МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА СССР

ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

РУКОВОДСТВО

ПО СООРУЖЕНИЮ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТВОЛОВ ШАХТ МЕТОДОМ ПОГРУЖЕНИЯ КРЕПИ В ТИКСОТРОПНОЙ РУБАШКЕ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ МЕТРОПОЛИТЕНОВ В СЛОЖНЫХ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

МОСКВА 1974

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА СССР

ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

РУКОВОДСТВО

ПО СООРУЖЕНИЮ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТВОЛОВ ШАХТ МЕТОДОМ ПОГРУЖЕНИЯ КРЕПИ В ТИКСОТРОПНОЙ РУБАШКЕ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ МЕТРОПОЛИТЕНОВ В СЛОЖНЫХ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

МОСКВА 1974

УДК 624.191.5:624.131.439.9(008.2)

ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА, 1974

ПРЕДИСЛОВИЕ

Руководство предназначается для проектирования и производства работ по сооружению вертикальных стволов шахт в сложных гидрогеологических условиях методом погружения крепи в тиксотропной рубашке при строительстве метрополитенов, а также может быть использовано при сооружении вертикальных стволов шахт, рудников и других подземных сооружений различного назначения.

Руководство разработано в соответствии с приказом № 245 Минтрансстроя от 29 декабря 1972 г. по теме ТМ-05-73 следующими организациями: Всесоюзным научно-исследовательским институтом транспортного строительства (ЦНИИИС), Центральным научно-исследовательским и проектно-конструкторским институтом проходческих машин и комплексов для угольной, горной промышленности и подземного строительства (ЦНИИподземмаш), Государственным ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени строительством Московского метрополитена (Мосметрострой) и ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательским институтом оснований и подземных сооружений им. Н. М. Герсеванова (НИИОСП).

Руководство составлено доктором техн. наук, проф. Я. А. Дорманом (руководитель темы, ЦНИИИС), канд. техн. наук Х. И. Абрамсоном (руководитель раздела, ЦНИИподземмаш) и инж. Э. В. Сандуковским (руководитель раздела, Мосметрострой) при участии: кандидатов техн. наук Э. А. Малояна (ЦНИИИС), С. А. Маршака (ЦНИИподземмаш), В. П. Самойлова, С. А. Тер-Галустова (НИИОСП), доктора техн. наук Т. Н. Цай (Минтяжстрой СССР), инженеров П. А. Васюкова, Д. А. Гольденберга, Ю. А. Кошелева (Мосметрострой), Е. А. Василенко, Б. А. Пригорева (Метрогипротранс), П. В. Сахарова (ПКБ Главстроймеханизации).

Руководство утверждено Главтоннельметростроем и согласовано Метрогипротрансом, Главным техническим инспекто-

ром Минтрансстроя и отделом охраны труда ЦК профсоюза рабочих железнодорожного транспорта.

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

Зам. директора ЦНИИСа **Г. ХАСХАЧИХ**

Зам. директора ЦНИИподземмаш **Н. МАЛЕВИЧ**

ВВЕДЕНИЕ

При строительстве вертикальных шахтных стволов и других аналогичных объектов наиболее сложными являются работы по пересечению слоев неустойчивых, водоносных и плывунных пород. В этих условиях обычно применяют специальные способы — предварительное замораживание пород, различные варианты способа опускного колодца, химическое закрепление пород и др.

Применение специальных способов и особенно предварительного замораживания, которое в практике строительства метрополитенов имеет преимущественное распространение, вызывает значительные капитальные затраты и требует длительного времени на выполнение подготовительных работ.

В последние годы в мировой практике промышленного и гражданского строительства находит применение метод погружения опускных сооружений в тиксотропной рубашке. В нашей стране за период 1965—1973 гг. с применением тиксотропной рубашки погружено около 100 опускных колодцев.

Сущность этого метода (проф. Н. В. Озеров) состоит в том, что в процессе погружения зазор между опускаемым колодцем и породой заполняется глинистым раствором (тиксотропной рубашкой), резко снижающим сопротивление трения.

Технологическое преимущество способа опускного колодца заключается в том, что для его осуществления (особенно при сооружении шахтных стволов, размеры которых ограничены по площади в сравнении с опускными сооружениями на промышленных и гражданских объектах, где диаметр опускного колодца достигает 50 *м* и более) не требуется сложного оборудования и больших затрат времени на подготовительные работы.

Применение тиксотропной рубашки позволило коренным образом усовершенствовать способ опускного колодца, обеспечить необходимую надежность, повысить безопасность работ, достичь значительной экономии средств и материалов при высокой экономической эффективности, снизить затраты вре-

мени на сооружение ствола в зоне неустойчивых водоносных и плывунных пород, уменьшить трудоемкость работ, повысить производительность и улучшить условия труда проходчиков. Новая технология позволила в наиболее полном объеме осуществить сооружение стволов при отсутствии людей в забое.

Глинистый раствор, применяемый при погружении опускных сооружений в тиксотропных рубашках, должен обеспечивать:

— снижение сил трения опускной крепи о породу;

— гидродинамическое давление на породные стенки выработки, исключающие их обрушение и оползание;

— кальмотаж (глинизацию) породных стенок;

— снижение водопроницаемости пород за счет проникновения в породу по контактной зоне;

— гидроизоляцию сооружения за счет создания водонепроницаемого экрана вокруг сооружения.

Впервые в отечественной практике погружение крепи шахтного ствола в тиксотропной рубашке было осуществлено на Мосметрострое в 1969 г. Ждановско-Краснопресненского диаметра. К настоящему времени по этой технологии в Москве сооружено 8 стволов, в Киеве — 3 ствола, а в Донбассе при сооружении устья ствола шахты им. Челюскинцев крепь из монолитного железобетона была погружена на глубину 31 *м*.

В связи с успешным внедрением в практику нового метода, в проектах сооружения стволов при строительстве Московского и Киевского метрополитенов в последние годы практически отказались от применения способа предварительного замораживания пород при равных условиях. При этом следует иметь в виду, что гидрогеология Москвы, Киева и ряда других городов, где строятся метрополитены, отличается значительной сложностью. На трассе ствола, как правило, до глубины 20—25 *м* залегают мощные напластования водоносных и плывунных пород со значительным дебитом грунтовых вод.

Отличительной особенностью сооружения стволов шахт при строительстве метрополитенов в условиях больших городов является требование надежности способа производства работ, исключающее деформацию поверхности. Стволы шахт часто размещаются вблизи крупных и уникальных зданий и сооружений. Кроме того, в непосредственной близости от стволов шахт нередко размещается густая сеть подземных инженерных коммуникаций. Эти обстоятельства и обусловили особые требования к способам производства работ при сооружении стволов шахт в метростроении. Стволы шахт, где была применена новая технология работ, сооружали в сложных гидрогеологических условиях. Глубина погружения крепи на одном из ство-

лов шахт достигла 32 *м*. На отдельных объектах на расстоянии 10—15 *м* от оси ствола располагались крупные здания и сооружения (рис. 1).

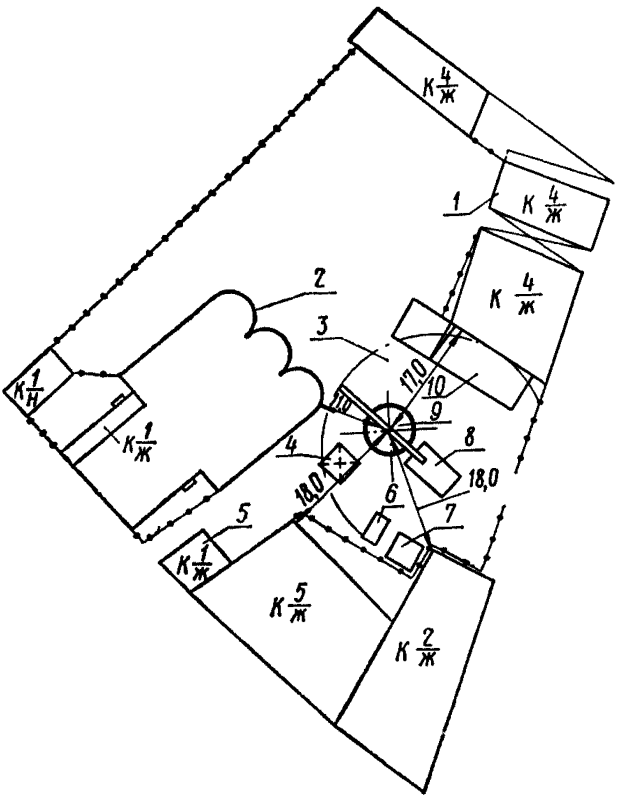


Рис. 1. План шахтной площадки в период проходки ствола № 832 методом погружения крепи в тиксотропной рубашке в зоне неустойчивых и плывунных пород:

1 — контора; 2 церковь (памятник архитектуры); 3 — зона действия крана при максимальном вылете стрелы; 4 — бункер; 5 склад инструмента; 6 — глиномешалка; 7 — склад бентонитовой глины; 8 — кран К-252; 9 — ствол № 832.

Несмотря на сложные условия погружения, ни на одном из объектов не было обнаружено деформаций поверхности. Крепь стволов после погружения не имела недопустимых отклонений от вертикальной оси.

Новая технология сооружения шахтных стволов в условиях сложной гидрогеологии прошла достаточно широкую проверку, в результате которой доказана техническая и экономическая целесообразность этого метода.

СССР — Министерство транспортного строительства ЦНИИС	Руководство по сооружению вертикальных стволов шахт методом погружения крепи в тиксотропной рубашке при строительстве метрополитенов в сложных гидрогеологических условиях	Утверждаю: Главный инженер Главтоннельметростроя С. Н. Власов

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Настоящее Руководство распространяется на проектирование и сооружение вертикальных шахтных стволов при наличии в геологическом разрезе объекта слабых и неустойчивых водоносных пород, пересечение которых не может быть осуществлено без применения специальных способов работ по их предварительному закреплению или осушению.

Руководство не распространяется на проектирование и сооружение шахтных стволов в сейсмоопасных районах, на подрабатываемых территориях, а также в районах с вечномерзлыми и просадочными породами.

Не допускается погружение крепи шахтных стволов, а также и других сооружений в тиксотропных рубашках при наличии в геологическом разрезе карстов, разломов и других нарушений.

Внесены		Согласованы			Срок введения
Всесоюзным научно-исследовательским институтом транспортного строительства (ЦНИИС) Зам. директора ЦНИИСа Г. Д. Хасхачих	Центральным научно-исследовательским и проектно-конструкторским институтом проходческих машин и комплексов для угольной горной промышленности и подземного строительства (ЦНИИподземмаш) Зам. директора Н. А. Малевич	Московским метрострое м Главный инженер Метростроя П. А. Васюков	Проектным институтом «Метрогипротранс» Главный инженер Метрогипротранса В. А. Алихашкин	Главным техническим инспектором Дорпрофсожа Метростроя Д. М. Гродский	

1.2. Настоящее Руководство распространяется на проектирование и производство работ по погружению крепи из чугунных тюбинговых колец, применяемых при сооружении вертикальных стволов в метростроении.

1.3. Руководство содержит требования, предъявляемые к проектированию и производству работ, материалам, конструкциям, оборудованию и приспособлениям, необходимым при сооружении вертикальных стволов шахт методом погружения крепи в тиксотропной рубашке.

1.4. Тиксотропные рубашки могут применяться при погружении крепи ствола без водоотлива в условиях затопления ствола, а также с открытым водоотливом и с применением предварительного водопонижения.

При водопонижении иглофильтрами последние следует располагать на расстоянии не менее, чем 1,5 *м* от внешнего контура крепи.

1.5. Все работы по сооружению вертикальных стволов в сложных гидрогеологических условиях методом погружения крепи в тиксотропной рубашке должны выполняться с соблюдением требований следующих разделов СНиП:

II-Б.5-67 «Свайные фундаменты из забивных свай. Нормы проектирования»;

II-Д.3-68 «Метрополитены. Нормы проектирования»;

III-Д.3-68 «Метрополитены. Правила организации строительства, производства и приемки работ»;

III-Б.7-62 «Опускные колодцы и кессоны. Правила производства и приемки работ»;

III-А.11-70 «Техника безопасности в строительстве».

1.6. Основные положения технологии работ по сооружению стволов, рекомендуемые для условий метростроения, могут быть использованы в случае применения этого метода для погружения крепи шахтных стволов или других сооружений.

2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ

2.1. Проект производства работ по сооружению ствола шахты методом погружения крепи в тиксотропной рубашке должен содержать следующие данные:

— план строительной площадки со всеми наземными подземными сооружениями с нанесенным на нем местоположением ствола и привязкой его оси к полигонометрии трассы. На плане должны быть указаны места установки контрольных геодезических реперов для наблюдения за деформациями дневной поверхности земли и сооружений. Отвод земельного участка под строительную площадку должен быть согласован с соответствующими организациями;

— подробный геологический разрез по оси ствола с характеристиками пересекаемых пород, уровнями и притоками грунтовых вод и структурой контакта неустойчивых и плотных подстилающих пород;

— рабочие чертежи конструкции ствола, включая чертежи опорного воротника, ножевого кольца, подвесного полка;

— рабочие чертежи верхнего вентиляционного узла (для вентиляционных шахт метрополитена);

— рабочие чертежи домкратной системы и опорной конструкции;

— рабочие чертежи энергоснабжения, водоснабжения, водостока строительной площадки, согласованные с соответствующими организациями;

— рабочие чертежи организации работ с пояснительной запиской.

2.2. В целях наиболее точного определения гидрогеологического строения пород, а также положения контактов водоносных пород и водоупора относительно горизонтальной плоскости, необходимо закладывать по периметру ствола не менее трех геологоразведочных скважин.

2.3. Наблюдение за состоянием подземных сооружений должно производиться в шурфах, места заложения и число которых определяется проектом.

2.4. Опорный воротник сооружается в котловане, отметка подошвы которого должна быть не менее чем на 50 *см* выше уровня грунтовых вод.

2.5. Вес опорного воротника с учетом веса грунта, опирающегося на консоль воротника (грунтового пригруза), должен превышать максимальные нагрузки, создаваемые домкратной системой, не менее чем на 20%. Вес грунтовой пригрузки, участвующей в восприятии нагрузок, следует принимать с $K=0{,}3$ от веса грунта засыпки котлована.

Рекомендуется применение опорного воротника, разработанного ПКБ Главстроймеханизации Минтрансстроя (рис. 2).

2.6. При проектировании опорного воротника и домкратной системы для погружения крепи в качестве определяющего параметра принимаются нагрузки на крепь ствола, обеспечивающие ее погружение.

Указанные нагрузки должны обеспечить преодоление сопротивлений, возникающих между породой и крепью (сопротивление трения), и сопротивление вдавливанию ножевой части в породу. Нагрузки на крепь рассчитываются по приложению 8. Коэффициент трения в зоне тиксотропного раствора $f_т$ следует принимать равным 0,01.

