МИНИСТЕРСТВО СТРОИТЕЛЬСТВА ПРЕДПРИЯТИЙ
ТЯЖЕЛОЙ ИНДУСТРИИ СССР

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ОРГАНИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ
при МИСИ имени В. В. КУЙБЫШЕВА
НИИОУС

«СОГЛАСОВАНО»
Заместитель начальника Главного
технического управления
М. В. ТОЛМАЧЕВ
14 ноября 1977 г.

ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНЫХ ВАРИАНТОВ УСТРОЙСТВА ПРОТИВОФИЛЬТРАЦИОННЫХ ЗАВЕС МЕТОДОМ «ТОНКАЯ СТЕНА В ГРУНТЕ»

(Методические рекомендации)

МОСКВА 1977

gost.e-ecolog.ru

УДК . . . . . .

Настоящие рекомендации составлены по результатам исследований, выполненных в 1974—1977 г.г. в отделе организационной подготовки строительства НИИОУС, инж. *Сорокиным В. В.*, к. т. н. *Никольским Е. Г.*, к. т. н. *Сальниковым Б. А.* Разделы 1, 3 и 4 разработаны совместно с инж. *Паламарчуком А. М.* на основании опыта института Гидроспецпроект по проектированию и строительству противофильтрационных завес.

В «Рекомендациях» предлагается методика выбора рационального варианта производства работ методом «тонкая стена в грунте», позволяющая учитывать гидрогеологические условия строительной площадки, объемно-планировочные решения и продолжительность строительства ограждаемых объектов ниже уровня грунтовых вод, функциональное назначение завес (постоянные или временные) и ресурсы строительной организации. Рассматриваются апробированные практикой способы производства работ в объеме, необходимом для уяснения принципиальных вопросов организации и технологии работ.

Основные положения «Рекомендаций» экспериментально проверены в Минтяжстрое СССР.

Использование методики на стадии составления ПОС и ППР позволяет сократить стоимость, трудоемкость, продолжительность строительства завес за счет применения рациональных вариантов производства работ методом «тонкая стена в грунте».

Работа выполнена по заказу Главного Технического управления Минтяжстроя СССР.

Рекомендации предназначены для инженерно-технических работников оргстроев, строительных организаций и проектных институтов, разрабатывающих проектную документацию строительства противофильтрационных завес.

© Научно-исследовательский институт организации и управления в строительстве при МИСИ им. В. В. Куйбышева (НИИОУС). Сектор информационного обеспечения НИР, 1977.

I. ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1.1. Метод «тонкая стена в грунте»[1] используется для устройства тонких бестраншейных противофильтрационных завес[2] при возведении подземных и заглубленных сооружений в сложных гидрогеологических условиях взамен традиционных способов водопонижения и водозащиты. Завесы находят применение при ограждении строительных котлованов от притока грунтовых вод, магистральных каналов с целью снижения фильтрационных потерь, карьеров по добыче полезных ископаемых, водоемов различного назначения от притока загрязненных грунтовых вод (защита окружающей среды), а также в некоторых случаях для ограждения объектов в стесненных условиях городского строительства.

1.2. Завесы используются в условиях наличия высокого уровня грунтовых вод и при возможности заглубления в водоупорный слой грунта. Допустимые градиенты напора для завес постоянного назначения составляют $J_{доп} = 100$, для временного $J_{доп} = 150$.

1.3. Сущность метода заключается в создании в грунте полости шпунтиной специальной конструкции при ее погружении и заполнении полости глиноцементными композициями одновременно с извлечением шпунтины.

1.4. Методом «тонкая стена в грунте» выполняются завесы шириной 0,1—0,2 м, глубиной до 15 м, при среднесменной производительности копровой установки до 12—15 м завесы по «фронту» работ.

1.5. Область применения метода «тонкая стена в грунте» в зависимости от грунтовых условий представлена в таблице 1.1.

1.6. При составлении проекта производства работ на устройство завесы следует руководствоваться настоящими рекомендациями и перечнем нормативных документов (приложение 1).

1.7. На стройгенплане завесы необходимо отобразить участки размещения глинистого хозяйства и вспомогательных помещений. Схема размещения рабочего оборудования, узла приготовления

[1] В практике строительства термин известен как «метод набивного шпунта»

[2] Вместо выражения «тонкая бестраншейная противофильтрационная завеса» будем использовать слово «завеса».

заполнителя, энерго- и водоснабжения строительного участка приведены на фрагменте типового стройгенплана, рис. 1.1.

1.8. При составлении ППР предусматриваются меры контроля за производством работ, проектными характеристиками и объемом укладываемого в тело завесы заполнителя.

Таблица 1.1.

Область применения метода «тонкая стена в грунте»

Применим	Неприменим
1. Песчано-гравелистые грунты средней плотности и рыхлые	1. Крупнообломочные грунты гравийные, пески гравелистые крупные и средней крупности в плотном состоянии
2. Крупнозернистые, среднезернистые пески средней плотности и рыхлые	2. Мелкие и пылеватые пески в плотном состоянии 3. Глинистые грунты

1.9. Основанием для разработки ППР служат:

— задание на проектирование;

— проект организации строительства;

— объектная смета;

— рабочие чертежи противофильтрационной завесы;

— данные строительной лаборатории о составе и параметрах заполнителя, технологии его приготовления и укладки.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ РАЦИОНАЛЬНЫХ ВАРИАНТОВ СТРОИТЕЛЬСТВА ПРОТИВОФИЛЬТРАЦИОННЫХ ЗАВЕС

2.1. Формирование и выбор рационального варианта производства работ основан на комплексном рассмотрении множества конструктивных и организационно-технологических решений.

