*	—	4,5
Число оборотов	*об/мин*	—	950
Габаритные размеры:			
ширина	*мм*	1080	2000
высота (скип в положении выгрузки, стрела крана в поднятом состоянии)	»	2400	5730
длина	»	5100	4560
Колея	»	600	900
Вес (без бетоновода)	*кг*	300	500

Ростокинский завод строительных машин (Москва) изготовляет пневматическую установку С-862 (рис. 4). В ее состав входят нагнетатель и ресивер, смонтированные на тележке.

Установка предназначена для транспортирования по трубам (резиновым шлангам) малопластичных растворов, а также бетонных смесей на мелком заполнителе (щебня, гравия до 20 *мм*). В зависимости от конкретных условий бетонирования конусный патрубок на выходе из нагнетателя можно отсоединить и присоединить к нагнетателю бетоновода с внутренним диаметром 121 *мм*. В этом случае установка позволяет подавать заполнитель крупностью до 35 *мм*.

Техническая характеристика

Емкость нагнетателя по загрузке, *л* 150

Емкость нагнетателя геометрическая, *л* 170

Максимальная дальность транспортирования, *м*:

по горизонтали 200

по вертикали 35

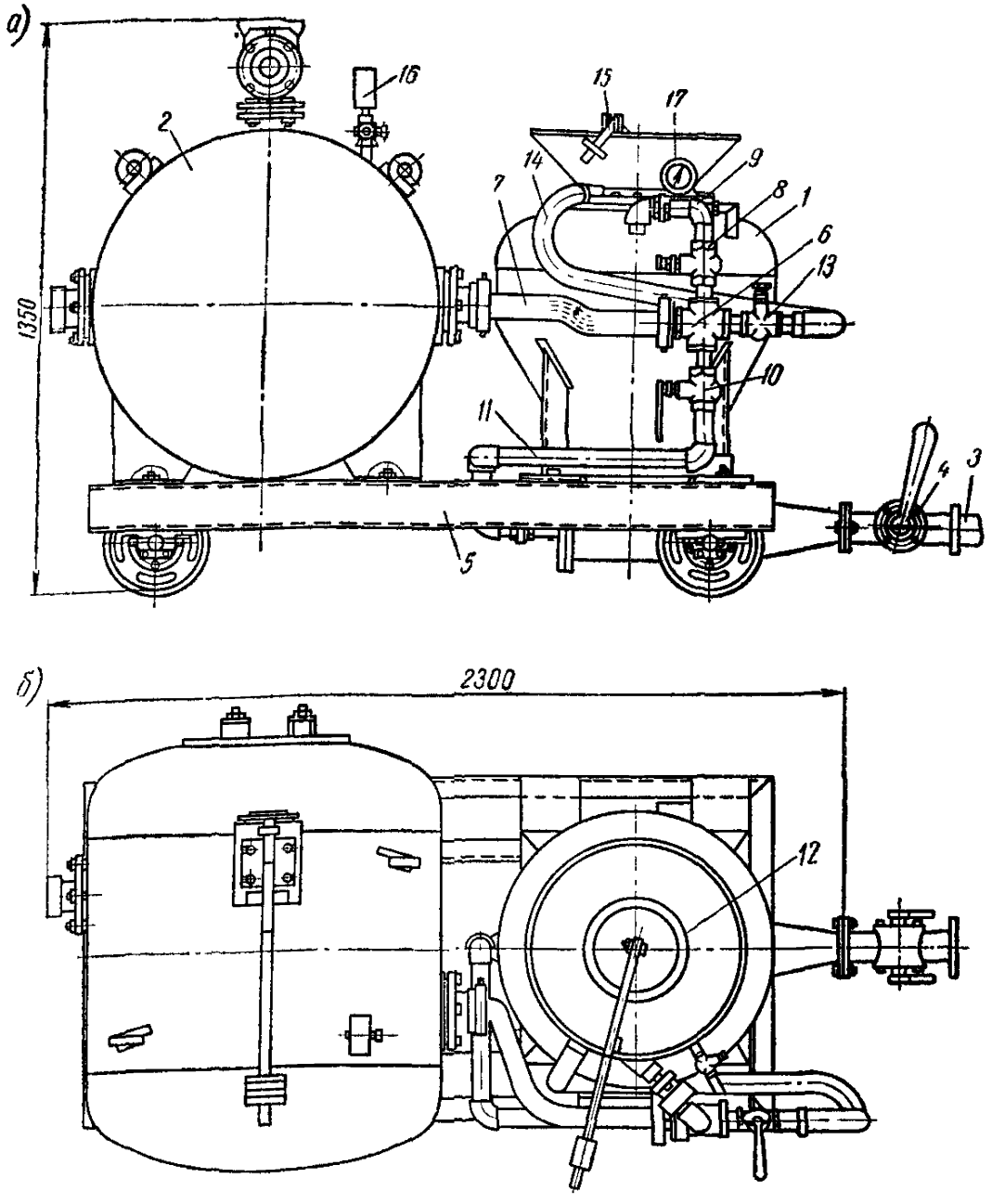


Рис. 4. Общий вид пневматической установки С-862:

а вид сбоку; *б* — план; *1*—нагнетатель; *2*—ресивер; *3*—трубопровод; *4*—затвор, *5*—тележка; *6*—воздухораспределительная крестовина; *7*—шланг для подвода сжатого воздуха от ресивера, *8, 10, 13*—регулировочные краны; *9, 11*—воздуховоды; *12*—крышка-затвор, *14*—шланг для подвода сжатого воздуха к крышке-затвору; *15*—рычаг; *16, 17*—манометры

Внутренний диаметр растворовода, *мм*	65
Емкость ресивера, $м^3$	0,7
Максимальная крупность заполнителя в смеси, *мм*:	
гравия	22
щебня	20
Максимальное давление сжатого воздуха, $кгс/см^2$	7
Производительность при транспортировании на расстояние 200 *м* и осуществлении полного рабочего цикла в течение 2 *мин*, $м^3/ч$	4,5
Производительность компрессора не менее, $м^3/мин$	1,5
Максимальный расход воздуха при транспортировании 1 $м^3$ смеси на расстояние 200 *м*, $м^3$	20
Габаритные размеры, *мм*:	
ширина	1150
высота	1350
длина	2300
Вес, *кг*	860

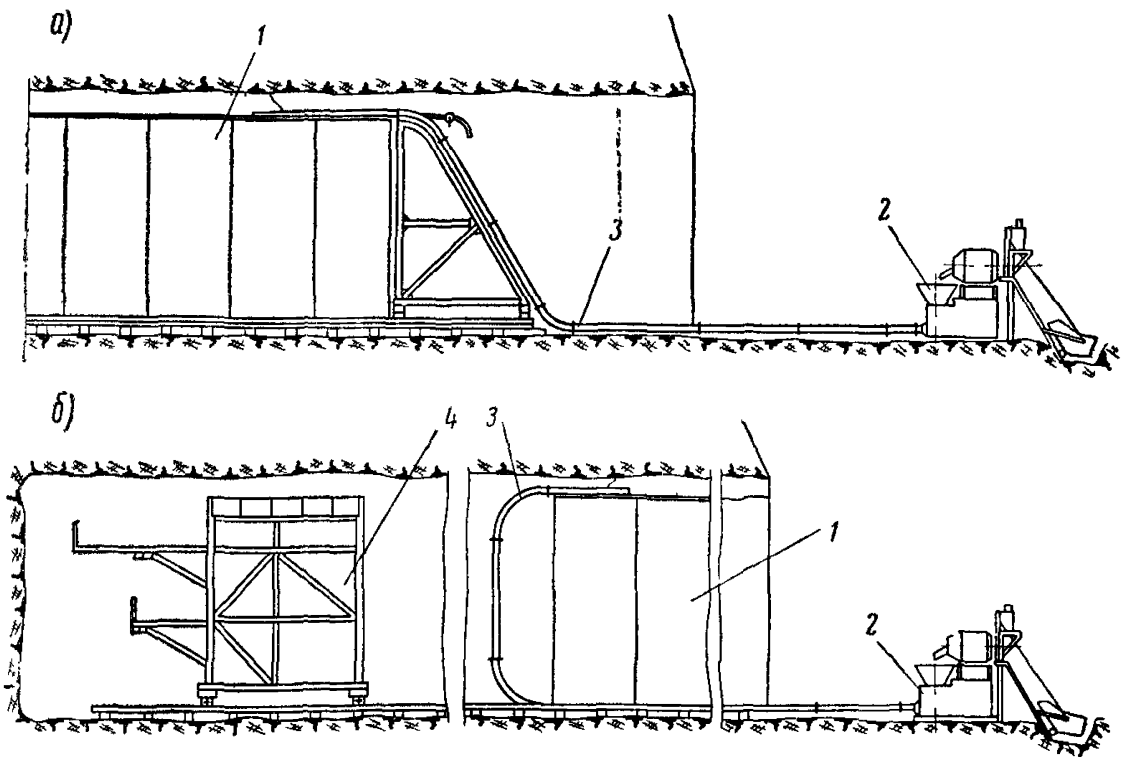
По требованию заказчика установка выполняется на тележке под рельсовую колею 600 *мм* или на лыжах.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВИБРАТОРОВ

Основные данные	Единица измерения	Глубинные				Поверхностные		
		Н-50	И-86	М-116 с большим вибронаконечником	И-116 с малым вибронаконечником	С-413	С-433	С-482
Количество вибраций в *мин* .	—	5700	5700	6700	6700	2800	2800	2800
Кинетический момент дебаланса	*кгс·см*	1,12	2,22	0,35	0,065	0,48	0,80	2,3—4,6—6,85
Электродвигатель	—	Асинхронно короткозамкнутый		Трехфазный, переменный				
Ток	—	Трехфазный, переменный повышенной частоты		Трехфазный, переменный				
Частота тока . .	*гц*	200	200	50	50	50	50	50
Напряжение . .	*в*	36	36	36	36	36	36	220/380
Мощность на валу	*квт*	0,6	1,1	1	1	0,40	0,80	0,40
Вес	*кг*	20	31,5	32	32	43	22	38

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ВОЗВЕДЕНИЯ ОБДЕЛКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТАЦИОНАРНОЙ БЕТОНОУКЛАДОЧНОЙ УСТАНОВКИ

При сооружении бесшовной бетонной обделки по данной схеме (см. рисунок) предусматривается использование оборудования, перечисленного в п. 4.1. В отличие от схем, представленных на рис. 10, 11 и 12 настоящих «Технических указаний», бетоноукладочная установка неподвижна и расположена вне тоннеля у портала.



Технологическая схема возведения обделки при стационарном расположении бетоноукладочной установки:

а—проходческие работы в тоннеле закончены, опалубка у дальнего портала; *б*—тоннель сооружается с применением сборно-разборной опалубки; *1*—опалубка, *2*—бетоноукладочная установка; *3*—бетоновод; *4*—буровая рама

Применение схемы рекомендуется для тоннелей, длина которых не превышает максимальную дальность подачи бетоноукладочной машиной, принятой к использованию.

Обделку сооружают по направлению к бетоноукладочной установке, а бетоновод укорачивают, если проходка тоннеля закончена (рис., *а*). При параллельной системе организации работ бетонирование ведется в направлении от бетоноукладочной установки, а бетоновод наращивают (рис., *б*). Порядок бетонирования в обоих случаях должен соответствовать п. 4.12 настоящих «Технических указаний».

Бетоновод рекомендуется прокладывать по месту, а очищать и подбирать составные элементы—в соответствии со схемами 15, 16 и 17 настоящих «Технических указаний».

Настоящая схема может быть также использована при возведении припортальных участков обделки, когда в поперечном сечении она бетонируется по частям (сначала свод и затем стены).