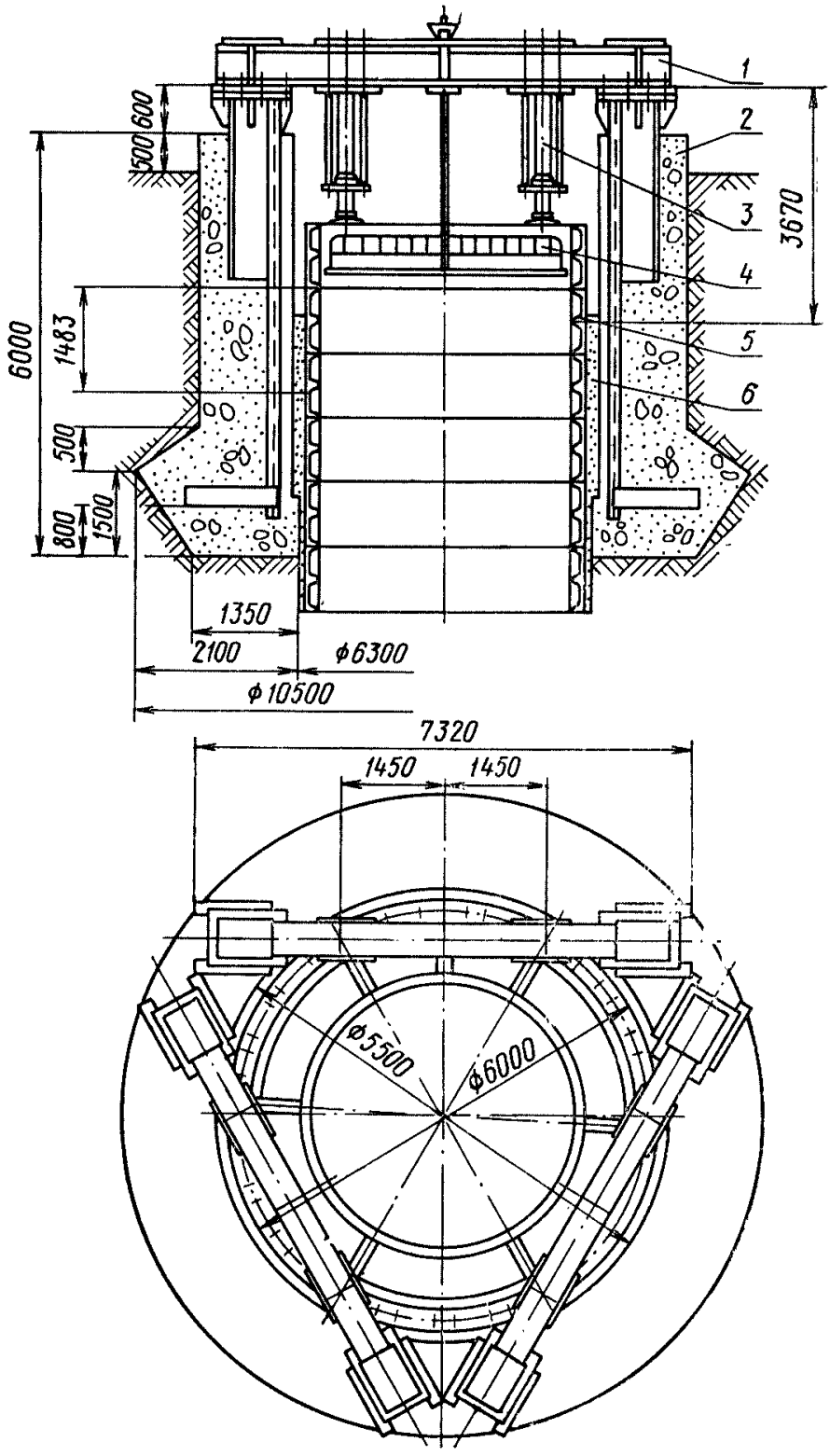


Рис. 2. Конструктивная схема опорного воротника и домкратной системы:

1 — балочные пакеты (инвентарные) для подвески домкратов; 2 — опорный воротник; 3 — гидравлические домкраты; 4 — подвесной (инвентарный) кольцевой рабочий полок; 5 — тюбинговая крепь ствола; 6 — тиксотропный раствор

2.7. Допускаемые сосредоточенные нагрузки на крепь от одного домкрата не должны превышать 100 *т*.

2.8. Угол заострения ножевого кольца не должен превышать 17°. Величину уширения ножевого кольца относительно наружного контура крепи рекомендуется принимать равной 100 *мм*. Высота ножевого кольца должна быть не менее 1 *м*. Рекомендуется применение ножевого кольца опускной крепи, разработанного ПКБ Главстроймеханизации Минтрансстроя (рис. 3).

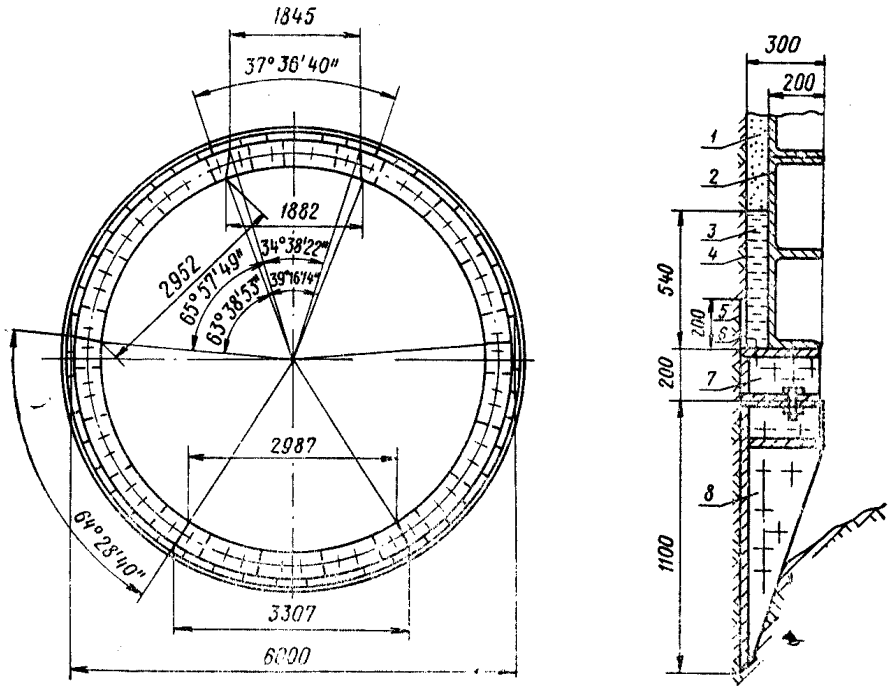


Рис. 3. Конструктивная схема ножевого и уплотняющего кольца:
1 — тиксотропный раствор; 2 — тюбинговая крепь ствола; 3 — слой жирной уплотненной глины; 4 — уплотнительная манжета; 5 — защитное кольцо; 6 — прижимная планка; 7 — промежуточная вставка; 8 — ножевое кольцо.

2.9. При применении для упора домкратов конструкций балочных или иных систем балки, а также узлы сопряжения их с деталями, закрепляемыми в опорном воротнике, подвергаются поверочному расчету.

2.10. При использовании метода погружения крепи в тиксотропной рубашке в зоне жилых домов, промышленных сооружений и сложных подземных коммуникаций, расположенных на расстоянии менее 25 *м* от ствола, при мощности неустойчивых пород более 10 *м* и глубине их залегания более 15 *м*

проектом должны быть предусмотрены специальные мероприятия на случай аварийной ситуации. Условия предотвращения выпуска неустойчивых пород при снятии гидропригруза должны соблюдаться в соответствии с графиками приложения 9.

3. МАТЕРИАЛЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ И ПОДАЧИ В СТВОЛ ШАХТЫ ТИКСОТРОПНОГО РАСТВОРА

3.1. Глины, служащие материалом для приготовления тиксотропного раствора, должны быть предварительно подвергнуты лабораторным исследованиям.

Пригодность глины для использования в тиксотропном растворе определяется следующими показателями:

гранулометрическим составом:

— глинистых частиц размерами свыше 0,005 *мм* должно быть не менее 30—40%;

— глинистых частиц размерами свыше 0,001 *мм* должно быть не менее 10%;

— песчаных частиц размерами 1—0,05 мм должно быть не более 10%;

числом пластичности — не менее 20;

набуханием — не менее 15—20%;

удельным весом — 2,70—2,75 *г/см*^{3};

влажностью на пределе раскатывания — не менее 25%.

При наличии в глине частиц размерами более 2 *мм* удалять их во время приготовления глинистого раствора необходимо путем сливания раствора в емкость по лотку, имеющему в конце металлическую сетку, или же пропуская раствор через вибросито.

3.2. Пробы глин из местных карьеров для лабораторных исследований следует отбирать не менее чем из трех мест в каждом карьере; масса проб должна быть не менее 3 *кг*.

3.3. Для приготовления глинистых растворов предпочтительно применять натриевые глины ввиду большой набухаемости в воде и возможности получения на их основе стабильных тиксотропных растворов.

3.4. Местные глины, характеристики которых отличаются от приведенных в п. 3.1, должны быть «улучшены» путем специальной обработки кальцинированной содой Na_2CO_3 в количестве 0,1—0,5% от массы раствора. Качество глинистых растворов может быть улучшено также их химической обработкой другими реагентами:

— углещелочным (УЩР);

— карбоксиметилцеллюлозой (КМЦ);

— нирофосфатом натрия ($Na_4P_2O_7$);
— силикатом натрия (жидкое стекло).

3.5. При пересечении правийно-галечных пород для предотвращения больших потерь (ухода) глинистого раствора рекомендуется увеличивать его вязкость путем обработки жидким стеклом или известью по специальной рецептуре.

3.6. Рецептура обработки раствора химическими реагентами для геологических условий каждого конкретного ствола (или другого объекта) должна определяться лабораторией глинистых растворов или химической лабораторией.

3.7. Показатели качества глинистых растворов для тиксотропных рубашек в зависимости от геологических и гидрогеологических условий в зоне погружения крепи ствола (а также и других сооружений) должны удовлетворять значениям, приведенным в табл. 1.

3.8. Расчет потребного количества глины для получения 1 $м^3$ глинистого раствора заданного удельного веса производится по формулам, приведенным в приложении 1.

3.9. В особых случаях при осложненных условиях проходки может возникнуть необходимость использования глинистых растворов удельного веса 2,2—2,4 $г/см^3$.

Повышение удельного веса достигается путем введения в раствор специальных утяжелителей: бария, гематита, магнетита и пиритовых огарков.

Потребное количество утяжелителя определяется по формуле:

$$g = \frac{\gamma(\gamma_1 - \gamma_2)}{\gamma - \gamma_1},$$

где g — масса утяжелителя на 1 $м^3$ глинистого раствора, $т$;
γ — удельный вес утяжелителя в порошке, $т/м^3$;
γ_1 — удельный вес раствора после введения утяжелителя;
γ_2 — удельный вес раствора до введения утяжелителя.

3.10. Для проведения лабораторных исследований показатели качества глинистого раствора должны определяться следующими приборами:

удельный вес, γ, $г/см^3$ — ареометрами АГ-1 или АГ-2;
вязкость T, *сек* — вискозиметром СПВ-5;
водоотдача B, $см^3$ — прибором ВМ-6;
толщина глинистой корки K, *мм* — прибором ВМ-6;
статическое напряжение сдвига Θ, $мг/см^2$ — прибором СНС-2;

Рекомендуемые параметры глинистых растворов для тиксотропных рубашек в зависимости от характера пород, пересекаемых опускным сооружением

Таблица 1

Параметры глинистого раствора (показатели качества)	Измеритель	Характеристика пород						Примечание
		глинистые слабопористые	суглинки	пески с тенденцией образования обвалов	пористые карбонные, способные частично поглощать раствор	пористые трещиноватые	гравийно-галечные породы, способные поглощать раствор	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Удельный вес, γ	*г/см*³	1,08—1,15	1,08—1,2	1,08—1,20	Не более 1,2	Не более 1,1	1,1—1,15	Рекомендуемые параметры глинистых растворов предусматривают благоприятные гидрогеологические условия для погружения опускных сооружений — гидростатический напор подземных вод менее 10 *м*, малое поглощение раствора породой, глубина погружения до 20 *м*.
Вязкость по СПВ-5, Т	*сек*	20—25	22—30	25—35	25—45	Не менее 45	40—50	
Содержание песка, П	%	Не более 4	Не более 3	Не более 4	Не более 3	Не более 3	1—2	
Содержание отмытого песка в растворе, ОП	%	Не более 1	Не более 0,5	Не более 1	Не более 0,5	Не более 0,5	1—0,5	

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Суточный отстой, О	%	2—3	0—2	1—3	Не более 2	0—1	0—1	Для погружения крепи шахтных стволов в сложных гидрогеологических условиях параметры глинистого раствора должны быть определены лабораторией с учетом конкретных условий каждого ствола
Водоотдача, В	*см*³	12—15	15—20	12—15	10—12	Не более 10	10—12	
Предельное статическое напряжение сдвига за 1 *мин* и за 10 *мин*, Θ	*мг/см*²	20—40 40—80	30—50 50—80	20—60 60—80	30—80 50—100	50—150 150—200	75—150 150—200	
Толщина глинистой корки, К	*мм*	2—5	2—3	2—4	2—3	1—2	1,0	
Стабильность, С	*см*³	0,02—0,03	0—0,03	0,01—0,02	0,02—0,03	0,01—0,02	0,01—0,02	
Расплыв по конусу АзНИИ, цилиндру НИИОСП, Р	*см*	17—20	17—20	15—17	15—17	Не более 17	17—20	

содержание песка $П$, % — отстойником Лысенко;

стабильность С, $г/см^3$ — цилиндром ЦС, ареометрами АГ-1 или АГ-2;

суточный отстой $О$, % — мерным цилиндром;

расплыв Р, $см$ — по конусу АзНИИ или цилиндром НИИОСП.

3.11. Количество глинистого раствора следует рассчитывать с учетом размеров полости между крепью и породой, возможных местных расширений этой полости, а также потерь раствора при проникновении его в породы. Ориентировочно расход глинистого раствора, потребный для заполнения всей закрепной полости, должен приниматься с коэффициентом запаса 1,5. Исходя из этого производится расчет необходимого количества глины на весь объем работ.

3.12. Для приготовления тиксотропных глинистых растворов рекомендуется применение глинопорошков заводского изготовления (приложение 2). Глинопорошки должны храниться в сухом состоянии и отвечать техническим условиям на глинопорошки для бурения (приложение 3).

3.13. При применении глинопорошков заводского изготовления для быстрого и качественного приготовления глинистого раствора рекомендуется использовать быстродействующие растворомешалки емкостью 0,75 $м^3$ типа РМ-750 или емкостью 1,0 $м^3$ типа РМ-1000 конструкции треста «Гидроспецстрой» МЭИЭ СССР.

3.14. Приготовленный глинистый раствор должен сливаться в емкость объемом 2—4 $м^3$, а затем насосом перекачиваться в закрепную полость.

3.15. Вода для приготовления глинистых растворов должна быть чистой и соответствовать требованиям на воду для затворения бетона (ГОСТ 4797-69 «Бетон гидротехнический, материалы для его приготовления»).

3.16. К растворомешалке должен быть подведен водопровод. Воду в растворомешалку следует подавать через дозировочное устройство.

3.17. При производстве работ в зимнее время для тиксотропной рубашки может быть рекомендован раствор карналитовой соли Березниковского калийного комбината. Для приготовления 1 $м^3$ раствора удельным весом 1,05—1,08 $г/см^3$ необходимо 500 $кг$ карналита и 50 $кг$ каустика. Раствор не замерзает до температуры — 35°С.

3.18. Подачу глины к загрузочному устройству (люку) глиномешалки следует механизировать.

3.19. Для приготовления и хранения химических реагентов следует иметь на площадке соответствующую емкость.

3.20. Для подачи глинистого раствора из емкости в полость тиксотропной рубашки рекомендуется применять насосы типов С-263, С-317 или НФ-4.

3.21. Для подачи глинистого раствора рекомендуется применять рукава напорные (тип «В» по ГОСТ 8318-67) внутренним диаметром 50 *мм*.

4. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ

4.1. Для сооружения шахтных стволов методом погружения крепи в тиксотропной рубашке необходимо иметь оборудование, обеспечивающее выполнение следующих работ:

— разработку забоя с выдачей породы на поверхность;

— бункеризацию породы;

— погружение крепи;

— монтаж тюбинговых колец;

— приготовление и транспортировку тиксотропного раствора;

— подъемно-транспортные операции, связанные с сооружением ствола.

4.2. В качестве рабочего органа для разработки забоя, выдачи породы на поверхность и погрузки ее в автотранспорт рекомендуется применять одноканатные проходческие четырехчелюстные грейферы типа «Темп» конструкции института «ЦНИИподземмаш» емкостью 0,5—0,8 $м^3$.

4.3. Конструкция этих грейферов позволяет разрабатывать породы под слоем воды методом подводного землечерпания.

Основные технические параметры грейферов типа «Темп» (рис. 4) приведены в табл. 2.

Таблица 2

Показатели	Единица измерения	Тип грейфера	
		„Темп-1“	„Темп-2“
Полезная емкость	$м^3$	0,8	0,5
Высота:			
при открытых челюстях	*мм*	3550	2645
при закрытых челюстях	*мм*	3075	1630
Диаметр:			
при открытых челюстях	*мм*	2280	1720
при закрытых челюстях	*мм*	2100	1590
Масса грейфера	*т*	3,75	2,340
Масса грейфера с породой	*т*	5,50	3,200

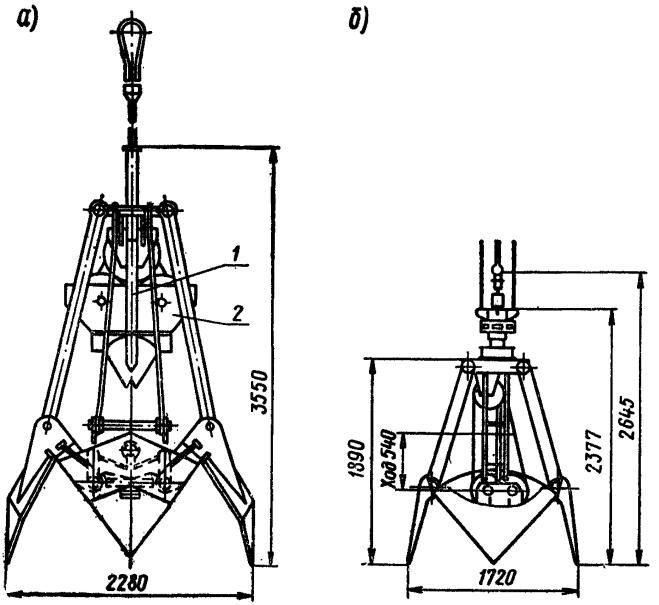


Рис. 4. Грейферы «Темп-1» (а) и «Темп-2» (б):
1 — труба упорная; 2 — каретка.