В конкретных гидрогеологических условиях строительной площадки могут применяться различные конструктивные решения противофильтрационных завес. Кроме того одну и ту же конструкцию завесы можно выполнять различными вариантами производства работ с применением разнообразных организационно-технологических схем производства работ. Это обусловливает различную продолжительность, трудоемкость и стоимость строительства завес.

2.2. Конструктивное решение завесы характеризуется геометрическими размерами (глубиной, протяженностью, шириной) и коэффициентом фильтрации заполнителя.

2.3. При устройстве завесы формируется машинокомплект для выполнения операций по разработке полости траншеи, приготовлению, транспортировке и укладке заполнителя в тело завесы, производству работ по водоотливу (в случае необходимости).

Выбор породоразрушающей установки определяется:

— сроком строительства завесы;

— грунтовыми условиями строительной площадки;

— глубиной и периметром проектируемой завесы;

— технико-экономическими показателями рассматриваемых установок.

Выбор механизмов для приготовления и подачи заполнителя зависит от:

— состава заполнителя;

— вида исходного сырья (местные глины или сырье заводского изготовления);

— среднесменной потребности в заполнителе;

— технико-экономических показателей.

Выбор типа и количества насосов открытого водоотлива зависит от:

— гидрогеологических условий площадки;

— продолжительности выполнения основных строительно-монтажных работ ниже уровня грунтовых вод;

— технико-экономических показателей насосов.

2.4. Исходная информация для разработки вариантов производства работ должна содержать сведения об инженерно-гидрогеологических условиях площадки строительства, проектные данные об ограждаемом сооружении, технико-экономические характеристики применяемых механизмов и данные об организации и технологии производства работ. Состав необходимой информации приведен в разделах 3, 4, 5, 6.

2.5. Метод отыскания рационального варианта сводится к расчету суммарных затрат по каждому технически эффективному варианту, сопоставлению и выбору лучшего из них по критерию минимума суммарных приведенных затрат на строительство завесы. Искомыми параметрами варианта являются: состав и количество машинокомплектов, расходы трудовых и материальных ресурсов, суммарные приведенные затраты.

3. ТЕХНОЛОГИЯ И МЕХАНИЗАЦИЯ СООРУЖЕНИЯ ЗАВЕСЫ

3.1. Перед устройством завесы выполняются планировка земляного полотна, гравийная подготовка, монтаж рельсового пути (в случае необходимости) или укладка дорожных плит.

Технологический цикл сооружений завесы (рис. 3.1) состоит из следующих операций:

— первичное погружение шпунтины в грунт и образование полости траншеи;

— извлечение шпунтины с одновременным нагнетанием в полость заполнителя;

— передвижение копровой установки и последующее погружение шпунтины с перекрытием его предыдущего положения на 5—10 см для получения монолитного тела завесы (без швов).

Для установки копра в рабочее положение производится разметка стоянок по трассе завесы.

В комплект установки входят шпунтина специальной конструкции, копер и вибропогружатель.

3.2. Шпунтина (рис. 3.2) предназначена для образования полости в грунте и заполнения ее противофильтрационными композициями. Изготовляется она из двутавровой балки № 55 или № 60 (5). На верхнем конце приваривается площадка (1) с ребрами жесткости (2) для крепления вибратора, а на нижнем уширение из листовой стали (8).

К стенке двутавра скобами (3.7) крепятся две трубы (4) диаметром 50 мм для подачи заполнителя. Для прочистки труб предусмотрена ревизия (6).

Уширитель выполняется из стали толщиной 12—16 мм, длиной 1000—1200 мм. Расстояние между двумя противоположными выгнутыми гранями листов уширителя определяет ширину полости траншеи и составляет, как правило, 120—150 мм.

3.3. При строительстве завес применяются копровые установки на рельсовом и гусеничном ходу и копровые стрелы навесного типа. Технические характеристики их приведены в таблицах 3.1; 3.2; 3.3. Выбор копровой установки производится в зависимости от размеров и массы шпунтины, мощности вибропогружателя, грунтовых условий и выдергивающего усилия лебедки копра.

В практике строительства наиболее широкое применение нашла специализированная копровая установка конструкции Гидроспецпроекта (рис. 3.3) [1].

Копровые установки на гусеничном ходу выпускаются на базе трактора и экскаватора и представляют собой самоходный агрегат, обладающий автономностью в работе и маневренностью базовой машины. Установки применяются для устройства временных завес глубиной 8—10 м.

Копровые стрелы (рис. 3.4) навешиваются на тракторы, экскаваторы, краны.

3.4. Для обеспечения вертикального перемещения шпунтины и исключения возможности отклонения ее от проектного положения, копровые стрелы оборудуются направляющими устройствами в ви-

[1] Рабочие чертежи разработаны институтом «Гидроспецпроект» Минэнерго СССР.

де выступающего «Т»-образного профиля или полости «Г»-образного сечения (рис. 3.4).

3.5. Для восприятия усилий (30—40 тс), возникающих при извлечении шпунтины, стрелы навесных копровых установок оборудуются специальной металлической опорной пятой (рис. 3.5) размерами 1500×1500×200 мм. Нагрузки на пяту передаются через вставку (1) с шарнирным устройством (2) [1].

3.6. Погружение и извлечение шпунтины осуществляется высокочастотными и низкочастотными вибропогружателями. Выбор марки вибропогружателя производится в зависимости от грунтовых условий и массы шпунтины. Технические характеристики и область применения вибропогружателей приведены в таблицах 3.4 и 3.5.