СМАЗКА ДЛЯ ОПАЛУБКИ

Суспензия водонепроницаемого расширяющегося цемента (ВРЦ) в машинном масле

В смеси расширяющегося цемента с машинным маслом никаких химических реакций не происходит. В процессе твердения смазка всасывается бетоном, после чего ВРЦ начинает гидратировать с водой затворения, в результате чего водопроницаемость и усадочность поверхностного слоя снижаются.

Для приготовления суспензии может быть использовано любое жидкое машинное масло и ВРЦ (ВТУ 6650 МСПТИ) в соотношении 8 : 1—10 : 1. Смазку можно хранить в течение двух месяцев, однако она расслаивается и перед применением ее необходимо перемешивать.

Петролатумно-керосиновая смазка

Петролатумно-керосиновую смазку приготовляют из петролатума и керосина в соотношении 1 : 2 (по весу).

Петролатум—вазелинообразный продукт светло-коричневого цвета, выпускаемый по ГОСТу 4096—54 («Петролатум. Технические условия»), его доставляют в деревянных бочках или цистернах.

Изготовление петролатумно-керосиновой смазки состоит в разогревании петролатума до 60—80° до капельно-жидкого состояния и введения в разогретый петролатум, при легком его помешивании, керосина. Петролатум должен разогреваться в баке с паровой или водяной рубашкой или в ваннах с паровыми регистрами и т. п.

Смазка не расслаивается в течение двух месяцев. Расход смазки—100—200 *г/м*^{2}.

АВТОМАТИЧЕСКИЙ РЕЖИМ РАБОТЫ БЕТОНОУКЛАДОЧНОЙ УСТАНОВКИ

В соответствии с настоящими «Техническими указаниями» давление бетонной смеси за опалубкой при заглублении бетоновода в смесь не должно превышать P_0=2 *кгс/см*². В случае применения пневмобетононагнетателей указанное требование соблюдается, если давление сжатого воздуха в магистрали не превышает 6 *кгс/см*². При механизированной укладке смеси заданный режим работы бетоноукладочной установки осуществляется автоматически. Принцип автоматики основан на том, что мощность электродвигателя главного привода бетононасоса находится в прямой зависимости от развиваемого им давления:

$$N=aP,$$

где N—мощность двигателя в *квт*;

a—1,1 *квт/кгс* · *см*²;

P—давление под поршнем бетононасоса в *кгс/см*².

Давление бетонной смеси за опалубкой P_0 отличается от давления P на величину потерь давления $P_п$ при транспортировании смеси по бетоноводу, которая определяется произведением общей (приведенной) длины бетоновода на удельное сопротивление, составляющее 0,1 *кгс/см*² на *пог. м* горизонтального прямого участка бетоновода

Общая длина бетоновода, состоящего из колен, подъемов и горизонтальных участков, приводится к прямому горизонтальному участку путем следующих пересчетов: колена с углом поворота 90°, 45° и 22°30′ эквивалентны прямому горизонтальному участку длиной соответственно 8, 6 и 4 *м*, а вертикальный участок длиной 1 *м*—5,5 *м*. Давление смеси за опалубкой не будет превышать заданной величины (P_0=2 *кгс/см*²), если будет выполнено следующее условие:

$$N<a(P_п + P_0).$$

Автоматическое соблюдение этого условия обеспечивается тепловым реле. Всякий раз, когда мощность двигателя достигает $N = (P_п + P_0)$, срабатывает реле, которое включает электродвигатель привода перемещения бетоноукладочной установки, вследствие чего бетоноукладочная установка передвигается к забою. Так как бетоновод перемещается вместе с бетоноукладочной установкой, величина заглубления бетоновода в смесь уменьшается и давление за опалубкой падает. При уменьшении мощности реле выключает двигатель перемещения, и цикл повторяется.