4.4. Грейфер «Темп-1» разгружается только при опирании его на площадку (схема работы грейфера приводится на рис. 5).

4.5. Грейфер «Темп-2» (рис. 6) оборудован специальным устройством для фиксирования разгрузки на заданной высоте — на весу.

4.6. Для более эффективной разработки забоя и особенно плотных глинистых пород рекомендуется применять грейфер «Темп-1».

4.7. Грейферы типа «Темп» являются сменным навесным рабочим органом крана, используемого в качестве грузоподъемного механизма по спуску грейфера в забой и выдаче породы на поверхность.

4.8. При применении грейферов типа «Темп-1» следует использовать кран грузоподъемностью 20—25 *т*. При применении грейферов типа «Темп-2» возможно использование кранов грузоподъемностью 12—16 *т*.

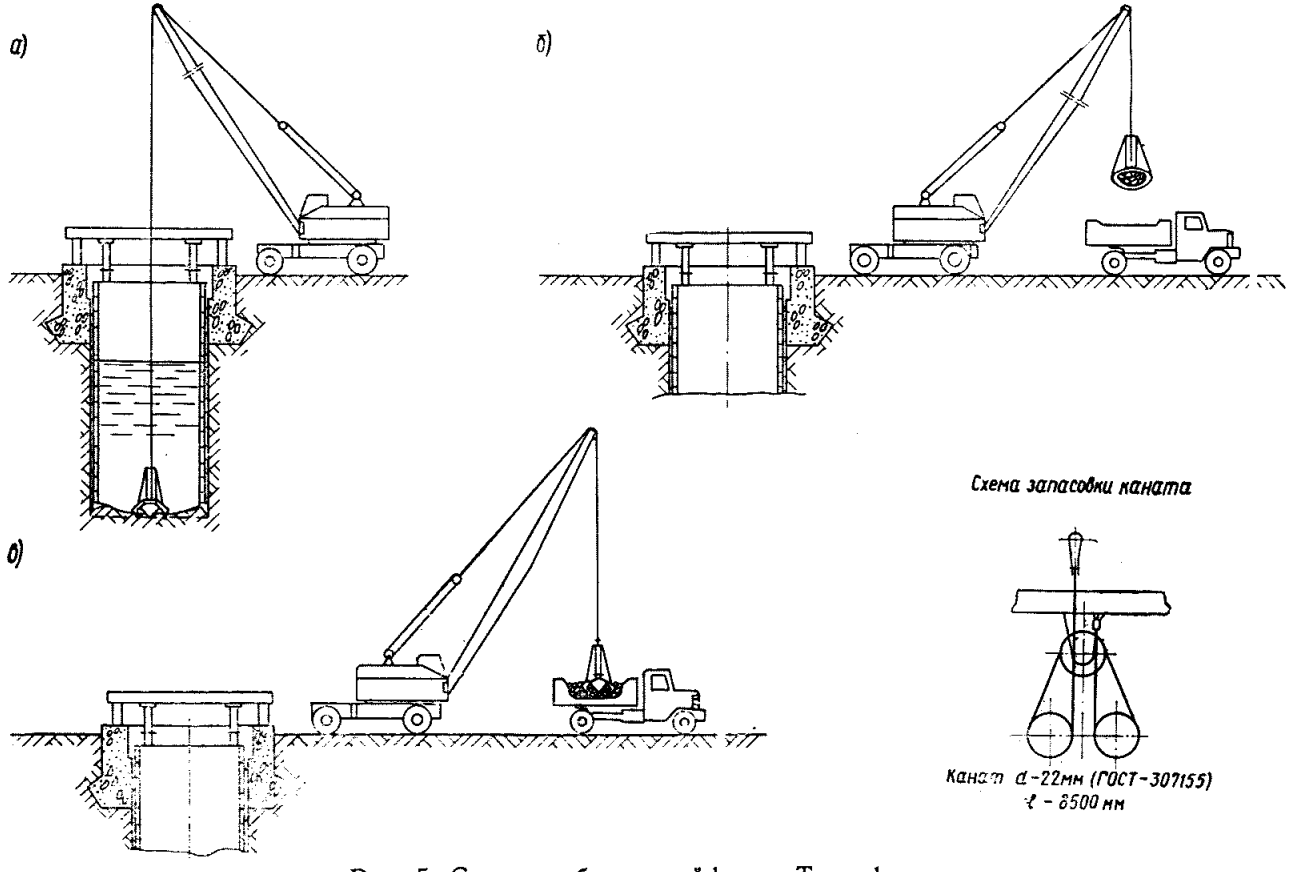


Рис. 5. Схема работы грейфера «Темп-1»:

а — спуск в забой; б — подъем загруженного грейфера к месту разгрузки (автосамосвал или бункер); в — разгрузка.

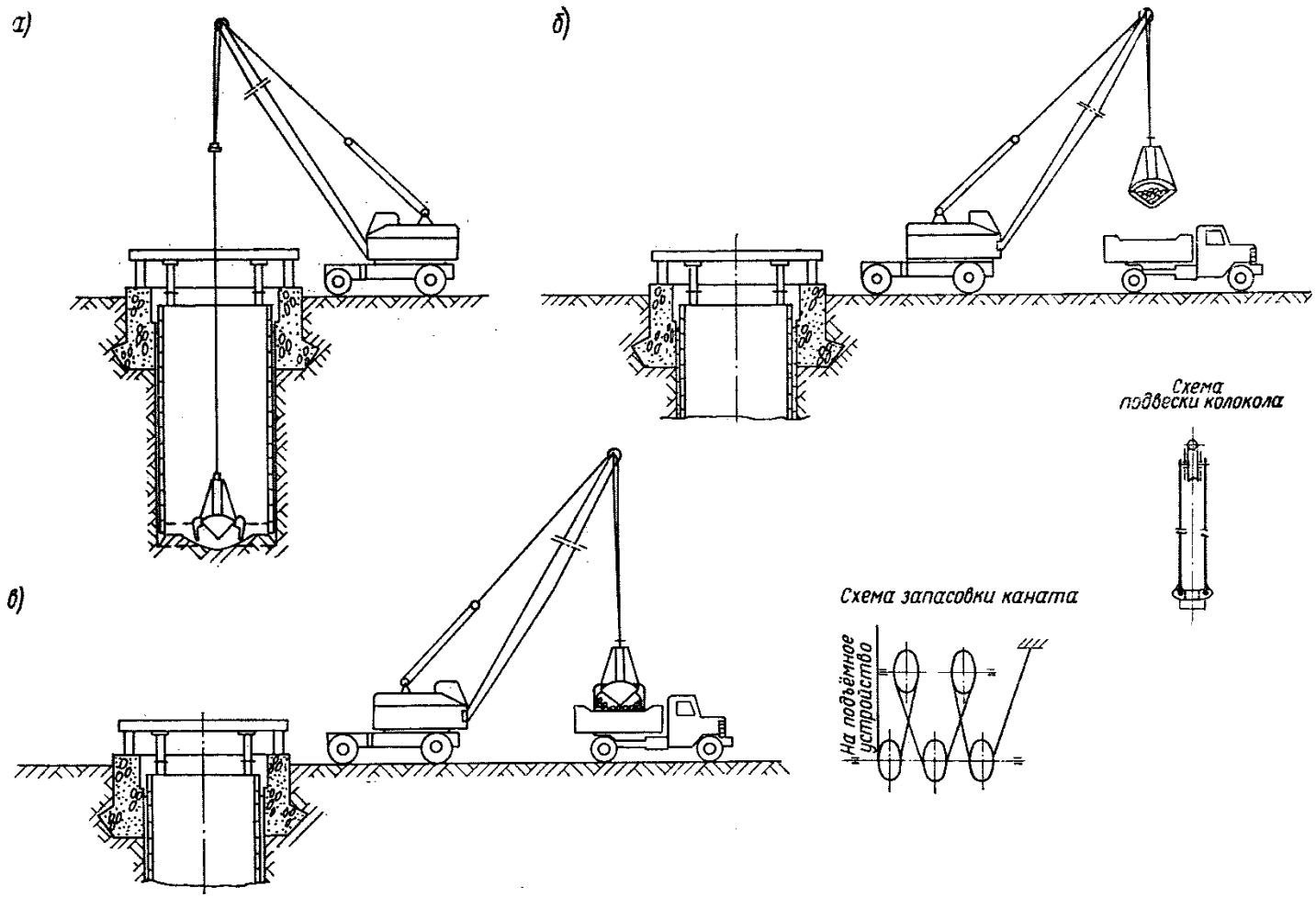


Рис. 6. Схема работы грейфера «Темп-2»:
а — спуск в забой, черпание, разработка забоя; б — подъем с грузом; в — разгрузка.

4.9. При применении грейферов типа «Темп» следует руководствоваться инструкцией по их эксплуатации, разработанной институтом «ЦНИИподземмаш».

4.10 Для погружения крепи ствола рекомендуется применять гидравлические домкраты типа Д-60 (рис 7), используемые в гидросистеме щитов при сооружении перегонных тоннелей метрополитенов.

Основные технические параметры домкратов Д-60:

Наибольшее усилие прямого хода, *тс*	120
Наибольшее усилие обратного хода, *тс*	50
Наибольший ход штока, *мм*	1200
Наибольшее рабочее давление, *кгс/см²*	300
Испытательное давление, *кгс/см²*	350
Рабочая жидкость	Минеральное масло «Индустриальное-20».
Масса домкрата, *кг*	1025
Длина домкрата (с убранным штоком), *мм*	2060
Диаметр цилиндра, *мм*	250

4.11. Для погружения крепи ствола диаметром 5,5—6,0 *м* (типовые поперечные сечения стволов в метростроении) и обеспечения необходимой глубины задавливания ножевой части в породу с сохранением целостности тюбингов обделки рекомендуется применять 6 домкратов, равномерно располагаемых по окружности кольца крепи ствола.

4.12. Для создания необходимого давления в гидросистеме рекомендуется насос Н-403 Е (производительность 35 *л/мин*; максимальное давление 320 *кгс/см²*, мощность двигателя 35 *квт*).

4.13. Маслостанцию, состоящую из насоса высокого давления, бака для масла, пусковой и контрольной аппаратуры, рекомендуется устанавливать в непосредственной близости от ствола.

4.14. Для обеспечения отстоя воды из породы, выдаваемой из ствола, рекомендуется применение накопительного бункера, конструкция которого рекомендуется из 2—3 тюбинговых колец.

4.15. Разгрузка грейферов «Темп-1» непосредственно в автосамосвал допускается при грузоподъемности автомашины не менее 7,5 *т*.

5. ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ

5.1. В комплекс подготовительных работ, связанных с сооружением ствола методом погружения крепи в тиксотропной рубашке, входят: подготовка строительной площадки к со-

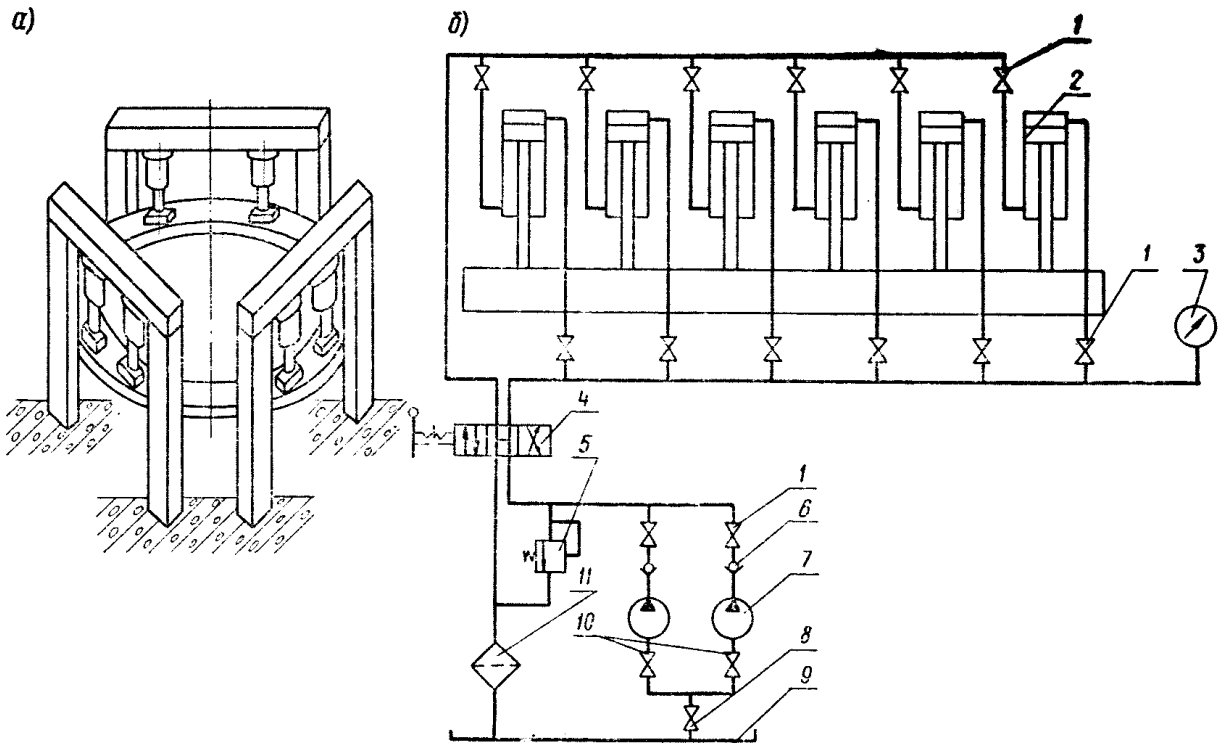


Рис. 7. Схема размещения домкратов (а) и гидравлическая схема домкратной системы для погружения крепи шахтного ствола в тиксотропной рубашке (б):

1 — вентиль; 2 домкрат щитовой; 3 — манометр с демпфером; 4 — золотник; 5 — клапан предохранительный; 6 — клапан обратный; 7 — насос; 8 — кран пробковый $d_у$ 50; 9 — бак; 10 — кран пробковый $d_у$32; 11 — фильтр.

оружению ствола; снос зданий и сооружений в зоне строительной площадки; перекладка подземных коммуникаций; ограждение площадки; обеспечение объекта электроэнергией, водой, сжатым воздухом; устройство водостока для откачиваемой из ствола воды; геодезические работы по вынесению в натуру осей ствола и других сооружений; оснащение объекта механизмами и оборудованием для производства работ; сооружение опорного воротника и устройство домкратной системы; монтаж ножевой части опускной крепи с уплотнительным устройством для удержания тиксотропного раствора; монтаж первых колец крепи ствола в пределах опорного воротника.

5.2. Работа по сооружению опорного воротника включает разработку котлована и установку: опалубки, анкерных стоек домкратной системы, тампонажных трубок, закладных деталей для крепления направляющих брусьев, а также укладку бетона и обратную засыпку пазух котлована.

5.3. Тампонажные трубки, предназначенные для заполнения пустот под основание опорного воротника, выполняются из труб диаметром 50 *мм* и устанавливаются по окружности опорного воротника на расстоянии 1,5—2,0 *м* друг от друга. Нижний конец трубки должен заглубляться в грунт на 50—100 *мм*, а верхний конец выступать из бетона на 150—200 *мм* и иметь разьбу для присоединения шланга, по которому подается материал для заполнения пустот. Эти же трубки служат для контроля за состоянием грунта под опорным воротником.

5.4. Котлован для сооружения опорного воротника выполняется без крепления стенок с откосом, обеспечивающим их устойчивость. Уклон откосов в каждом отдельном случае должен быть определен проектом. Дно котлована до установки опалубки опорного воротника должно быть выровнено под рейку.

5.5. В соответствии с проектом, определяющим конструкцию опорного воротника, в котловане устанавливается опалубка. Для внутренней опалубки рекомендуется применение тюбингов, собираемых в кольца увеличенного на 300—400 *мм* диаметра, для чего в кольца должны быть заложены специальные вставки.

5.6. Укладка бетона в конструкцию опорного воротника производится после установки закладных деталей: анкерных балок домкратной системы, болтов крепления направляющих брусьев, тампонажных трубок, конструктивной арматуры и футляров для трубопроводов и кабелей, которые должны быть в последующем проложены по стволу. Правильность установки всех закладных деталей должна быть проверена с участием

маркшейдерской службы и зафиксирована актом на скрытые работы.