Таблица 3.1.

Технические характеристики рельсовых копровых установок

Показатели	Единица измерения	Марка копровой установки						
		С-995	С-908	СП-56	СП-55	КП-20	ПМК-3-12	Конструкции Гидроспецпроекта
Максимальная глубина погружения	м	12	16	20	25	12	20	10,5
Грузоподъемность	т	10	14	20	30	21,0	28,1	—
Наклоны мачты:								
вперед		1 : 6	1 : 8	1 : 8	1 : 8	—	—	—
назад		1 : 3	1 : 3	1 : 3	1 : 3	—	—	—
в стороны		до 1,5	1 : 30	1 : 30	1 : 30	—	—	—
Ширина колеи копра	м	4	4	6	6	4,0	4,0	4,5
Полная установочная мощность электродвигателей	квт	26,8	46	60	60	78,2	49,2	72,0
Масса копра	т	20,8	24,3	45	60	32,5	22,1	30,0
Скорость подъема сваи	м/мин	—	—	—	—	—	—	3,13
Завод изготовитель		Орский механический завод				Подольский РМЗ Минмонтажспецстроя СССР		РМЗ Гидроспецстроя Минэнерго СССР

[1] Рабочие чертежи разработаны НИИОУС при МИСИ им. В. В. Куйбышева.

3.7. Скорость извлечения шпунтины составляет 1—3 м/мин. в зависимости от длины шпунтины, вида грунтов, производительности насоса для подачи заполнителя, мощности вибропогружателя.

При использовании общестроительных копров предусматриваются редуктора на копровых лебедках для обеспечения необходимой скорости извлечения шпунтины.

Таблица 3.2.

Технические характеристики копровых установок навесного типа

Наименование показателей	Единица измерения	Базовая машина				
		трактор			экскаватор	
		С-870	С-878	СП-49 (СА-12)	С-860	СП-50С
Полезная высота копра	м	8,0	8,0	12,0	10,0	12,0
Полная высота копра	м	13,0	13,0	19,0	15,5	19,0
Грузоподъемность	т	5,5	7,0	7,0	8,0	11,0
Наклоны мачты копра:						
вперед		1 : 10	1 : 4	1 : 4	1 : 10	1 : 8
назад		1 : 10	1 : 3	1 : 3	1 : 10	1 : 3
в стороны		1 : 10	1 : 8	1 : 8	1 : 10	1 : 10
Мощность двигателя базовой машины копра	л. с.	100,0	100,0	100,0	100	150
Масса машины	т	14	17	22	27	45
Масса навесного оборудования	т	3,6	3,2	3,5	3,8	1,8

Таблица 3.3.

Технические характеристики копровых стрел

Наименование показателей	Единица измерения	Навесные стрелы			
		на экскаваторы			на пневмоколесный кран
		Э-505	Э-1003	Э-1252	К-162
Максимальная длина погружения свай	м	10—12	15—16	16	7,0
Длина копровой стрелы	м	14—14,7	19,5—21	21,8	14,4
Давление на грунт	кгс/см²	0,8	0,9	0,9	—
Грузоподъемность	т	6,5—7,0	10—11	16,5	5,4
Вылет от оси вращения до оси погружения	м	4,6	5,1	5,6—6,1	4,85
Ведомство, выпускающее оборудование		Минстрой СССР	Минмонтажспецстрой СССР		Минтрансстрой СССР

Таблица 3.4

Технические характеристики высокочастотных вибропогружателей

Наименование показателей	Единица измерения	Конструкции НИИОСП			Конструкции ВНИИГС		Конструкции ВНИИСДМ		
		В-102	В-104	В-108	ВПП-1	ВПП-2А (В-401)	ВПП-4А	ВПП-5	С-838
Возмущающая сила	тс	21,8	17,0	21,2	25,0	25,0	14,0	8,8	16/40
Статический момент дебалансов	кгс.м	40,0	31,4	30,0	10,0	до 10,0	5,5	3,5	62/38
Амплитуда колебаний вибрирующих частей без свай	мм	22,2	15,7	18,7	14,3	—	13,8	10,0	—
Мощность электродвигателя	квт	28,0	28,0	28,0	30,0	40,0	28,0	16,0	25/40
Габаритные размеры	м								
длина	»	1,17	0,91	0,96	1,01	1,26	1,0	1,25	1,49
ширина	»	0,88	0,68	0,92	0,95	0,80	0,96	0,68	1,45
высота	»	1,39	1,75	1,47	1,63	2,25	1,5	1,25	0,9
Масса вибропогружателя	т	1,8	2,0	1,6	2,1	2,5	1,2	1,2	3,5
Область применения по: грунтовым условиям		Слабые водонасыщенные песчаные и связные текучей и текучепластичной консистенции							
глубине погружения до	м	13,0—14,0	13,0—14,0	13,0—14,0	14,0—16,0	18,0—20,0	7,0	7,0	10,0
массе шпунта	т	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	1,0	1,0	2,0

Таблица 3.5.