Если реле отсутствует, контроль за давлением смеси осуществляется визуальным наблюдением по показаниям ваттметра, который устанавливают на бетононасосе взамен амперметра. Когда мощность двигателя достигает предельного значения, оператор включает привод перемещения бетоноукладочной установки. После передвижки бетоноукладочной установки к забою примерно на 1 *м* цикл бетонирования возобновляется.

ОЧИСТКА, ПРОМЫВКА И УБОРКА БЕТОНОУКЛАДОЧНЫХ МАШИН

Бетононасос

Работа должна производиться в такой последовательности:

а) после прекращения подачи бетонной смеси бетоновод отсоединяют от бетононасоса;

б) выходное отверстие бетононасоса соединяют при помощи колена и гибкого шланга с гасителем, под которым устанавливают вагонетку;

в) приводят в действие бетононасос и струей воды смывают всю бетонную смесь из бункера;

г) бункер и особенно насосную часть тщательно очищают;

д) прокачивают смазку в торцовые уплотнения клапанов до полного удаления раствора, проникшего через уплотнение;

е) проверяют затяжку крепежных болтов и смазывают машину;

ж) проверяют состояние резинового наконечника поршня и в случае надобности подтягивают или заменяют его;

з) осматривают и выявляют состояние гильзы цилиндра, клапанов и футеровку клапанной коробки; одновременно осматривают и определяют состояние всей машины, а при обнаружении каких-либо недостатков— устраняют их;

и) протирают машину от грязи и приводят в порядок рабочее место вокруг бетононасоса.

Бетононасосный агрегат

Очистка, промывка и уборка бетононасосного агрегата после прекращения подачи бетонной смеси должны полностью соответствовать операциям, проводимым с бетононасосом.

Пневмобетононагнетатель

Работа должна производиться в такой последовательности:

а) после прекращения подачи бетонной смеси бетоновод отсоединяют от пневмобетононагнетателя, оставив затвор соединенным с нагнетателем;

б) выходное отверстие затвора соединяют с гасителем при помощи колена или гибкого шланга;

в) затвор закрывают и нагнетатель заполняют водой;

г) после наполнения нагнетателя водой открывают кран для подачи воздуха в верхнюю часть резервуара;

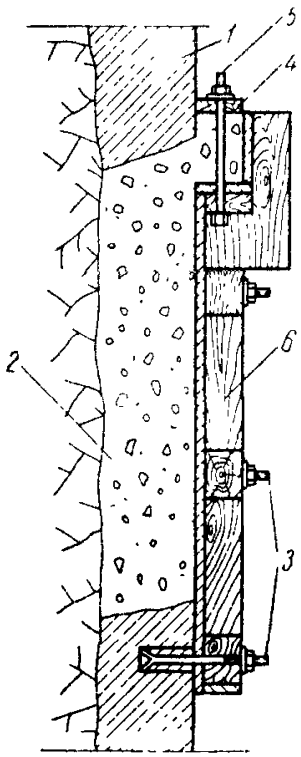
д) открывают затвор и водой под давлением воздуха удаляют остатки бетонной смеси из нагнетателя;

е) протирают нагнетатель снаружи и убирают рабочее место вокруг него.

ЗАПОЛНЕНИЕ ДЕФЕКТНЫХ МЕСТ БЕТОНОМ

Схема опалубки для заполнения бетоном дефектных мест тоннельной обделки показана на рисунке. Для получения плотной заделки дефектных мест необходимо выполнить следующие работы:

а) поверхность старого бетона перед установкой опалубки очистить металлическими щетками и промыть от пыли и кусочков бетона, оставшихся после разделки, а затем покрыть тонким слоем (около 3 *мм*) раствора;



б) немедленно уложить бетонную смесь с минимальным водо-цементным отношением, допускающим укладку в бетонируемое пространство;

в) бетонную смесь после укладки подвергнуть прессовке, а опалубку—вибрации и повторять эту операцию через каждые 30 *мин* до тех пор, пока бетон не затвердеет и не будет поддаваться вибрации;

г) давление на бетонную смесь производить подтягиванием болтов, проходящих через прижимной брус, который должен располагаться над уровнем верха заделки не более чем на 5—7,5 *см*;

д) на второй день после укладки бетонной смеси удалить выступы от загрузочных щелей зубилом, работая снизу вверх,

е) поливать бетон в соответствии с требованиями пп. 5.1 и 5.2 настоящих «Технических указаний».