5.7. Укладку бетона следует выполнять послойно, равномерно по всему периметру опорного воротника, с систематическим контролем положения закладных деталей и опалубки.

5.8. Распалубку конструкции опорного воротника разрешается производить по достижении бетоном не менее 50% проектной прочности.

5.9. Засыпку пазух котлована опорного воротника рекомендуется выполнять песком с уплотнением, обеспечивающим плотность засыпки 0,95—0,98, после обязательного снятия наружной опалубки.

5.10. В состав работ по монтажу домкратной системы входят: установка балочных пакетов, подвеска к ним домкратов, установка маслостанции, монтаж гидрокоммуникаций с запорной арматурой, установка контрольно-измерительной аппаратуры.

5.11. Рекомендуется применение инвентарных балочных пакетов, предназначенных для их многократного использования. Крепление пакетов к анкерным стойкам выполняется точеными болтами через просверленные отверстия.

5.12. Подвеска домкратов к балочным пакетам должна выполняться строго вертикально для предотвращения внецентренного приложения нагрузок на тюбинговое кольцо.

5.13. Трубопроводы гидрокоммуникаций рекомендуется располагать в полках балочных пакетов, обеспечивающих их защиту от повреждений при спуско-подъемных операциях.

5.14. Установка запорной арматуры должна обеспечивать независимое выключение одного или нескольких домкратов и безопасное ее обслуживание в процессе погружения крепи.

5.15. Для контроля за работой домкратной системы у насоса и наиболее удаленного от нее домкрата должны быть установлены манометры на спиральных трубках, включенные в сеть через краны.

5.16. Двигатель насоса высокого давления должен быть заземлен в соответствии с правилами техники безопасности.

5.17. Домкраты и запорная арматура к ним на маслостанции должны быть замаркированы одинаковыми номерами.

5.18. Ножевое кольцо рекомендуется выполнять инвентарным для его повторного использования.

5.19. Ширина площадки режущей кромки-банкетки ножа не должна превышать 20 *мм*. В целях повышения жесткости сегментов ножа полость между вертикальной и наклонной плоскостью-диафрагмой должна быть заполнена бетоном.

5.20. Уплотнительная манжета выполняется из многослойной транспортерной ленты. Отогнутая часть манжеты должна быть высотой не менее 500 *мм*. Пространство между отогнутой частью манжеты и тюбингами первого кольца должно быть заполнено плотно утрамбованной глиной.

5.21. Сборка сегментов ножа выполняется на подкладках, обеспечивающих точность установки ножа относительно горизонтальной плоскости. До начала погружения крепи подкладки должны быть извлечены с обеспечением неподвижности ножевой части.

5.22. Качество сборки ножевой части и монтажа колец в пределах опорного воротника должно быть обследовано техническим надзором с участием представителя маркшейдерской службы и зафиксировано актом на скрытые работы.

5.23. Для обеспечения безопасного ведения работ по монтажу тюбинговых колец и гидроизоляции швов между тюбингами необходимо устройство кольцевого полка, подвешиваемого к балочным пакетам на специальных подвесках, которые допускают спуск и подъем полка на высоту не менее 600 *мм*.

Полок должен быть оборудован стопорами, фиксирующими его положение при нахождении на нем работающих. Рекомендуется применение полка, разработанного ПКБ Главстроймеханизации (рис. 8).

Применение подмостей другого типа может быть разрешено только по согласованию с проектной организацией.

5.24. Над стволом необходимо устройство специального командного мостика, откуда должна быть обеспечена прямая видимость ствола и машиниста крана.

5.25. На командном мостике должен быть закреплен плакат с расписанием сигналов и основных правил выполнения грузоподъемных операций.

5.26. Энергоснабжение строительной площадки до подачи электроэнергии по постоянной схеме допускается осуществлять от временного источника мощностью не менее 50 *квт*. При подаче электроэнергии по постоянной схеме временную сеть рекомендуется сохранить как аварийную. При производстве работ в зимний период растворный узел и маслостанция должны быть утеплены.

5.27. До начала работ по погружению крепи ствола должен быть сооружен водосток с отстойником для откачиваемых из ствола шахтных вод.

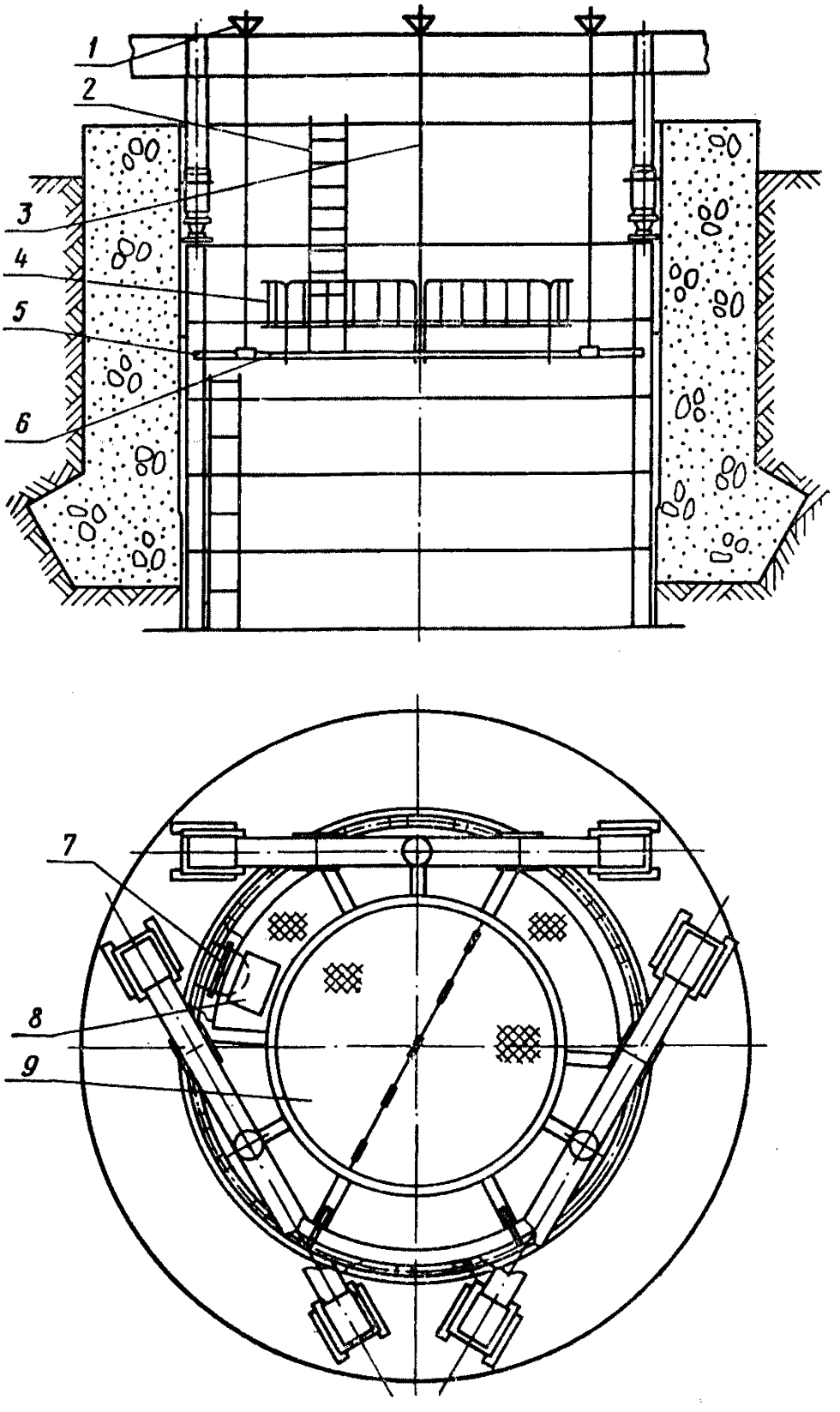


Рис. 8. Схема подвесного полка для монтажа тюбинговых колец при погружении крепи ствола в тиксотропной рубашке:

1 — натяжное устройство; 2 — лестница для спуска на полок; 3 — тросовые подвески полка; 4 — ограждение; 5 — выдвижные опоры (убираются при погружении крепи); 6 — подвесной кольцевой полок; 7 — лестница для спуска в ствол; 8 — люк для выхода на лестницу в ствол; 9 — съемное перекрытие (устанавливается при монтаже тюбингового кольца).

5.28. Окончание подготовительных работ, правильный и безопасный монтаж оборудования должны быть зафиксированы актом с участием представителей отдела техники безопасности, главного механика вышестоящей организации и горнотехнической инспекции. Акт приемки выполнения подготовительных работ и монтажа механизмов является разрешением для производства работ по погружению крепи.

6. ПРОИЗВОДСТВО РАБОТ ПО ПОГРУЖЕНИЮ КРЕПИ СТВОЛА

6.1. Производство работ по сооружению ствола шахт методом погружения крепи в тиксотропной рубашке включает в себя комплекс технологически взаимосвязанных процессов, в результате выполнения которых крепь при наращивании отдельными кольцами на поверхности погружается по мере выемки породы из забоя ствола.

Типовая технологическая схема производства работ по фазам приводится в приложении 7.

6.2. Общая технология работ по сооружению ствола в зоне неустойчивых и плывунных пород слагается из следующих процессов:

— сооружение опорного воротника;

— монтаж домкратной системы;

— монтаж ножевой части опускной крепи и уплотняющего устройства;

— монтаж первых тюбинговых колец в пределах опорного воротника;

— заполнение зазора тиксотропным раствором;

— разработка забоя и выдача породы в зоне неустойчивых пород;

— погружение крепи в зоне неустойчивых пород;

— вдавливание ножевого кольца в плотные породы — водоупор;

— откачка воды из ствола;

— тампонаж закрепного пространства;

— демонтаж ножевой части опускной крепи.

6.3. К погружению крепи следует приступить только после заполнения тиксотропным раствором зазора между опорным воротником и тюбинговой крепью.

6.4. В зоне неустойчивых и плывунных пород ножевая часть опускной крепи должна быть постоянно вдавлена в породу не менее чем на 0,5 *м*.

6.5. По мере погружения крепи тиксотропный раствор необходимо подавать в закрепное пространство с таким расче-

том, чтобы уровень раствора постоянно был выше подошвы опорного воротника на 2 *м*.

6.6. При пересечении зоны водоносных и плывунных пород погружение крепи должно производиться под слоем воды. Отметка уровня воды в стволе должна превышать уровень водоносного горизонта не менее чем на 1 *м*, что создает гидравлический пригруз на забой ствола, обеспечивающий уравновешивание гидростатического напора подземных вод и предотвращение выноса плывунных пород из-под ножевой части крепи в забой ствола.

6.7. Разработка забоя должна производиться слоями высотой 0,3—0,5 *м*.

6.8. Погружение крепи должно производиться одновременно с разработкой забоя по мере выемки породы.

6.9. Выемку породы следует производить из центральной части забоя с оставлением по контуру ствола бермы шириной 0,5—0,6 *м*, которая должна срезаться ножевой частью при погружении крепи.

6.10. Опережение забоем нижней кромки-банкетки ножа в центральной части ствола допускается лишь в плотных глинистых породах не более чем на 0,5 *м*. В неустойчивых породах опережение забоем банкетки ножа не допускается.

6.11. При остановке погружения крепи из-за значительного сопротивления пород вдавливанию ножевой части разрешается разработать берму до уровня банкетки ножа. Подработка забоя ниже банкетки ножа допускается в исключительном случае и только в присутствии лиц технического надзора. При этом особое внимание следует обратить на положение верхнего уровня тиксотропного раствора и обеспечить подачу воды в ствол на случай необходимости его аварийного затопления.

6.12. Откачку воды из забоя разрешается производить только после заглубления банкетки ножа в водоупор на глубину 1,5 *м* ниже слоя водоносных пород. При этом должна быть обеспечена возможность срочного затопления ствола на случай прорыва плывунных пород из-под ножа или тиксотропного раствора через стыки в тюбингах и т. п.

6.13. Разработку забоя при пересечении ножевой частью опускной крепи слоев плотных глин или суглинков до вскрытия твердых пород разрешается вести с опережающей разработкой ядра забоя при условии оставления бермы по контуру забоя. Обнажение диафрагмы ножа на высоту более чем 0,5 *м* при этом не допускается.

6.14. В случае прекращения продвижения крепи из-за сложности разработки породы забоя грейфером допускается производить разработку отбойными молотками. Совмещение

разработки забоя с одновременной выдачей породы из ствола грейфером не допускается.

6.15. При достижении банкеткой ножа слоев твердых пород дальнейшее погружение крепи должно быть прекращено.

6.16. Монтаж тюбингового кольца производится после погружения крепи на величину, равную высоте кольца с учетом необходимого (не меньше 50 *мм*) зазора между башмаками домкратов и монтируемым кольцом.

6.17. Монтаж тюбингового кольца может осуществляться краном, которым производится выдача грунта из забоя ствола, или другим грузоподъемным механизмом.

6.18. Во время монтажа тюбингового кольца другие работы в стволе должны быть прекращены.

6.19. Установка тюбингов должна производиться с подвесного кольцевого полка, подвешенного к балкам домкратной системы.

6.20. Перед началом монтажа очередного кольца тюбингов полок должен быть закреплен с помощью фиксаторов на ранее установленном тюбинговом кольце.

6.21. Болтовые скрепления тюбингового кольца должны устанавливаться с применением гидроизоляционных шайб, болты должны быть оснащены сферическими металлическими и гидроизоляционными полиэтиленовыми шайбами. Завинчивание болтов должно выполняться до отказа — раздавливания сферических шайб.

6.22. Пробки, закрывающие отверстия в тюбингах для нагнетания, должны быть оснащены гидроизоляционными полиэтиленовыми шайбами. Пробки в отверстия должны быть установлены до подачи тюбингов в ствол.

6.23. Конопатку швов между тюбингами необходимо выполнять каболкой (просмоленным канатом) сразу после окончания монтажа тюбингового кольца. Применение пакли не рекомендуется, так как отходы ее являются причиной засорения и остановки насосов при откачке воды из ствола.

6.24. Для наблюдения за состоянием крепи ствола и ликвидации возможных течей через швы тюбингов по мере погружения крепи через каждые 4 *м* необходимо устанавливать кольцевые полки с ограждением, а также лестницами между ними. Пользование полками разрешается только после освидетельствования технического надзора.

Работающие на полках должны быть обеспечены монтажными поясами.

6.25. Переход от погружения крепи в зоне неустойчивых и плывунных пород к сооружению ствола в твердых породах с подводкой тюбинговых колец снизу должен производиться пос-

ле демонтажа ножевого кольца или при примыкании кольца тюбингов непосредственно к ножевому кольцу.

6.26. Демонтаж ножевого кольца производится после тампонажа закрепного пространства.

6.27. Чеканка швов тюбингов свинцовым шнуром производится после изъятия из швов временной чеканки — каболки.

6.28. Тампонаж закрепного пространства за крепью может быть осуществлен двумя способами: оставленным тиксотропным раствором за крепью или заменой тиксотропного раствора цементно-песчаным.

6.29. Тиксотропный раствор, превращаясь за крепью ствола в гель, образует плотное глинистое покрытие обделки и породных стенок выработки. В результате за крепью образуется гидроизоляционный экран, защищающий ствол от фильтрации в него воды через крепь.

6.30. Устройство гидроизоляционного экрана осуществляется путем защемления тиксотропного раствора цементными поясами на уровне первых двух тюбинговых колец выше ножевой части и двух верхних тюбинговых колец.

6.31. Подача цементного раствора для устройства нижнего цементного пояса производится по трубам диаметром 50 *мм*, погружаемым через тиксотропный раствор до уровня уплотняющей манжеты в зоне ножевого кольца. Верхний пояс также устраивается путем подачи цементного раствора по трубам.

Цементный раствор для устройства защемляющих поясов принимается состава 1 : 1.

6.32. Замену тиксотропного раствора цементно-песчаным следует производить также через трубы, погруженные в тиксотропный раствор. По мере вытеснения тиксотропного раствора цементно-песчаным трубы должны подниматься — укорачиваться.

6.33. Подачу цементного раствора для устройства защемляющих поясов, а также цементно-песчаного для тампонажа следует производить насосом, применяемым для тампонажа тоннельной обделки.

6.34. Производство первичного тампонажа через тампонажные отверстия в тюбингах не допускается.

6.35. Демонтаж ножевого кольца следует производить с немедленным подведением тюбингов, заменяющих извлеченные сегменты ножевого кольца.

Разработка породы в забое одновременно более чем на один тюбинг не допускается.