Технические характеристики низкочастотных вибропогружателей

Наименование показателей	Единица измерения	Конструкции ЛИИЖТ		Конструкции Люберецкого Р.М.З.
		ВП-1	ВП-3	ВП-3М
Возмущающая сила	тс	18,5	44,2	44,2
Статический момент дебалансов	кгс. м	93,0	263,0	263,0
Частота вибрации	мин.	420,0	408,0	408,0
Мощность одного электродвигателя	квт	60,0	100,0	100,0
Габаритные размеры:	м			
длина	»	1,3	1,56	1,55
ширина	»	0,86	1,1	1,41
высота	»	1,3	2,0	2,1
Масса вибропогружателя	т	4,5	7,5	7,2
Область применения по: грунтовым условиям		Слабые водонасыщенные песчаные и связные грунты текущей и текуче-пластичной консистенции		
глубине погружения	м	12,0	14,0	14,0
массе шпунта	т	10,0	20,0	20,0

4. ТЕХНОЛОГИЯ И МЕХАНИЗАЦИЯ РАБОТ ПО ПРИГОТОВЛЕНИЮ ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ

4.1. Глиноцементные заполнители приготовляются на основе бентонитового сырья, местных глин или суглинков. Глины и суглинки должны содержать не более 30% глинистых частиц размером не менее 0,005 мм.

Для улучшения свойств местных глин и суглинков возможно применение химических реагентов.

В качестве вяжущего могут применяться портландцементы, пуццолановые и сульфатостойкие цементы. В случае агрессивных грунтовых вод применяются специальные цементы. Не рекомендуется применять быстросхватывающиеся цементы по технологическим соображениям.

4.2. Глиноцементные заполнители должны иметь следующие характеристики:

удельный вес — 1,5—1,7 г/см^3;

проектная прочность при сжатии затвердевшего заполнителя не более 30 кг/см^2;

выход камня при затвердении не менее 98%.

По условиям подачи заполнителя по трубопроводу к месту его укладки расплыв по конусу АЗНИИ должен быть в пределах 12—14 см.

4.3. Ориентировочные составы 1 м³ глиноцементного заполнителя при использовании:

СУГЛИНКА:

а)	портландцемент М400	— 400 кг,
	суглинок	— 600 кг,
	вода	— 700 л.
б)	портландцемент	— 30 кг,
	суглинок	— 810 кг;
	фтористый натрий	— 0,026 кг,
	жидкое «стекло»	— 10 кг,
	вода	— 416 л

ГЛИНЫ:

портландцемент М400	— 550 кг,
глина	— 250 кг,
вода	— 730 л

БЕНТОНИТОВОГО ГЛИНОПОРОШКА:

портландцемент М400	— 550 кг,
бентонитовый порошок	— 180 кг,
вода	— 750 л

4.4. При составлении композиций расчет потребности на 1 м³ в компонентах Р по сухой фазе производится по формуле

$$P = K_в \frac{\gamma_1 (\gamma - \gamma_2)}{(\gamma_1 - \gamma_2)(1 - W)}, \qquad (4.1)$$

где

γ_1 — удельный вес компонента;

γ — удельный вес заполнителя;

γ_2 — удельный вес воды;

W — влажность компонента;

$K_в$ — коэффициент выхода массы, равный 0,60—0,75.

Влажность приготовленной смеси должна быть в пределах 40—50%. При 50%-й концентрации и расчета на сухую фазу количество воды $P_в$, требующейся для замеса 1 м³ композиции, равно

$$P_в = K_в (P_г + P_ц), \qquad (4.2)$$

где

$P_г$ — масса глины;

$P_ц$ — масса цемента.

При дозировке воды вводится поправка, учитывающая влажность глин. С учетом поправки количество воды на 1 м³ заполнителя определяется по формуле

$$P_в = K_в \left[P - P_г \frac{W}{1 - W} \right], \qquad (4.3)$$

4.5. Приготовление заполнителя в зависимости от его состава производится по двум принципиальным организационно-технологическим схемам (рис. 4.1 и 4.2).

При изготовлении глиноцементных заполнителей на основе бентонитовых глинопорошков применяются растворомешалки, грязевые и водяные насосы.

При использовании местных глин и суглинков применяются лопастные глиномешалки, вибросита, емкости, быстроходные растворомешалки, грязевые и водяные насосы. Местные глины предварительно размешивают в лопастной глиномешалке и в виде исходного раствора подают в быстроходную растворомешалку для доведения заполнителя до проектных характеристик. В случае применения химических реагентов для приготовления заполнителей на основе местных глин или суглинков возможно использование первой принципиальной организационно-технологической схемы производства работ.

Технические характеристики механизмов, применяемых для приготовления заполнителя, приведены в таблице 4.1. Загрузка исходных материалов в глиномешалки и растворомешалки осуществ-

Таблица 4.1

Технические характеристики оборудования для приготовления заполнителей

Показатели	Единица измерения	Глиномешалка Г2-П2-4	Вибросито СВ-1	Растворомешалка РМ-750
Емкость	$м^3$	4	—	0,75
Скорость вращения вала	об./мин.	60—80	—	550
Мощность электродвигателя	квт.	12—14	2,8	10,5
Габариты	м	3,9×3,0××1,4	1,9×2,2××0,7	2,0×1,1×1,1
Вес	т	3,5	1,5	0,5
Цена	руб.	631	320	480
Пропускная способность	л/сек	—	20	—
Число отверстий на погонный дюйм при диаметре проволоки:				
0,35 мм	шт.	—	30	—
0,25 мм	шт.	—	40	—
Производительность	$м^3$/час	4,0—6,0	180	2,0
Завод-изготовитель		Бакинский машиностроительный завод имени Сардарова		Можайское экспериментальное механическое предприятие треста «Гидроспецстрой»

ляется средствами малой механизации, перечень которых определяется по месту. Для приготовления заполнителей при строительстве линейно-протяженных завес или небольших объектов используются передвижные узлы [1].

4.6. Для подачи заполнителя в полость траншеи применяют растворонасосы типа С или грязевые насосы, технические характеристики которых приведены в таблице 4.2.