Схема *опалубки для заполнения бетоном* дефектных мест тоннельной обделки

1 основной бетон; *2*—укладываемый бетон, *3*—анкерные болты; *4* пригружающий брус, *5*—натяжной болт; *6*—опалубка

ЗАДЕЛКА СКВАЖИН «СУХИМ» РАСТВОРОМ

«Сухой» раствор для заделки скважин необходимо приготовлять из цементно-песчаной смеси такого же состава, как и в бетоне с оптимальным количеством воды.

Консистенция раствора перед укладкой должна быть такова, чтобы при легком сдавливании в руках он не выделял воду, но руки оставались бы влажными, и раствор сжимался в шаровидный ком и сохранял потом эту форму.

При недостаточном количестве воды плотной монолитной набивки не получится, большее же количество воды приводит к усадке раствора и неплотной заделке.

«Сухой» раствор следует укладывать и уплотнять слоями толщиной около 1 *см* в уплотненном состоянии.

Каждый слой должен быть тщательно уплотнен (зачеканен) по всей его поверхности стержнем диаметром 2,5 *см* из твердого дерева.

ПРЕДЕЛЬНО-ДОПУСТИМЫЕ ОТКЛОНЕНИЯ РАЗМЕРОВ КОНСТРУКЦИЙ ОТ ПРОЕКТНЫХ

При внешнем осмотре конструкций необходимо проверять соответствие проекту геометрических размеров, расположения отметок конструкций и их частей; отступления не должны превосходить следующих допусков:

Площадь поверхностных раковин глубиной до 20 *мм* на каждой грани элемента должна составлять по отношению к поверхности этой грани не более	2%
Местные отклонения поверхностей бетона при наложении 2-метровой рейки	8 *мм*
Отклонения положения стены тоннеля от проектного положения (расстояние от оси тоннеля до стены)	+50 *мм* —30 »
Отклонения положения шелыги свода от проектной отметки	+50 *мм* —30 »

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие 3

I. Общие положения 4

II. Бетон 5

III. Организация бетонного хозяйства, приготовление и транспортирование бетонной смеси в тоннель . 6

IV. Комплекс оборудования и технологическая схема производства работ по сооружению бесшовной бетонной обделки 7

V. Уход за бетоном и исправление дефектов 25

VI. Контроль качества бетона и бетонных работ. Приемка бетонных работ 25

VII. Техника безопасности при производстве работ по бетонированию обделок 27

Приложения:

1. Журнал возведения бесшовной бетонной обделки 31
2. Акт испытания бетонных контрольных образцов 33
3. Опалубка с упругим покрытием 34
4. Бетоноукладочный агрегат 35
5. Бетононасос С-296 39
6. Бетононасос С-252 41
7. Пневмобетоноукладочные установки 44
8. Технические характеристики вибраторов . . 50
9. Технологическая схема возведения обделки с использованием стационарной бетоноукладочной установки 51
10. Смазка для опалубки 53
11. Автоматический режим работы бетоноукладочной установки 54
12. Очистка, промывка и уборка бетоноукладочных машин 55
13. Заполнение дефектных мест бетоном 56
14. Заделка скважин «сухим» раствором 57
15. Предельно-допустимые отклонения размеров конструкций от проектных 58

Техн редактор А. Б. Орлов

Подписано к печати 30 апреля 1966 г. Объем 3,75 печ. л.
2,9 авт л., 3,01 уч.-изд. л. Зак. 1193 Тир. 1080. Л 47174. Бесплатно.

Типография института «Оргтрансстрой» Министерства транспортного строительства СССР, г. Вельск Арх. обл.

gost.e-ecolog.ru