6.36. Разработка забоя в крепких породах ниже зоны погружения крепи в тиксотропной рубашке разрешается только после нагнетания за подведенное снизу первое кольцо и

твердения тампонажного раствора в течение 36 *ч*. Тампонажный раствор для нагнетания в первое кольцо должен иметь состав компонентов 1 : 1. Применение шлакопортландцемента для приготовления раствора не допускается.

6.37. При углублении ствола в зоне крепких пород первые пять колец тюбингов следует устанавливать с тампонированием каждого кольца, а разработку забоя под установку тюбингов производить с подработкой забоя не более чем на один тюбинг.

6.38. Вспомогательные процессы при погружении крепи ствола в тиксотропной рубашке включают:

— приготовление глинистого раствора;

— погрузку породы из накопительного бункера в автотранспорт;

— вентиляцию ствола в период его сооружения в зоне крепких пород после откачки воды;

— откачку воды из ствола;

— геодезическое и маркшейдерское обслуживание проходческих работ, включая наблюдения за наземными и подземными сооружениями в зоне производства работ.

6.39. Глинистый раствор следует приготавливать в соответствии с установленными проектом параметрами. Состав раствора проверяется начальником смены не менее двух раз в сутки. Форма журнала учета расхода и контроля состава тиксотропного раствора приводится в приложении 4.

6.40. Погрузку породы грейфером из накопительного бункера в автотранспорт рекомендуется производить во время монтажа очередного кольца автомобильным или козловым краном.

6.41. Для проветривания ствола во время работы в нем на поверхности должен быть установлен вентилятор. Свежий воздух подается по рукавам диаметром 600 *мм* из прорезиненной ткани. При производстве работ в зимний период времени струя воздуха должна быть предварительно подогрета до температуры не менее +1°С при помощи калорифера. В перерывах между сменами или при прекращении работ по другим причинам ствол необходимо перекрывать утепленными щитами.

6.42. Откачку воды из ствола рекомендуется производить насосами, смонтированными на специальном полке, опускаемом по мере понижения уровня воды в стволе.

6.43. При обнаружении течей глинистого раствора через швы тюбинговой обделки (в период откачки воды из ствола) водоотлив должен быть остановлен до ликвидации утечек. По-

низившийся в результате утечки уровень тиксотропного раствора должен быть немедленно восстановлен.

6.44. Подачу команд-сигналов машинисту крана должен выполнять квалифицированный рабочий-сигналист, постоянно закрепленный на этой работе. В случае аварийной ситуации в стволе подачу сигналов должен осуществлять представитель технического надзора.

7. ГЕОДЕЗИЧЕСКО-МАРКШЕЙДЕРСКИЕ РАБОТЫ

7.1. В комплекс геодезическо-маркшейдерских работ входят:

— разбивка и закрепление осей ствола;

— вынесение центра ствола для сооружения опорного воротника;

— вынесение отметок и контроль за монтажом опускной крепи в пределах опорного воротника;

— контроль за погружением крепи;

— заключительные работы после окончания погружения крепи ствола с применением тиксотропной рубашки.

7.2. Разбивка и закрепление осей ствола производится от пунктов полигонометрии с точностью ±10 *мм*.

Координаты центра ствола выдаются проектной организацией.

7.3. Оси ствола закрепляются на поверхности штырями, заложенными в бетон геодезических тумб вне зоны деформации, и служат в последующем для периодического восстановления осей и центра ствола

7.4. Вынос центра ствола для сооружения опорного воротника производится инструментально от закрепленных осей на дно котлована и фиксируется на пластине, замоноличенной в бетоне. Точность выноса центра должна составлять ±5 *мм*.

7.5. От закрепленного центра устанавливаются кружала или тюбинговые кольца, служащие опалубкой опорного воротника. Точность установки кружал ±15 *мм*. На опалубку выносятся оси ствола, по которым ориентируются при установке анкерных балок домкратной системы.

7.6. После снятия опалубки определяется положение в плане опорного воротника относительно центра по отвесу, подвешиваемому в центре ствола. Измерения производятся по направлениям четырех взаимно перпендикулярных диаметров через каждые 3 *м* высоты воротника.

7.7. При сооружении опорного воротника необходимо обратить особое внимание на соблюдение всех проектных размеров и точность установки закладных деталей, а также вести

постоянную съемку основных конструктивных элементов сооружения.

7.8. При бетонировании на верхнем обрезе опорного воротника по горизонтальным осям устанавливаются металлические пластины. Закрепление осей на пластинах, а также передача высотных отметок на них производится с точностью ±3 *мм*. Оси выносятся при помощи теодолита, устанавливаемого на бетонных тумбах (см. п. 7.3).

7.9. На внутреннюю бетонную поверхность опорного воротника на уровне верха ножевого кольца переносятся оси ствола, проверяется ранее заданный центр пересечения осей, а затем нивелиром или гидроуровнем задаются отметки верха ножевого кольца для контроля горизонтального положения его.

7.10. Перед установкой сегментов ножевого кольца на подошве забоя опорного воротника по контуру ножа должны быть горизонтально уложены деревянные подкладки-брусья.

7.11. При монтаже ножевого кольца центры болтовых отверстий сегментов должны располагаться строго по проектному радиусу. Контрольные промеры должны производиться не менее чем по восьми радиусам. Отклонения в получаемых результатах не должны превышать ±10 *мм*.

7.12. После окончания монтажа ножевого кольца необходимо проверить горизонтальное положение его верхней плоскости. Перекос ножевого кольца по двум взаимно перпендикулярным осям относительно горизонтальной плоскости не должен превышать ±5 *мм*.

Расположение болтовых отверстий сегментов ножевого кольца должно точно соответствовать расположению отверстий тюбингов обделки ствола.

7.13. Установка направляющих брусьев должна производиться от фактического центра смонтированного ножевого кольца на расстоянии ±5 *мм* от наружного контура крепи ствола. Расположение направляющих брусьев по окружности ствола указывается в проекте.

7.14. Правильность монтажа колец тюбинговой крепи в пределах опорного воротника контролируется по четырем диаметрам. Отклонение колец от проекта не должно превышать ±25 *мм*.

7.15. Балочные пакеты домкратной системы устанавливаются горизонтально с точностью ±5 *мм* в соответствии с проектной геометрической схемой. Домкраты устанавливаются вертикально с точностью ±5 *мм*. Оси домкратов должны быть привязаны к центру ствола.

7.16. Перед погружением крепи ствола необходимо установить визирные рейки в непосредственной близости от направ-

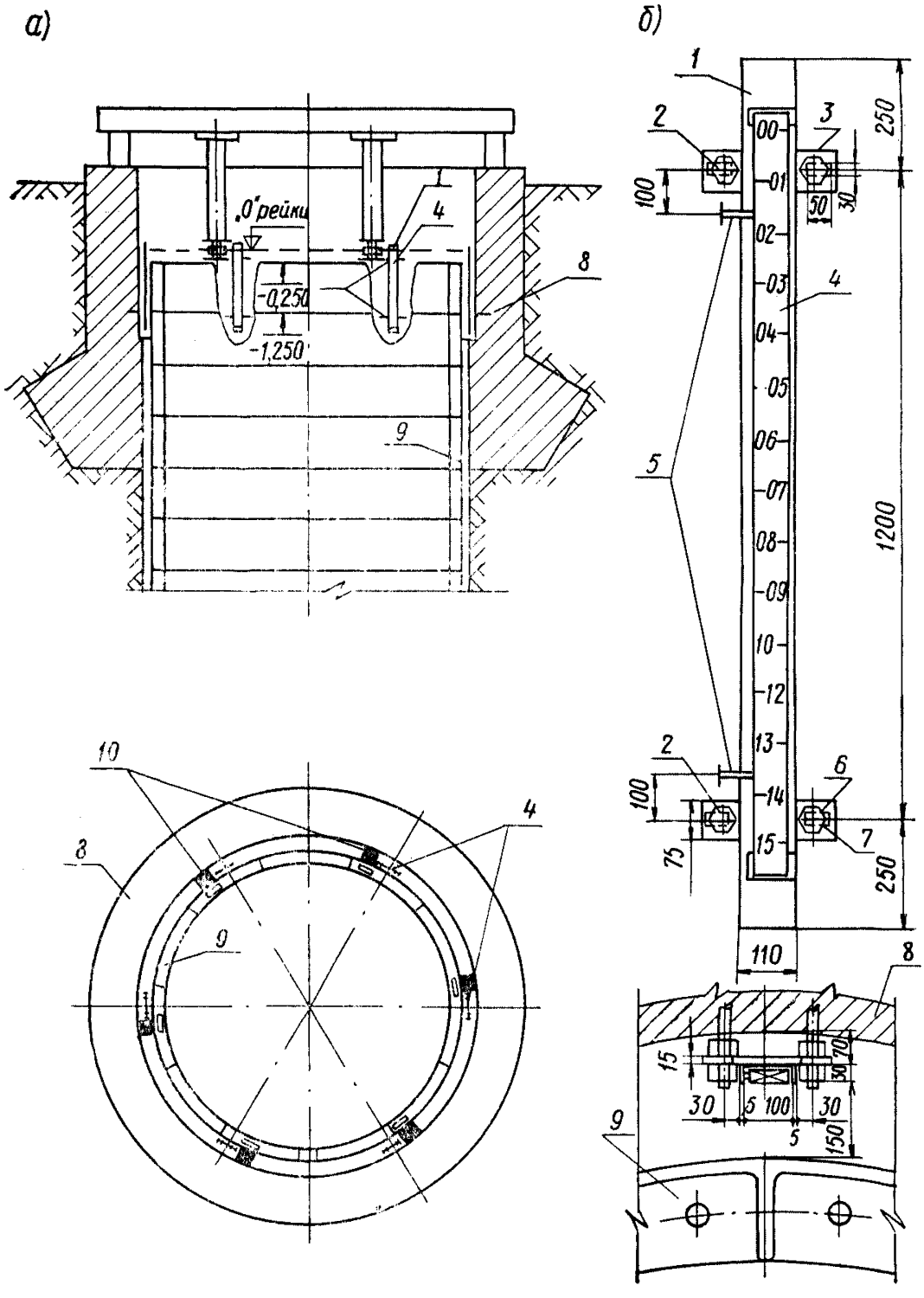


Рис. 9. Схема установки (а) и конструкция (б) визирных реек:

1 — футляр; 2 — зажимные гайки; 3 — узел крепления футляра к опорному воротнику; 4 — визирная рейка; 5 — зажимные винты; 6 — планка крепления футляра; 7 — регулировочная прорезь; 8 — опорный воротник; 9 — крепь ствола.

ляющих брусьев и домкратов. Рейки должны быть установлены строго горизонтально в одной плоскости на расстоянии 100—120 *мм* от спинки тюбингов.

Конструкция визирных реек и крепление их к опорному воротнику показаны на рис. 9.

7.17. При погружении крепи на очередную заходку (одно кольцо) начальник смены обязан контролировать по визирным рейкам положение плоскости тюбингового кольца во избежание перекоса (крена) крепи ствола (рис. 10). Допускаемый абсолютный и относительный перекосы плоскости верхнего кольца по двум взаимно перпендикулярным осям определяются по табл. 3.

Таблица 3

Диаметр ствола, *м*	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5
Абсолютный перекос (крен), *мм*	12	14	17	18	21	22	24	27	29	30
Относительный перекос (крен)	0,0026		0,0028		0,0030		0,0031		0,0032	

Погружение крепи на последних 100 *мм* каждой заходки должно производиться с рихтовкой верхней плоскости тюбингового кольца по гидроуровню или нивелиру. Нивелир устанавливается на откидном маркшейдерском столике, прикрепленном к опорному воротнику. Допускаемый абсолютный перекос в плоскости верхнего кольца по двум взаимно перпендикулярным осям определяется по табл. 4.

Таблица 4

Диаметр ствола, *м*	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5
Абсолютный перекос (крен), *мм*	6	7	8	9	10	11	12	14	14	15
Относительный перекос (крен)	0,0013		0,0014		0,0015		0,0015		0,0016	

7.18. При выходе из строя хотя бы одного из домкратов работы по погружению опускной крепи необходимо приостановить. Возобновление работ по погружению крепи разрешается лишь после ремонта или замены домкрата.

7.19. Перекос плоскости колец должен определяться с помощью двух уклономеров, располагаемых по двум взаимно перпендикулярным диаметрам.

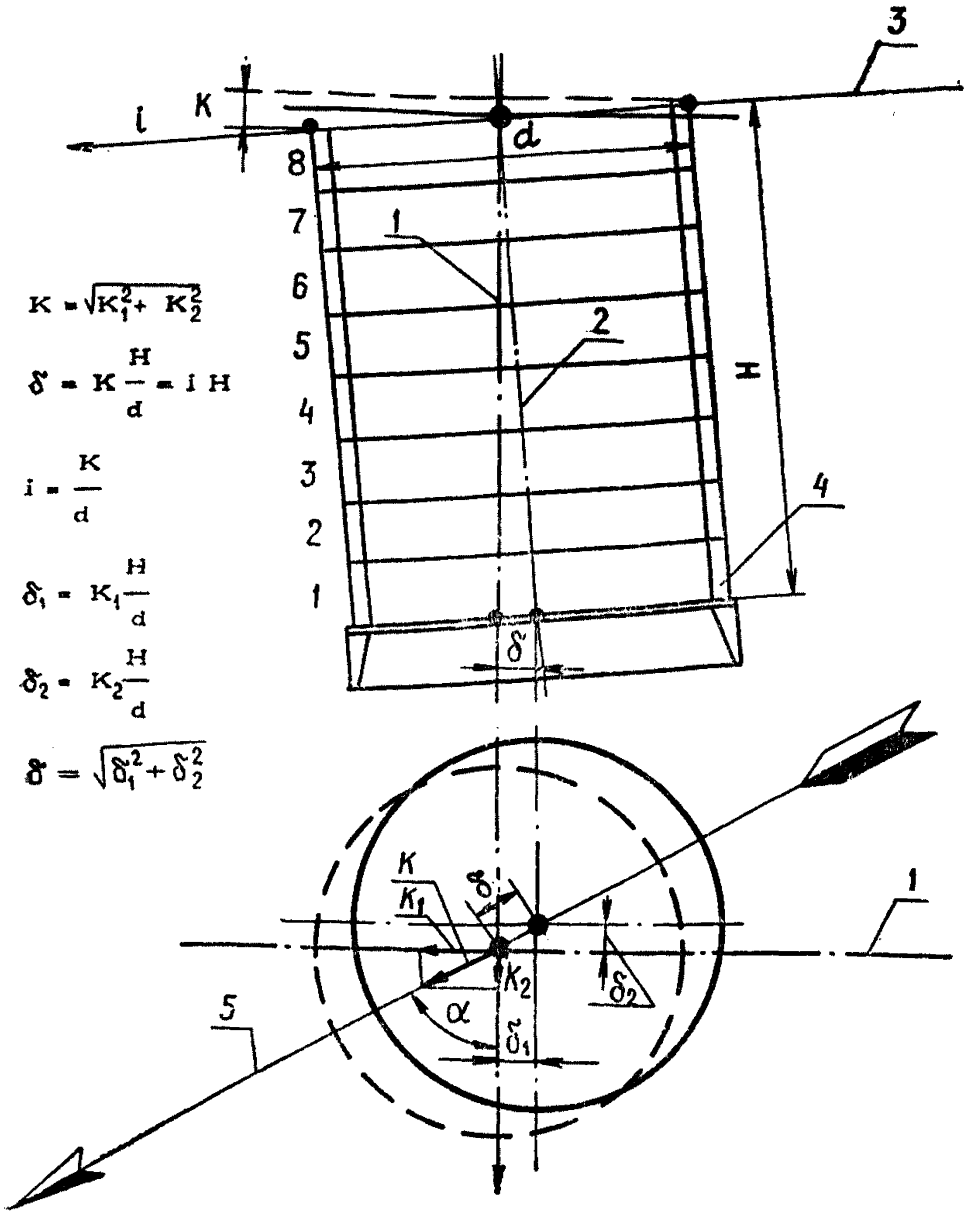


Рис. 10. Определение максимального перекоса (крена) и смещения центра нижнего кольца опускной крепи:

1 — проектная ось ствола; 2 — фактическая ось ствола; 3 — направление максимального перекоса (крена); δ — величина максимального смещения центра нижнего кольца относительно верхнего; K_1 и K_2 — величины и направление перекоса (крена) по двум взаимно перпендикулярным осям ствола; K — величина и направление максимального перекоса (крена) плоскости верхнего кольца крепи; δ_1 и δ_2 — величины смещения центра нижнего кольца (ножа) крепи относительно верхнего по двум взаимно перпендикулярным осям ствола.

7.20. Журнал контроля за погружением опускной крепи ведется по форме, приведенной в приложении 5.