Таблица 4.2

Характеристики насосов для подачи заполнителя

Показатель	Единица измерения	С-684	С-317А	ШН-250-50	11ГР
Производительность	м³/час	4	6	18	18
Давление	атм	15	15	50	50
Рабочая часть насоса		плунжер		поршень	
Установочная мощность насоса	квт	4,5	7	38	48
Диаметр линий:	мм				
всасывающих		63	65	76	100
нагнетательных		50	65	38	50
Габариты: длина	м	1,3	1,2	1.4	1,8
ширина	»	0,5	0,5	0,8	1.0
высота	»	0,8	1,0	0,9	1.5
Вес	т	0,254	0,390	0,733	1,150
Цена	руб.	200	450	733	950
Изготовитель		Прилукский завод строительных машин	Ростокинский завод строительных машин	Архангельский судоремонтный завод	Завод «Красный молот»

4.7. Для подачи заполнителя к месту производства работ применяются резино-тканевые рукава, основные характеристики которых представлены в таблице 4.3.

Таблица 4.3

Технические характеристики напорных рукавов

Наименование	ГОСТ	Диаметр мм	Давление ат
Рукава резино-тканевые напорные	8318—57	100	до 10
»	8310—57	50	до 20

[1] Рабочие чертежи изготовлены НИИОУС при МИСИ имени В. В. Куйбышева.

5. МЕТОДИКА ПОДБОРА МАШИНОКОМПЛЕКТА

5.1. В основу методики подбора машинокомплектов заложен принцип расчета показателей по «ведущему» механизму: породоразрушающей установке. Производительность машинокомплекта равна производительности породоразрушающей установки $П_i$, при этом производительность механизмов для приготовления, подачи и укладки заполнителя $П_п$ не должна быть меньше производительности породоразрушающей установки, т. е. должно соблюдаться условие

$$П_i < П_м \leqslant П_п, \tag{5.1}$$

где

$П_м$ — среднесменная потребность в заполнителе.

Подбор машинокомплекта производится в следующей последовательности.

5.2. Определяется среднесменная производительность породоразрушающей установки по формуле

$$П_i = \frac{8{,}2 \times 60}{t_ц} (h_ш - b_п) H_с \delta K_{ис}, \tag{5.2}$$

$t_ц$ — продолжительность одного технологического цикла, мин;

$h_ш$ — высота стенки шпунтины;

$b_п$ — величина зоны перекрытия захваток;

$H_с$ — глубина завесы;

δ — ширина завесы;

$K_{ис}$ — коэффициент использования машинного времени копра.

Продолжительность технологического цикла зависит от грунтовых условий и глубины погружения шпунтины.

По данным Гидроспецпроекта для средне и крупнозернистых песков средней плотности и рыхлых построен график продолжительности технологического цикла сооружения завесы в зависимости от глубины (рис. 5.1.).

5.3. Определяется фактический срок строительства завесы по формуле

$$t_1 = \frac{V_i}{r \cdot \pi_i \mu}, \tag{5.3}$$

где

r — количество породоразрушающих машин;

μ — коэффициент сменности;

V_i — объем разрабатываемого грунта.

Если фактический срок строительства t_1 меньше или равен директивному времени t, т. е.

$$t_1 \leqslant t, \tag{5.4}$$

то проверяется условие 5.1, в котором $П_м$ и $П_п$ рассчитываются согласно п.п. 5.4—5.5.

5.4. Среднесменная потребность в заполнителе $П_м$ определяется по формуле

$$П_м = П_i K_{тп}, \tag{5.5}$$

где

$K_{тп}$ — коэффициент на организационно-технологические потери.

5.5. Среднесменная производительность комплекта оборудования для приготовления заполнителя рассчитывается по формуле

$$П_п = \frac{8{,}2 \times 60}{t_з} V^{гл} k_в k^1_{ис}, \tag{5.6}$$

где

$V^{гл}$ — паспортная емкость глиномешалки;

$t_з$ — продолжительность технологического цикла приготовления заполнителя, мин;

$k_в$ — коэффициент выхода массы заполнителя;

$k^1_{ис}$ — коэффициент использования глиномешалки во времени.

Продолжительность технологического цикла приготовления заполнителя «$t_з$» должна удовлетворять условию:

$$t_з = t_ц - t_и, \tag{5.7}$$

где $t_и$ — время инъекции заполнителя в полость траншеи.

Время инъекции $t_и$ определяется по формуле

$$t_и = \frac{V_г}{П_н}, \tag{5.8}$$

где

$V_г$ — объем заполнителя в одной захватке;

$П_н$ — производительность насосов для подачи заполнителя.

Время инъекции заполнителя в полость траншеи должно удовлетворять условию

$$t_и = t_{извл}, \tag{5.9}$$

где

$t_{извл}$ — время извлечения шпунтины из грунта, равное

$$t_{извл} = \frac{H_с}{S_{извл}}, \tag{5.10}$$

где

$S_{извл}$ — принятая скорость извлечения шпунтины.

5.6. При выполнении условий 5.1 и 5.4 машинокомплект считается подобранным.

При не выполнении условия 5.4 увеличивается количество породоразрушающих установок r и вновь производится расчет по п.п. 5.2—5.3.

При не выполнении условия 5.1 увеличивается количество механизмов для приготовления заполнителя и производится расчет по п. 5.5.

5.7. Насосы открытого водоотлива предназначены для удаления воды, профильтровавшейся через тело завесы в период строительства ограждаемого сооружения ниже уровня грунтовых вод, и воды, находящейся в массиве грунта, оконтуренном завесой.

Количество насосов открытого водоотлива d, необходимое для удаления воды в течении суток, определяется по формуле

$$d = \frac{Q_1}{P_э} + \frac{Q}{TP_э}, \tag{5.11}$$

где

$P_э$ — суточная производительность насоса;

T — время строительства ограждаемого сооружения ниже уровня грунтовых вод;

Q_1 — количество воды, профильтровавшейся через завесу в течение суток, определяемое [1]

$$Q_1 = \frac{K_ф [(H_0 - i_0 \delta)^2 - h_0^2]}{2\delta} L, \tag{5.12}$$

где

$K_ф$ — коэффициент фильтрации заполнителя;

H_0 — уровень грунтовых вод, отсчитываемый от водоупора;

i_0 — начальный градиент фильтрации заполнителя;

δ — ширина завесы;

h_0 — требуемый уровень водопонижения, отсчитываемый от водоупора;

L — периметр завесы.

Q — количество воды в массиве грунта, оконтуренном завесой, определяемое

$$Q = S \Delta H n_0, \tag{5.13}$$

где

S — площадь массива грунта оконтуренного завесой;

$$\Delta H = H_0 - h_0;$$

n_0 — пористость грунта.

[1] Для расчета использована формула предложенная В. М. Марголиным.

Фактическое время работы насосов

$$t_{\text{о}} = \frac{Q_1 T + Q}{dP_{\text{о}}}, \qquad (5.14)$$

6. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВАРИАНТОВ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ

6.1. В качестве основной экономической оценки вариантов производства работ используется показатель приведенных суммарных затрат. Приведенные суммарные затраты включают текущие издержки и единовременные затраты на сооружение завесы, приведенных к годовой размерности в соответствии с установленным нормативным коэффициентом эффективности капитальных вложений.

Затраты определяются по формуле

$$\text{ПЗ} = C + F_{\text{н}} \mu r t_1 \left(\frac{\Phi_i}{T_i} + \frac{\Phi_{\text{т}}}{T_{\text{т}}} \right) + E_{\text{н}} \frac{3{,}52 d t_{\text{о}} \Phi_{\text{о}}}{T_{\text{о}}}, \qquad (6.1)$$

где C — себестоимость сооружения завесы, руб.;

$E_{\text{н}}$ — нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений;

μ — коэффициент сменности эксплуатации оборудования, сутки/см;

r — количество машинокомплектов, сооружающих завесу;

t_1 — фактический срок строительства завесы, сутки;

Φ_i, $\Phi_{\text{т}}$ — инвентарно-расчетная стоимость породоразрушающей машины и оборудования для приготовления заполнителя, руб.;

T_i, $T_{\text{т}}$ — годовой фонд времени эксплуатации породоразрушающей машины и оборудования для приготовления заполнителя, маш/смен.;

d — количество насосов открытого водоотлива;

$t_{\text{о}}$ — продолжительность эксплуатации насосов открытого водоотлива, сутки;

$\Phi_{\text{о}}$ — инвентарно-расчетная стоимость насосов, открытого водоотлива, руб.;

$T_{\text{о}}$ — годовой фонд времени эксплуатации насосов открытого водоотлива, маш/смен;

3,52 — переходный коэффициент от суток к сменам.

6.2. Себестоимость сооружения противофильтрационной завесы определяется

$$\text{С} = (1 + H_{\text{р}})(\text{П} + \text{П}_{\text{в}}), \qquad (6.2)$$

где

$H_р$ — накладные расходы строительной организации ($H_р < 1$);

$П$ — прямые затраты на сооружение противофильтрационной завесы, определяемые

$$П = V_i(C_{мех} + C_п + C_м), \tag{6.3}$$

где V_i — объем траншеи, м³;

$C_{мех}$ — затраты на разработку 1 м³ грунта траншеи;

$C_п$ — затраты на приготовление, подачу и укладку 1 м³ заполнителя в полость завесы;

$C_м$ — затраты на открытой водоотлив, определяемые:

$$П_в = dC_н J_σ^d t_σ, \tag{6.4}$$

где

$C_н$ — стоимость машиносмены насоса открытого водоотлива, руб./маш. см.;

$t_σ$ — продолжительность эксплуатации насосов;

$J_σ^d$ — поправочный коэффициент к стоимости машино-смены в случае применения различного количества насосов, определяемый

$$J_σ^d = \frac{C_н + Δ}{C_н}, \tag{6.5}$$

где

$Δ$ — поправка к ценам машино-смен насосов (таблица 3, Ценник № 2).

Методика определения параметров $C_{мех}$, $C_м$, $C_п$ приведена в 7 разделе настоящих «Рекомендаций» в калькуляциях №№ 1, 2, 3.

6.3. Выбор экономически целесообразного варианта производства работ методом «тонкая стена в грунте» производится путем сопоставления различных вариантов работ по критерию минимума суммарных приведенных затрат. Реализации подлежит вариант, у которого приведенные суммарные затраты минимальны. В случае равенства показателей приведенных затрат для сравниваемых вариантов дополнительно рассматриваются показатели трудоемкости вариантов, продолжительности строительства и т. п.

7. ПРИМЕР ФОРМИРОВАНИЯ И ВЫБОРА РАЦИОНАЛЬНОГО ВАРИАНТА ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ

Требуется выбрать рациональнии вариант производства работ при строительстве круглой в плане насосной станции с наружным диаметром 6,0 м и отметкой заложения подошвы — 9,2 м для слу-

чая применения завесы временного назначения из местных глинистых материалов, сооружаемой методом «тонкая стена в грунте». Строительство осуществляется в водонасыщенных супесях с объемной массой 1,65—1,68 т/м^3, естественной влажностью до 28% и коэффициентом водонасыщения 0,8. Уровень грунтовых вод располагается на глубине 1,2 м. Водоупор (плотная глина) начинается с отметки — 9,5 м.