7.21. Перекос плоскости колец, превышающий допустимые нормы, исправляется путем более интенсивной разработки породы забоя в той части ножевого кольца, которая опускается медленнее. Дальнейшее исправление перекоса должно осуществляться при помощи отключения соответствующих домкратов.

7.22. Величина смещения центра ствола при погружении крепи не должна превышать 0,005 от глубины ствола (но не более ±250 *мм*).

По полученным величинам перекоса ножевого или тюбингового кольца смещение нижнего кольца крепи ствола относительно верхнего определяют по формуле

$$\delta = \kappa \frac{H}{Д},$$

где δ — смещение, *мм*;

κ — крен ствола, *мм*;

H — глубина ствола, *м*;

$Д$ — диаметр ствола, *м*;

$i = \frac{\kappa}{Д}$ — относительный перекос (крен) ствола (величина i не должна превышать 0,005).

7.23. Для контроля за правильностью ведения работ по погружению крепи ствола необходимо ежесменно проверять горизонтальность «О» визирных реек. При обнаружении с помощью нивелира или гидроуровня отсутствия горизонтальности «О» визирных реек необходимо исправить рейки по высоте винтами направляющей рамки (см. рис. 9).

7.24. Положение опорного воротника при погружении крепи необходимо контролировать по журналу наблюдений, форма которого приведена в приложении 6.

Методику наблюдений разрабатывают отдельно для каждого конкретного объекта.

7.25. При смещениях нижнего кольца относительно верхнего (отклонениях вертикальной оси ствола) выше допускаемых величин работы по погружению крепи ствола следует прекратить, и вопрос о дальнейшем погружении крепи решить комиссионно.

7.26. После окончания погружения крепи с применением тиксотропной рубашки необходимо определить перекос нижнего кольца при помощи гидроуровня и определить наклон

крепи ствола при помощи отвеса по двум взаимно перпендикулярным осям (рис. 10). При наличии перекоса необходимо рассчитать размеры металлических конических прокладок для перехода от наклонной плоскости нижнего кольца опускной крепи к горизонтальной плоскости тюбингового кольца, устанавливаемого подводкой снизу. На верхнем и нижнем кольцах опускной крепи необходимо приварить по четыре скобы по направлениям осей ствола, с помощью теодолита и отвесов (на нижнем кольце) отметить на скобах оси ствола и на их пересечении определить положение проектного центра ствола. Привязка скоб к проектному центру производится путем подвески к скобам отвесов и съемки внутреннего габарита ствола по направлениям его осей через каждые 3 *м* по высоте.

7.27. Эллиптичность крепи ствола определяется по четырем взаимно перпендикулярным диаметрам через каждые 4 *м* (шаг временных полков).

7.28. Фактическое положение оси ствола определяется по результатам съемки колец относительно проектного центра. По этой оси закладывается центр первого кольца, устанавливаемого подводкой снизу.

7.29. При дальнейшем сооружении ствола подводкой колец снизу следует учитывать существующее положение крепи ствола и принимать меры для уменьшения отклонений положения колец от проекта.

7.30. Дальнейшие геодезическо-маркшейдерские работы при сооружении ствола подводкой колец снизу, армировка ствола, устройство горного комплекса и другие работы должны осуществляться в соответствии с инструкцией ВСН 160—69 Минтрансстроя.

8. ОХРАНА ТРУДА

8.1. Для обеспечения безаварийного и безопасного ведения работ при сооружении ствола методом погружения крепи в тиксотропной рубашке все работы должны выполняться в строгом соответствии с требованиями «Правил безопасности на строительстве тоннелей и метрополитенов», раздела СНиП «Техника безопасности в строительстве»; «Правил устройства электроустановок» (ПУЭ); «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей»; «Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей»; «Правил устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов», а также с учетом положений, изложенных в настоящем Руководстве.

8.2. Строительство должно быть обеспечено санитарно-бы-

товыми помещениями (раздевалки, душевые, уборные, буфет и др.).

8.3. Для каждого конкретного случая сооружения ствола методом погружения крепи в тиксотропной рубашке должен быть разработан план предупреждения и ликвидации аварий, утвержденный главным инженером строительства. План находится на объекте. Вблизи места производства работ должен быть создан аварийный запас материалов и инструмента.

8.4. На каждом объекте должна быть схема подземных коммуникаций с обозначением мест перекрытия напорных трубопроводов, находящихся на строительной площадке в случае аварии. Кроме того, на объекте должен находиться список организаций и телефоны дежурных служб владельцев сооружений, находящихся в зоне производства работ.

8.5. К работам на механизмах допускаются лица, прошедшие специальное обучение, сдавшие экзамены и имеющие удостоверения на право производства работ.

8.6. Все рабочие, занятые на сооружении ствола, должны быть ознакомлены с инструкциями по охране труда в соответствии с выполняемыми работами, планом предупреждения и ликвидации аварий.

8.7. До спуска людей в забой ствола должна быть опущена контрольная бензиновая лампа, с помощью которой в течение всего времени работы людей в забое контролируется состояние воздуха.

8.8. Для обеспечения безопасности работающих в забое ствола от падения случайных предметов ствол должен быть ограждён.

8.9. Для предупреждения заполнения ствола плывунными грунтами в случае их прорыва под ножевой частью крепи необходимо иметь у ствола аварийный запас мешков с песком или глиной в количестве не менее 10 $м^3$.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Формулы для определения содержания глины в растворе

Расчет потребного количества глины для получения глинистого раствора заданного удельного веса производится по формулам:

$$P_1=\frac{\gamma_г(V-V_в)}{\gamma_г-\gamma_в}$$

или

$$P_2=\frac{\gamma_г(\gamma-\gamma_в)}{\gamma_г-V},$$

где P_1 — вес глины в $т$ на 1 $м^3$ глинистого раствора;
P_2 — то же на 1 $м^3$ воды;
$\gamma_г$ — удельный вес глинистых частиц, $т/м^3$;
V — объем глинистого раствора, $т/м^3$;
$\gamma_в$ — удельный вес воды, $т/м^3$;

Примечание. Удельный вес глинистых частиц для подсчетов принимается по лабораторным данным. Удельный вес воды принимается равным 1.

Для уменьшения удельного веса глинистого раствора в него добавляется вода.

Количество воды, добавляемой к первоначальному глинистому раствору удельного веса γ и объема V для получения глинистого раствора нового удельного веса, определяется по формуле

$$\Delta V=V_1\frac{\gamma_1-\gamma_г}{\gamma_г-\gamma_в},$$

где ΔV — необходимое количество добавляемой воды, $м^3$;
γ_1 и V_1 — соответственно удельный вес и объем первоначального глинистого раствора;
$\gamma_г$ — удельный вес полученного глинистого раствора.

Наименование месторождений бентонитовых глин и предприятий, изготавливающих глинопорошки

Наименование предприятия	Вид выпускаемой продукции	Местонахождение и адрес
1	2	3
РСФСР		
Ильский завод утяжелителей	Глинопорошки	Краснодарский край, пос. Ильский
Золоменское месторождение	Комовые глины (сырец)	Кемеровская обл., Крапивинский район
Вахрушевское месторождение треста «Сахалиннефть»	Комовые глины; и глинопорошки	Южно-Сахалинская обл., Макаровский район, г. Оха
Первомайское месторождение	Комовые глины	Магаданская обл.
Аркадьевское месторождение	»	Амурская обл., Аркадьевский район, с. Аркадьевка
Нальчинское месторождение	Комовые глины (сырец)	Кабардино - Балкарская АССР, г. Нальчик
Чернышевское, Березовское, Харапорское месторождения	»	Читинская обл.
Подсинское месторождение	»	Красноярский край, ст. Абакан
Липовецкое месторождение	»	Приморский край, ст. Липовицы
Орское месторождение	»	Оренбургская обл., г. Орск
Лысогорское месторождение	»	Тамбовская обл., ст. Селезни Юго-Восточной железной дороги
Месторождение Крутая вершина	»	Тамбовская обл., ст. Селезни
Куганакский завод по производству порошкообразных глин	Глинопорошки	Башкирская АССР, Стерлитамакский район, ст. Куганак
Альметьевский завод глинопорошков	»	Татарская АССР, г. Альметьевск

Продолжение приложения 2

1	2	3
Смутило - Шанталинское Мордовско - Богатское, Муслюмкинское и Змиевское месторождения	Комовые глины (сырец)	Татарская АССР, г. Чистополь
Константиновский завод утяжелителей	Глинопорошки	Донецкая обл., г. Константиновка
Курцевское месторождение, завод «Стройматериалы»	Комовые глины (сырец) Глинопорошки	Крымская обл., г. Симферополь, с. Марино
Пыжевское месторождение	Комовые глины (сырец)	Хмельницкая обл., ст. Каменец-Подольск, с. Старая Ушица
Черкасское месторождение	»	Московская обл., г. Звенигород
Горбское месторождение	»	Закарпатская обл., Севлюшский район, ст. Королево
Махарадзевский завод бентонитовых порошков	Глинопорошки	Грузинская ССР, г. Махарадзе
Ханларское месторождение	Комовая глина	Азербайджанская ССР, г. Ханлар
Комбинат «Иджеванский бентонит»	Глинопорошки и комовая глина	Армянская ССР, пос. «Кривой мост», Сарагюхский рудник
Акзамарское месторождение	Комовая глина (сырец)	Бухарская обл., ст. Кызыл, Тепе-Ташкентской железной дороги
Огланлынское месторождение	Глины и глинопорошки	Туркменская ССР, Небитдагский район, ст. Джебел Ашхабадской железной дороги
Нефтеабадский завод глинопорошков	Глинопорошок	Таджикская ССР, Исфаринский район, пос. Нефтеабад, укрупненный нефтепромысел КИМ
Келесское месторождение	Глины (сырец)	Казахская ССР, Южно-Казахстанская обл., Сары-Агачский район, ст. Келес

Технические условия на глинопорошки для бурения

СССР Государственный комитет нефтедобывающей промышленности при Госплане СССР	Технические условия Глинопорошки для бурения	ТУ-1964

Глинопорошок представляет собой высушенную и измельченную глину с химическими реагентами или без них, которая образует с водой устойчивую суспензию, применяемую в качестве промывочной жидкости при бурении скважин.

Глинопорошок и глинистые растворы, приготовленные из них по методике, приведенной ниже, должны иметь следующие показатели:

Удельный вес глинистого раствора (при вязкости 25 *сек* по СПВ-5)	Выход раствора из 1 *т* глинопорошка в $м^3$	Остаток на сите		Влажность	Содержание песка в глинистом растворе в %, до	
		№ 05	№ 0075		общее	в том числе отмытого
До 1,6	Не менее 10	0	До 10	5—8	0,8	0,5
Свыше 1,06 до 1,08	От 10 до 8	0	10	5—8	1,5	0,8
1,8 1,15	От 8 до 4	0	10	5—8	3	1,5
1,15	Менее 4	0	10	5—8	4	3

Внесены	Утверждены	Срок введения
Всесоюзным научно-исследовательским институтом буровой техники (ВНИИБТ) Государственного комитета нефтедобывающей промышленности при Госплане СССР	Государственным комитетом нефтедобывающей промышленности при Госплане СССР 21 мая 1964 г.	15 июля 1964 г.

МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЯ ГЛИНОПОРОШКОВ

1. Определение тонкости помола

В фарфоровый стакан наливают 100 *мл* воды, при размешивании на пропеллерной мешалке (600—800 *об/мин*) засыпают 10+0,01 *г* глинопорошка (в расчете на сухой глинопорошок) и перемешивают 5 *мин*. Полученную суспензию выливают на сито № 05, установленное над ситом № 0075, и промывают в течение 1 *мин* струей воды (высотой 11—14 *см*, скоростью истечения 2 *л/мин*), после чего сито № 05 снимают и продолжают промывание сита № 0075 еще в течение 3 *мин*. Остатки с обоих сит сливают в фарфоровые чашки и сушат в течение 1 *ч* до температуры 105°С, после чего взвешивают и рассчитывают в процентах к первоначальной навеске.

2. Определение влажности

А. Навеску глинопорошка (10±0,01 *г*) помещают в сушильный шкаф в стеклянном бюксе. Высушивают пробу при температуре 105°С до тех пор, пока разность между двумя последними взвешиваниями станет менее 0,01 *г*.

Первое взвешивание производят через 2 *ч*, повторные — каждые 30 *мин* до получения постоянного веса.

Охлаждение проб перед взвешиванием производят в эксикаторе с безводным хлористым кальцием или концентрированной серной кислотой.

Содержание влаги (*Вл*) вычисляют с точностью до 0,1% по формуле

$$Вл = \frac{P - P_1}{P} \times 100,$$

где P — вес влажного образца;
P_1 — вес высушенного образца.

Б. Для ускоренного определения влажности 10 *г* глинопорошка помещают в фарфоровую чашку, чтобы толщина слоя не превышала 2 *мм*, и нагревают инфракрасной лампой, находящейся на расстоянии 15 *см* от поверхности порошка. Первое взвешивание производят через 5 *мин* и повторяют подсушивание до постоянного веса.

3. Приготовление глинистого раствора для испытания

К 1 *л* воды при перемешивании добавляют такое количество глинопорошка, которое позволяет получить глинистый раствор с вязкостью 30—40 *сек* по СПВ-5. Количество глино-

порошка устанавливают предварительно опытным путем. Перемешивание ведется в течение 60 *мин* (число оборотов в мешалке 600—800 *об/мин*). После помешивания вязкость глинистого раствора добавлением воды доводят до 25 *сек* по СПВ-5. Растворы выдерживают сутки, после чего размешивают на мешалке в течение 5 *мин,* замеряют вязкость и вновь доводят до 25 *сек* разбавлением водой.

4. Испытание глинистого раствора

Испытание глинистого раствора производят в соответствии с «Инструкцией по методам измерения показателей промывочных растворов».

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УДЕЛЬНОГО ВЕСА

Удельный вес измеряется ареометром АГ-2, рычажными весами или пикнометром. Ареометр АГ-2 состоит из стакана с грузом и поплавка, на цилиндрической части которого нанесена шкала.

Для измерения удельного веса глинистый раствор наливают в стакан так, чтобы уровень достигал сливных отверстий стакана, после чего соединяют стакан с поплавком. Затем собранный ареометр обмывают и опускают в сосуд с чистой пресной водой. Удельный вес отсчитывают по шкале.

Рычажные весы состоят из коромысла со шкалой, градуированной по удельному весу, ведерка для глинистого раствора и грузиков уравновешивающего и измерительного. Для определения удельного веса глинистый раствор наливают доверху в ведерко, которое подвешивают к коромыслу. Затем передвигают измерительный грузик по шкале, пока он не займет горизонтальное положение. Показание шкалы в месте остановки грузика соответствует удельному весу глинистого раствора. Удельный вес суспензии из глин 1-го и 2-го сортов, а также при арбитражных определениях измеряют пикнометрически.

Определение условной вязкости

Перед замером вязкости глинистый раствор размешивают на мешалке в течение 5 *мин.* Вязкость измеряют вискозиметром СПВ-5. При определении вязкости закрывают отверстие трубки вискозиметра и при помощи мерной кружки заливают в воронку через сетку 700 *мл* глинистого раствора. Под вискозиметр ставят кружку объемом 500 *мл* раствора. Замеры повторяют до совпадения двух последующих результатов. Время истечения в *сек* 500 *мл* раствора принимают за условную вязкость глинистого раствора.

Определение содержания песка в глинистом растворе

В отстойник ОМ-1 (или отстойник Лысенко) наливают 450 *мл* воды, а затем 50 *мл* испытываемого раствора. После взбалтывания отстойник устанавливают вертикально, оставляют в покое на 3 *мин* и измеряют объем осадка. Умножив его на 2, получают процентное содержание песка, включающее нераспустившиеся частицы.

Для определения содержания отмытого песка воду с неосевшими глинистыми частицами сливают через край отстойника, количественно смывают в фарфоровую чашку, растирают песок резиновой пробкой и сливают отстоявшуюся мутную воду. Отмывку повторяют до исчезновения мути. Остаток сливают в отстойник и замеряют его объем. Умножив полученный объем на 2, получают процентное содержание песка в глинистом растворе.

Упаковка, паспортизация, хранение, установка

1. Глинопорошок упаковывается в 4—5-слойные бумажные мешалки.
2. Мешки с глинопорошком маркируются сокращенным наименованием завода, сортом, содержанием химических реагентов и датой выпуска.
3. С каждой партией глинопорошка завода высылает потребителю паспорта с указанием номера и даты, сорта, состава глинопорошка и его качественных показателей.
4. Хранение глинопорошка осуществляется в условиях, предотвращающих воздействие на него влаги.