По первоначальному проекту предполагалось производство работ в открытом котловане с применением водоотлива насосами. Нормативный срок строительства был установлен равным двум месяцам, сметная стоимость строительно-монтажных работ 18,5 тыс. руб.

С целью уменьшения сметной стоимости работ и трудозатрат предложено осуществить производство работ в открытом котловане, но без постоянной откачки воды во время строительства, используя для этой цели тонкую защитную завесу из местных глинистых материалов.

Для этой цели принята круглая в плане противофильтрационная завеса диаметром 39,5 м, глубиной заложения 10,0 м и толщиной 0,15 м. Диаметр завесы выбран с учетом требований производства работ и расположения ее вне призмы обрушения грунта.

Для выбора рационального варианта производства работ было рассмотрено семь организационно-технологических схем производства работ, отличающихся применяемыми марками вибропогружателей, конструкциями шпунтины и материалами заполнителей. Варьируемые элементы представлены в таблице 7.1.

Таблица 7.1

Варианты производства работ

№№ вариантов	Марка вибропогружателя	№ двутавров шпунтины	Состав заполнителя [1]
1	ВПП-2	55	Глиноцементный
2	ВП-1	55	Глиноцементный
3	ВПП-2	55	Глинистый
4	ВП-1	55	Глинистый
5	ВП-1	60	Глиноцементный
6	ВПП-2	60	Глинистый
7	ВП-1	60	Глинистый

Для каждого варианта произведен расчет технико-экономических показателей (таблица 7.2). Наиболее рациональным из них является первый, в котором применяются вибропогружатель

[1] Подбор состава заполнителя и определение его параметров выполнены по методике предложенной В. М. Марголиным.

Таблица 7.2

Технико-экономические показатели вариантов

Наименование показателей	Единица измерения	Порядковые номера вариантов						
		1	2	3	4	5	6	7
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Себестоимость сооружения завесы	руб.	1995,1	2213,7	2080,3	2298,9	2047,7	2027,8	2132,9
2. Сметная стоимость работ	руб.	2114,8	2346,5	2205,1	2436,8	2170,6	2149,5	2260,9
3. Приведенные затраты	руб.	2122,1	2333,2	2162,6	2418,6	2153,7	2195,8	2239,2
4. Продолжительность строительства	смена	14,8	18,4	16,5	20,4	19,0	15,8	19
5. Трудоемкость работ	чел/дн	59,0	63	54	68	61	62	69

ВПП-2, шпунтина из двутавра № 55 и глиноцементный заполнитель. Для этого варианта производятся подбор машинокомплекта, расчеты потребности в материальных и трудовых ресурсах, в электроэнергии и затрат на сооружение противофильтрационной завесы.

1. Подбор машинокомплекта

Для производства работ сформирован машинокомплект из следующих механизмов:

1) копровой установки на базе экскаватора Э-1003;
2) вибропогружателя ВПП-2;
3) турбулентного смесителя СБ-81;
4) насоса водяного ЗК-9;
5) двух насосов грязевых С-317-Б (С-856);
6) транспортера длиной 5 м;
7) экскаватора «Беларусь» Э-153;
8) двух насосов водяных 8 АПВМ — 10×7.

Среднесменная производительность копровой установки, рассчитанная по формуле 5.2, составляет

$$П_t = \frac{8{,}2 \times 60}{24} (0{,}55 - 0{,}1)\, 10 \times 0{,}15 \times 0{,}9 = 12{,}5 \text{м}^3/\text{смену}.$$

Продолжительность технологического цикла $t_ц = 24$ мин определена по графику (рис. 5.1.)

При двухсменной работе установки с данной производительностью фактический срок строительства завесы

$$t_1 = \frac{186}{12{,}5 \times 2} = 7{,}4 \text{ суток},$$

что удовлетворяет условию (5.4) $t_1 \leqslant t$, где t — директивная продолжительность строительства, равная 15 суткам.

Среднесменная потребность в заполнителе $П_м$, рассчитанная по формуле 5,5,

$$П_м = 12{,}5 \times 1{,}05 = 13{,}2 \text{ м}^3.$$

Среднесменная производительность оборудования для приготовления заполнителя (формула 5.6) составляет

$$П_п = \frac{8{,}2 \times 60}{19} \times 1{,}4 \times 0{,}55 = 20 \text{ м}^3/\text{смену}.$$

Продолжительность технологического цикла приготовления заполнителя $t_з = 19$ минутам (определена опытным путем).

Время инъекции заполнителя $t_и$ определяется по формуле 5.8; при производительности одного насоса $П_н$ — 6 м³/час.

$$t_и = \frac{0{,}925}{0{,}2} = 5 \text{ мин.}$$

Время извлечения шпунтины из грунта, рассчитанное по формуле 5.10, при скорости извлечения шпунтины $S_{извл}$ = 2 м/мин, составит

$$t_{извл} = \frac{10}{2} = 5 \text{ мин.},$$

что удовлетворяет условию 5.9.

Проверяем выполнение условия 5.7.

$$t_з = t_ц - t_и = 24 \text{ мин.} - 5 \text{ мин.} = 19 \text{ мин.},$$

что удовлетворяет условию 5.7.

Проверяем выполнение условия 5.1.

$$12{,}5 < 13{,}2 \leqslant 20{,}0,$$

что удовлетворяет условию.