Правила доставки и приема глинопорошка

1. Поставка глинопорошка осуществляется партиями по 100 *т* каждая. При отправке меньше 100 *т* каждая поставка считается партией.
2. Транспортирование глинопорошка производится в крытых вагонах.
3. От каждой партии глинопорошка отбирается средняя проба. Отбор производится не менее чем из 10 мешков из разных мест штабеля, из разной глубины, в среднем по 500 *г*, общей массой не менее 5 *кг*. Среднюю пробу сокращают квартованием.

Приложение 4

ЖУРНАЛ

наблюдений за показателями качества (параметрами) глинистого раствора при погружении крепи ствола (опускного колодца) в тиксотропной рубашке

Наименование объекта (строительства) и его местонахождение _____

Наименование строительной организации _____

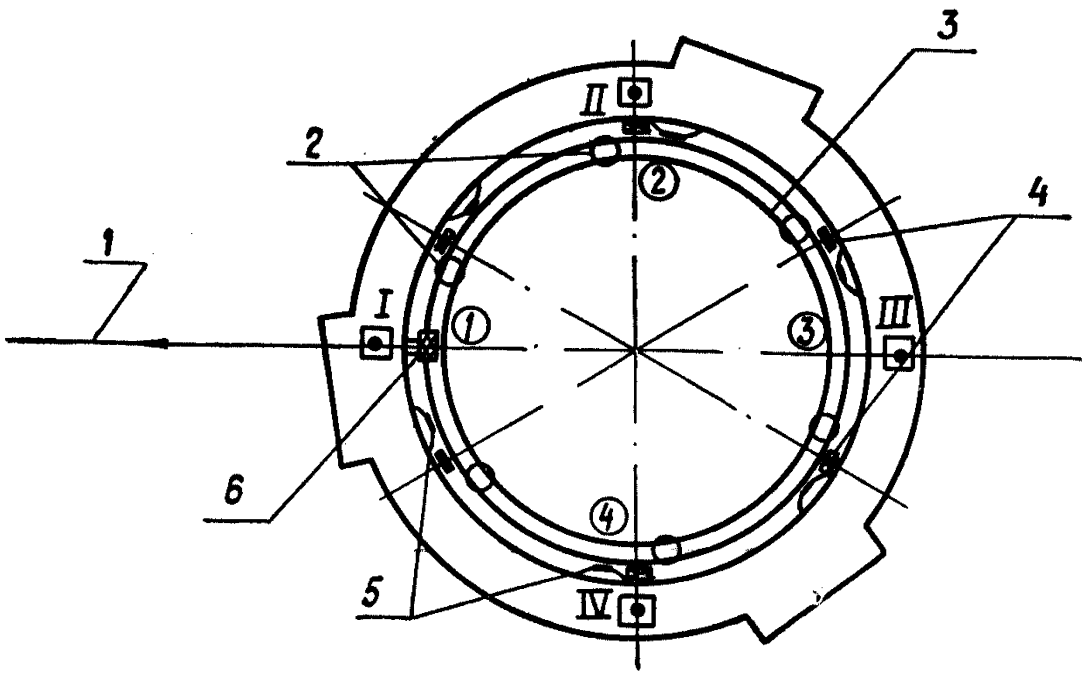
Дата	№ смены	Время работы смены				№ пробы	Время отбора	Место отбора и глубина взятия пробы	Удельный вес, $г/см^3$	Показатели качества глинистого раствора							
		начало		конец						вязкость по СПВ-5, *сек*	водоотдача за 30 *мин*, $см^3$	содержание песка в растворе, %	толщина глинистой корки, *мм*	статическое напряжение сдвига, $мг/см^2$		суточный отстой, %	стабильность, $г/см^3$
		ч.	м.	ч.	м.									0_1	0_{10}		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

Продолжение приложения 4

Характер пересекаемых пород и уровень подземных вод	Характеристика примененного химического реагента					Примечание
	тип	концентрация водного раствора	удельный вес водного раствора, $г/см^3$	концентрация реагента в глинистом растворе, %	количество реагента, необходимое для обработки, *г*	
19	20	21	22	23	24	25

[1] В графу 25 заносятся сведения об утечке — уходе глинистого раствора, простоях, их причинах, продолжительности и т. д.

ЖУРНАЛ ВЕДЕНИЯ ОПУСКНОЙ КРЕПИ



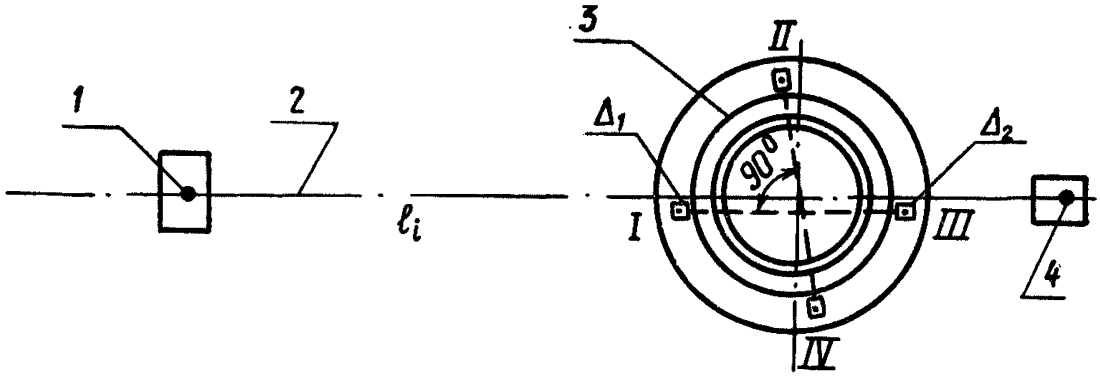
1 — ось ствола и подходной выработки (l_i); 2 — домкраты; 3 — кольцо; 4 — вертикальные направляющие проводники; 5 — визирные рейки; 6 — откидной маркшейдерский столик для установки нивелира.

№ колец	Дата	Горизонтальность: отчеты по рейке в точках, *мм*				Перекос крепи, *мм*		Эллиптичность, *мм*				Маркшейдер	Примечания
		1	2	3	4	по оси 1—3	по оси 2—4	по оси 1—3	по оси 2—4	/	/		
1	7.03.72	1250	1253	1248	1258								
		0	—3	+2	—8	2	5	—10	+15	+20	—10		
2	9.03.72	1585	1590	1582	1583								
		0	—5	+3	+2	3	7	—15	+15	+15	—10		
3	10.03.73	1571	1578	1579	1571								
		0	7	8	0	8	7	—20	+18	+20	—10		
4													
5													
6													

$\underline{1258}$ — отчет по рейке

—8 — перекос данной точки относительно точки 1

ЖУРНАЛ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА ДЕФОРМАЦИЕЙ ОПОРНОГО ВОРОТНИКА



1 — стоянка теодолита; 2 — ось ствола и подходной выработки; 3 — конструкция опорного воротника; 4 — точка наводки инструмента.

Дата	По высоте *H*				В плане, *мм*			Исполнитель	Примечание
	1	2	3	4	l_i	Δ_1	Δ_2		
14.03.72	130,252	130,293	130,314	130,224	13380	0	0		
20.03.72	0	0	0	—3	0	0	0		
24.03.72	—19	—20	—21	—23	—5	—3	—2		
29.03.72	—45	—3	—17	—65	—10	+15	0		
03.04.72	—36	—21	—18	—34	—18	+28	+2		
08.04.72	—19	—13	+19	+13	—20	+52	+3		

Если Δ_1 получится со знаком **минус**, то точка 1,3 расположена влево от оси (считая по направлению подходной выработки), если Δ_1 имеет знак **плюс** — вправо.

Технологическая схема сооружения стволов методом погружения крепи в тиксотропной рубашке

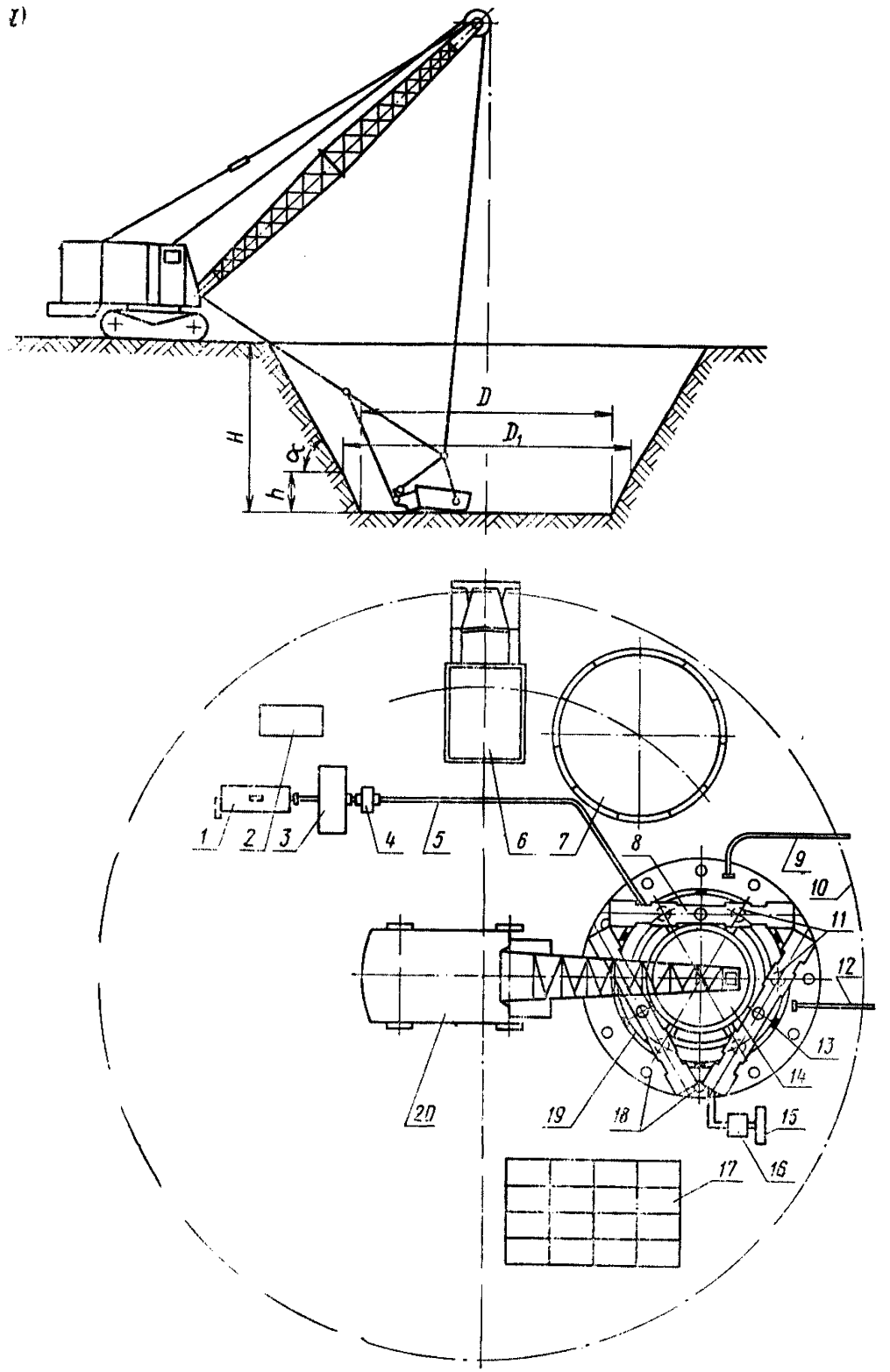


Рис. 1. Разработка котлована под опорный воротник (а) и схема размещения механизмов и оборудования на стройплощадке (б):

1—глиномешалка; 2—склад бентонитовой глины; 3—емкость для глинистого раствора; 4—насос НФ-1; 5—трубопровод для подачи глинистого раствора; 6—автосамосвал МАЗ-503; 7—бункер для породы; 8—рама для упора домкратов; 9—магистраль сжатого воздуха; 10—зона действия крана при наибольшем вылете стрелы; 11—гидродомкраты; 12—магистраль водопроводная; 13—деревянные направляющие; 14—устье ствола—опорный воротник; 15—емкость для масла; 16—гидронасос Н-403; 17—склад тюбингов; 18—трубки ∅ 50 мм для нагнетания под основание опорного воротника цементного раствора в случае образования пустот; 19—трубопровод для подачи масла; 20—кран К-225.

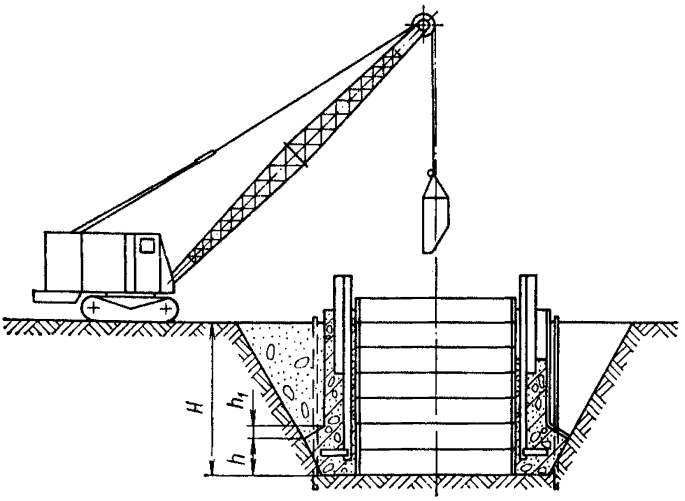


Рис. 2. Сооружение опорного воротника (установка опалубки, закладных деталей, укладка бетона, снятие опалубки, обратная засыпка пазух)

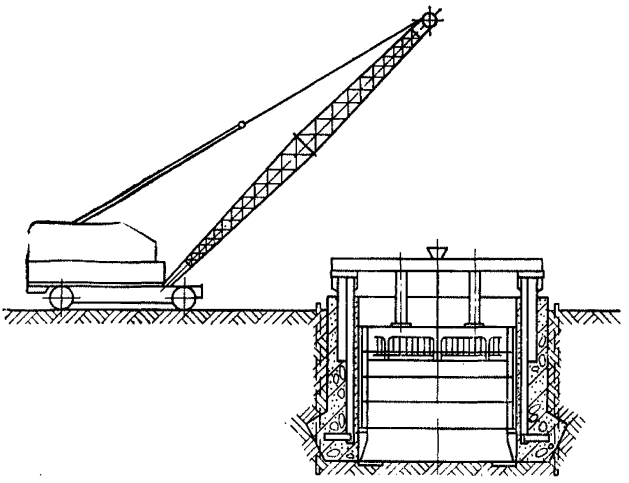


Рис. 3. Монтж оборудования в стволе для погружения крепи (монтаж домкратной системы; установка направляющих брусьев; монтаж ножевой части и уплотняющего устройства, тюбинговых колец в опорном воротнике, полка)

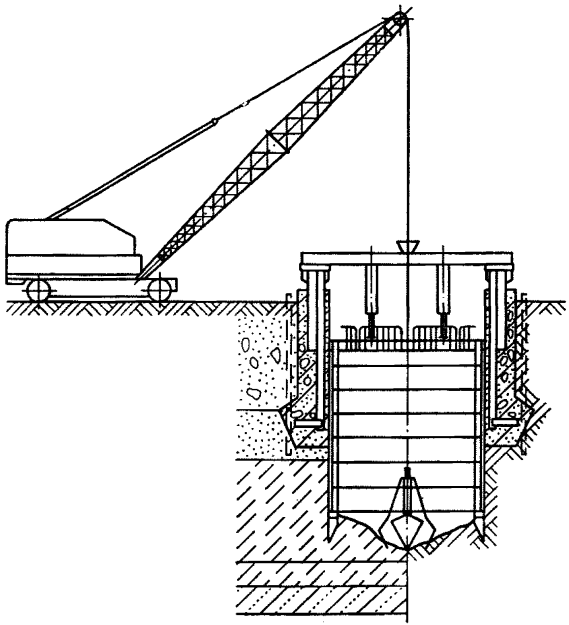


Рис. 4. Погружение крепи в сухих породах до уровня грунтовых вод (разработка забоя, погружение крепи, монтаж тюбинговых колец, заполнение зазора тиксотропным раствором)

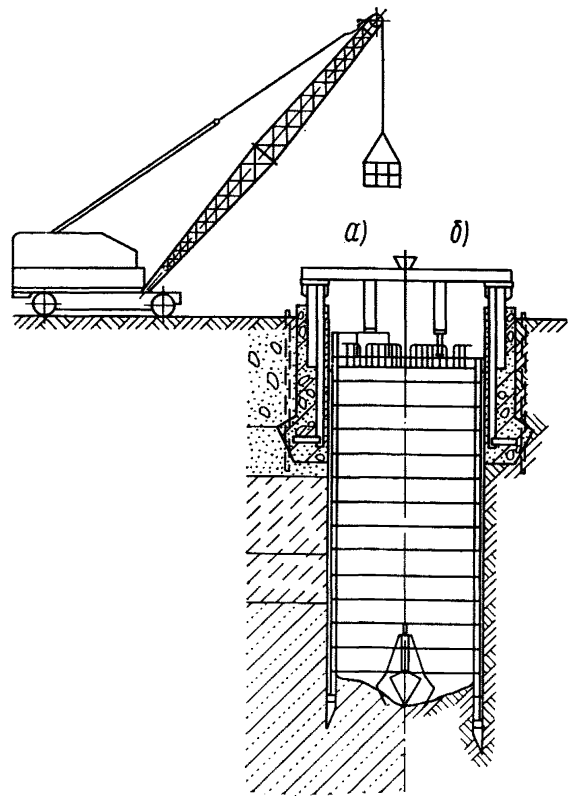


Рис. 5. Погружение крепи в зоне водоносных пород:

а) — монтаж тюбингового кольца;
б) — разработка забоя и погружение крепи

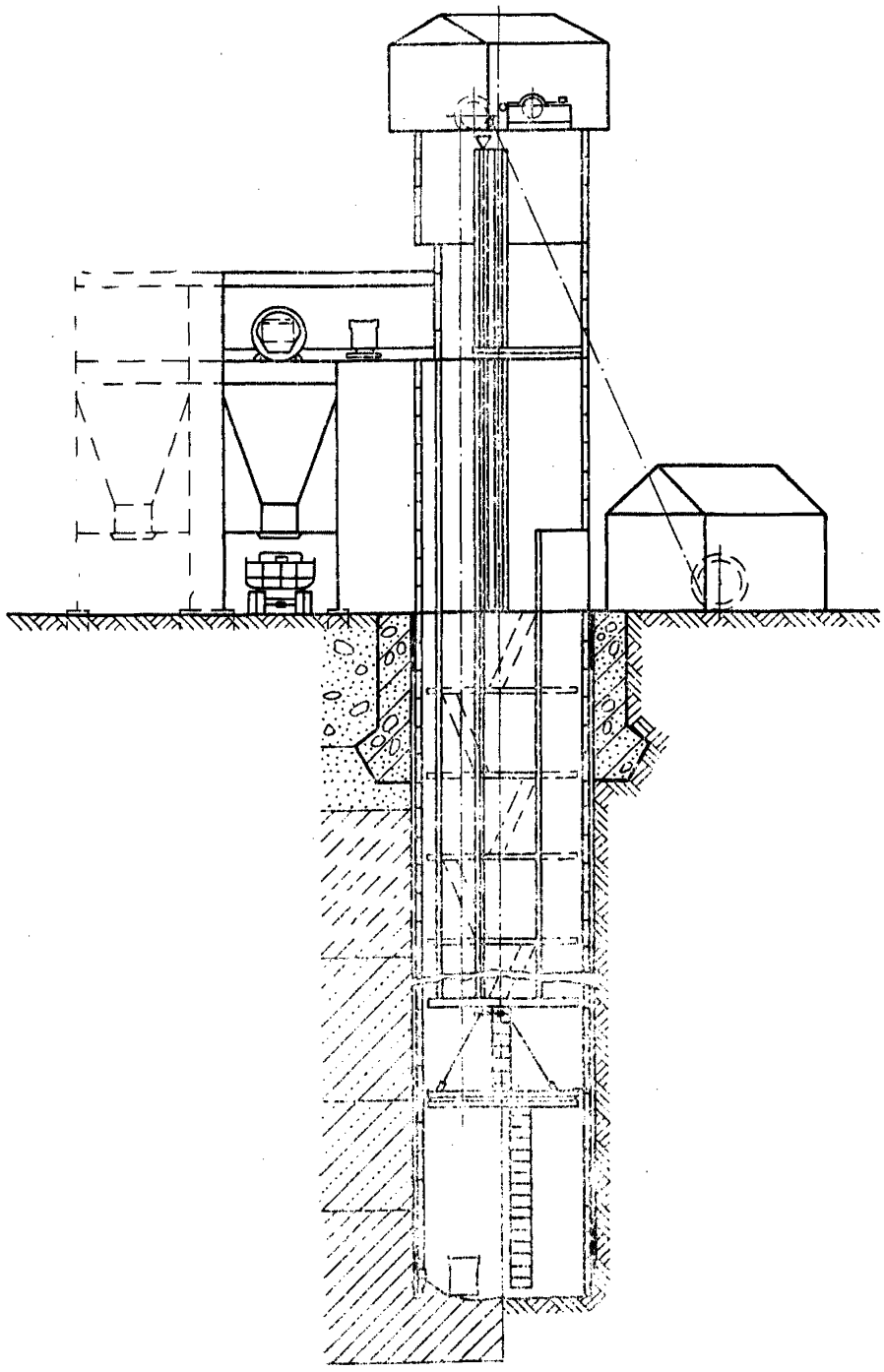
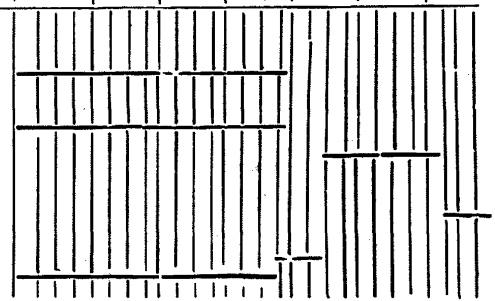


Рис. 6. Переход от попружения крепи к проходке в устойчивых породах (откачка воды из ствола; закрепление тиксотропного раствора цементными поясами; установка армировки ствола; чеканка тюбинговых колец свинцом; монтаж копра, подъемной машины, бункеров; демонтаж ножевого кольца и установка тюбингового кольца подводкой тюбингов снизу)

Циклограмма сооружения 1 пог. м ствола диаметром 6,0 м

Наименование работ	Единица измерения	Количество единиц	Трудоемкость, чел.-ч / маш.-ч	Продолжительность операции, *мин*
Разработка породы с помощью грейфера	$м^3$	30,2	6,0 / 4,0	240
Опускание тюбинговой обделки домкратами	*м*	1,0	— / 2,0	120
Монтаж тюбингов с помощью крана	шт.	10,0	5,25 / 1,75	105
Чеканка тюбинговой обделки (швов)	*пог. м*	28,8	0,75 / —	45
Нагнетание глинистого раствора за обделку	$м^3$	1,9	0,75 / 0,75	45
Вспомогательные работы	—	—	3,75	22,5



Характеристика гидравлической системы

Обозначение	Наименование	Количество	Примечание
	Бак	1	V=350 *л*
1146Бк	Кран пробковый $d_у$50	1	1 резерв
Н-403	Насос	2	1 резерв
Г51-23	Клапан обратный	2	
ДУ-19	Вентиль	14	
1146Бк	Кран пробковый $d_у$32	2	
0,2Г4-14	Фильтр	1	
6Г52-14	Клапан предохранительный	1	
14Г74-24	Золотник	1	
Д-60	Домкрат щитовой	6	
МТ-1	Манометр с демпфером	1	Предел измерений 0,250 *кгс/см²*

Параметры тиксотропной рубашки, приготовленной из бентонитовой глины

Удельный вес, *г/см³*	1,08—1,15
Вязкость по СПВ-57, *сек*	25—35
Водоотдача за 30 *мин*, *см³*	12—15
Толщина глинистой корки, *мм*	2—4
Статическое напряжение сдвига, $\frac{1\ мин}{30\ мин}$, *м²/см²*	$\frac{40}{200}$
Содержание песка, %	≤4
Суточный отстой, %	1—3
Содержание отмытого песка, %	≤1
Стабильность, *г/см³*	0,01—0,02
Расплыв по конусу АзНИИ, *см*	15—17

Техническая характеристика домкрата

Номинальная производительность, *л/мин*	35
Номинальное давление, *кгс/см*	320
Диаметр цилиндра, *мм*	250
Диаметр штока, *мм*	190
Наибольший ход цилиндра, *мм*	1200
Наибольшее усилие прямого хода, *тс*	120
Наибольшее усилие обратного хода, *тс*	50
Масло «Индустриальное 20»	ГОСТ 1707-51

Состав звена

Машинист крана	1 чел.
Проходчики	3 чел.

Скорость подвигания забоя в смену — 1 *м*
Производительность на 1 проходчика — 0,33 *м* готового ствола в смену

Техническая характеристика грейфера «Темп-1»

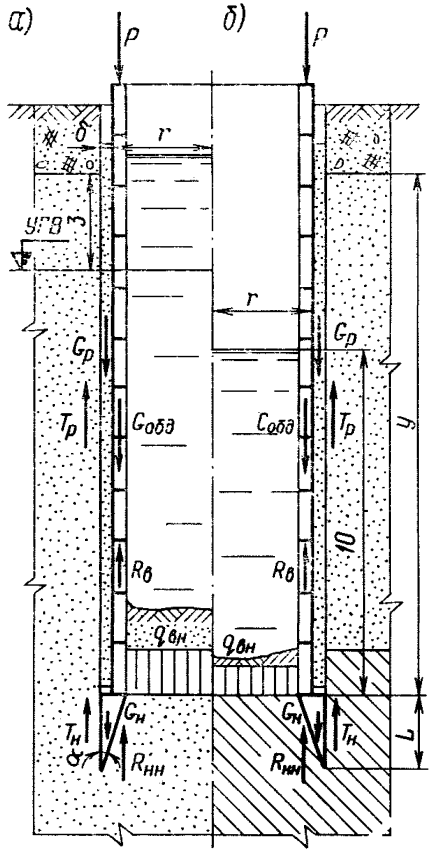
Полезная емкость, *м³*	0,8
Масса, *т*	3,75
Масса грейфера с породой, *т*	5,5
Высота при открытых челюстях, *мм*	3550
» при закрытых челюстях, *мм*	3075
Диаметр при открытых челюстях, *мм*	2280
» при закрытых челюстях, *мм*	2100

Техническая характеристика грейфера «Темп-2»

Назначение: для разработки и транспортировки грунтов I—III категории по СНиП	
Емкость, *м*³	0,5
Диаметр, *мм*	
при закрытых челюстях	1630
при раскрытых челюстях	1720
Ход нижней траверсы, *мм*	540
Диаметр каната, *мм*	16,5
Кратность полиспаста	6
Вес (без колокола), *кг*	2340
Вес грейфера с породой, *кг*	3200

Перечень основного оборудования

Наименование, тип, марка	Количество	Характеристика
Кран К-255	1	Грузоподъемность 25 *т*
Автосамосвал МАЗ-503	3	Грузоподъемность 7,5 *т*
Грейфер «Темп-1»	1	V=0,6 *м*³
Глиномешалка	1	V=0,65 *м*³
Насос НФ-4	1	—
Гидронасос Ч-403	1	—
Гидродомкрат Д-60	6	—
Породный бункер	1	V=40 *м*³
Кубло	2	V=0,5 *м*³
Пневматический сбалчиватель	2	ПСГ-М27



а — монтаж тюбингового кольца;
б — разработка забоя и погружение крепи.

Условие погружения крепи ствола в тиксотропной рубашке

$$G_{обд}+G_р+G_н+P \geqslant T_р+T_н+R_в+R_{нч}$$

$G_{обд}=2\pi r\delta_{обд}\gamma_{обд}y$ — собственный вес обделки;
$\delta_{обд}$ — приведенная толщина обделки;
$\gamma_{обд}$ — объемный вес обделки;
$G_р=2\pi r\gamma_р\delta y$ — собственный вес тиксотропной рубашки,
$\gamma_р$ — объемный вес раствора;
$G_н=2\pi r\delta_н\gamma_н L$ — вес ножевой части крепи;
$\delta_н$ — приведенная толщина ножа;
$\gamma_н$ — объемный вес ножа;
P — активная нагрузка, создаваемая домкратной системой;
$T_р=\pi f_т\gamma_р y^2(r+\delta)$ — сопротивление погружению крепи на участке тиксотропного раствора;
$T_н=2\pi rL(\Sigma\gamma_i y_i+0,5\gamma L)\xi f$ — трение по наружной поверхности ножевой части;
f — коэффициент трения металла ножа по породе;
ξ — коэффициент бокового давления;
$R_в$ — выталкивающая сила при погружении крепи в обводненных породах;
$R_{нч}=\pi r^2 A\left(C+\dfrac{q_{вн}}{\operatorname{ctg}\varphi}\right)$ — сопротивление породы забоя внедрению ножевой части;
A — коэффициент, зависящий от характеристик пород и угла заострения ножевой части α;

при $\alpha=16\div17°$, $\varphi=18°30'$, $A=1,5$;
при $\alpha=16\div17°$, $\varphi=36°$, $A=5,0$,
при значениях φ от $18°30'$ до $36°$ коэффициент A определяется по интерполяции.

Определение максимальной глубины для возможности безаварийного снятия гидропригруза

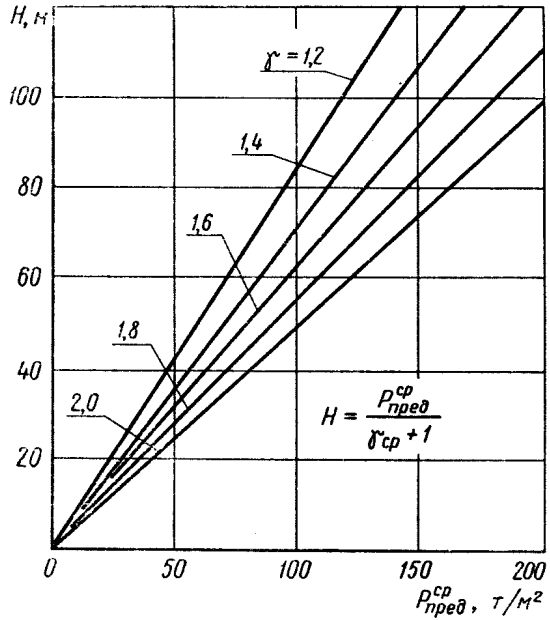


Рис. 1 Зависимость $P^{ср}_{пред}$ от глубины погружения крепи Н.

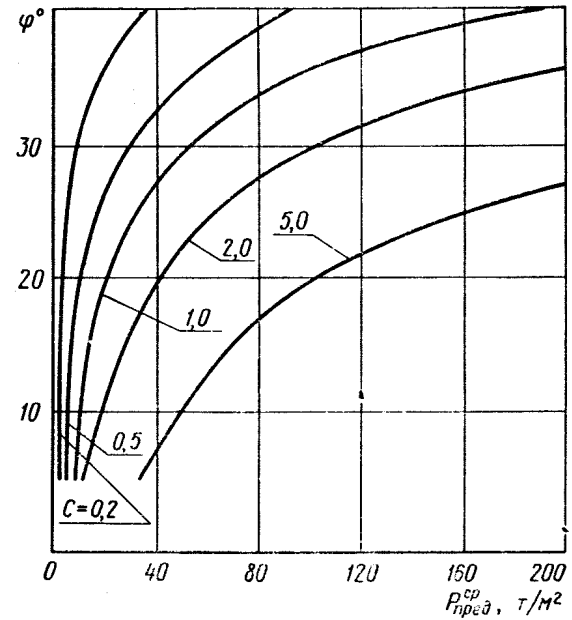


Рис. 2. Зависимость $P^{ср}_{пред}$ от характеристик водоупора (С — сцепление, т/м²)

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

ПРЕДИСЛОВИЕ 3
Введение 5
1. Общие положения 8
2. Проектирование 9
3. Материалы и оборудование для приготовления и подачи в ствол шахты тиксотропного раствора 13
4. Оборудование для производства работ 18
5. Подготовительные работы 22
6. Производство работ по погружению крепи ствола 28
7. Геодезическо-маркшейдерские работы 33
8. Охрана труда 39
ПРИЛОЖЕНИЯ 41
1. Формулы для определения содержания глины в растворе . . . 43
2. Наименование месторождений бентонитовых глин и предприятий, изготавливающих глинопорошки 44
3. Технические условия на глинопорошки для бурения 46
4. Форма журнала для учета показателей качества тиксотропного раствора 50
5. Форма маркшейдерского журнала для записей наблюдений за погружением крепи ствола 51
6. Форма маркшейдерского журнала для записей наблюдений за деформацией опорного воротника 52
7. Технологическая схема сооружения стволов методом погружения крепи в тиксотропной рубашке 53
8. Условие погружения крепи ствола в тиксотропной рубашке . . 60
9. Определение максимальной глубины для возможности безаварийного снятия гидроприпруза 61

Л 70167 от 19/VII 1974 г. Объем 4 п. л. Зак. 1310. Тир. 800.

фия Метроснаба. Проезд Серебрякова, д. 14/1.

gost.e-ecolog.ru