При выполнении условий 5.1 и 5.4 машинокомплект согласно п. 5.6 считается подобранным.

2. Расчет количества насосов открытого водоотлива

При применении в качестве заполнителя глиноцементной композиции коэффициент фильтрации завесы равен $6{,}5 \times 10^{-4}$ м/сутки и начальный градиент фильтрации $i_0 = 9$. Тогда количество воды, профильтровавшейся через тело завесы в течение суток, определяемое по формуле 5.12, равно

$$Q_1 = \frac{6{,}5 \times 10^{-4}[(4{,}3 - 9 \times 0{,}15)^2 - 0{,}3^2]}{2 \times 0{,}15} \times 124 = 2{,}3 \text{ м}^3\text{/сутки}.$$

Количество воды в массиве грунта, оконтуренном завесой (формула 5.13),

$$Q = 124{,}0 \times 4{,}0 \times 0{,}43 = 213 \text{ м}^3$$

Далее по формуле 5.11 определяем количество насосов

$$d = \frac{2{,}3}{350} + \frac{213}{360 \cdot 60} = 0{,}72$$

Для производства работ принимаем 2 насоса 8 АПВМ — 10×7 (I — резервный) производительностью 15 м³/час.

Фактическое время работы насосов (формула (5.14)

$$t_э = \frac{2{,}3 \times 60 + 213}{15 \times 24} = 1 \text{ сутки.}$$

3. Расчет потребности материалов

Исходными данными для расчета потребности основных материалов $П_м$ являются геометрические размеры завесы и расход материалов на 1 м³ заполнителя, определяемый в строительной лаборатории с учетом технологических потерь.

Геометрические размеры завесы: периметр $L = 124$ м, глубина $n = 10$ м, ширина $\delta = 0{,}15$ м.

В соответствии со свойствами местной глины в строительной лаборатории определены параметры глиноцементной композиции: удельный вес 1,5 т/м³, расплыв по конусу 12 см, предел прочности на сжатие 3—5 кг/см², водоотделение 0%, начало схватывания 5—7 часов. Расход материалов на 1 м³ заполнителя следующий: суглинок 0,54 м³, портландцемент М-400 0,03 т, вода 0,416 м³, жидкое стекло 0,01 т, фтористый натрий 26 г.

Потребность в материалах $П_м$ рассчитывается по формуле

$$П_м = V_t K_{тп} P,$$

где

V_t — объем траншеи, равный $124 \times 10 \times 0{,}15 = 18{,}6$ м³;

$K_{тп}$ — коэффициент технологических потерь, равный 1,05;

P — потребность в материале на 1 м³ заполнителя.

Подставляя соответствующие значения P получаем следующее количество необходимого материала: портландцемента — 5,86 т, воды — 81,2 м³, жидкого стекла — 1,95 т, фтористого натрия — 5 кг, суглинка — 105 м³.

4. Расчет потребности в электроэнергии

Расчет потребности в электроэнергии производится по суммарной установочной мощности электродвигателей. В нашем случае она составляет 120 квт.

5. Расчет потребности трудовых ресурсов

Расчет потребности трудовых ресурсов производится с учетом состава бригады по профессиям, распределения работ между рабочими и фактической продолжительности сооружения завесы при заданной сменности производства работ.

Состав бригады следующий: машинист копровой установки, помощник машиниста, бульдозерист, машинист растворосмесителя,

два бетонщика, два строительных рабочих и лаборант строительной лаборатории. Всего 9 человек.

6. Расчет затрат на сооружение противофильтрационной завесы

Затраты на сооружение противофильтрационной завесы рассчитываются по методике изложенной в настоящих «Рекомендациях» (раздел 6).

Исходные данные для расчета приведены в таблице 7.3. Дополнительные данные имеют следующие значения: $\mu = 2$; $E_н = 0{,}12$; $H_р = 0{,}13$; $T_э = 500$ маш/смен; T_l и $T_т = 400$ маш/смен.

Согласно п. 6.2 «Рекомендаций» единичные затраты на разработку грунта $C_{мех}$, материалы $C_м$, приготовление и укладку заполнителя $C_п$ рассчитываются по калькуляциям 1, 2, 3 (таблицы 7.4; 7.5 и 7.6).

Таблица 7.3

Технико-экономические характеристики машинокомплекта

№№ пп	Наименование механизмов	Марка	Стоимость маш/смены в т. ч. зарплата руб.	Балансовая стоимость руб.	Назначение
1	2	3	4	5	6
1	Копровая установка на базе экскаватора Э-1003	—	34,57 / —	14560	Создание полости траншеи
2	Вибропогружатель	ВПП-2	14,16 / 2,32	3080	Погружение и извлечение шпунтины
3	Турбулентный смеситель	СБ-81	8,52 / 4,24	4930	Приготовление заполнителя
4	Насос водяной	ЗК-9	4,37 / 1,52	152	Подача воды
5	Насос грязевой	С-317-Б (С-856)	8,88 / 4,24	447	Подача заполнителя
6	Транспортер	длина 5 м	2,58 / 1,05	355	Загрузка исходного сырья
7	Экскаватор «Беларусь»	Э-153	24,24 / 7,50	5000	»
8	Насос водяной	8АПВН-10Х7	3,79 / 1,38	180	Удаление воды

Калькуляция № 1 затрат на разработку 1 м³ грунта в полости траншеи ($С_{мех}$)

Исходные данные

Состав механизмов: копровая установка на базе экскаватора Э-1003, шпунтина № 55 длиной 10 м с вибропогружателем ВПП-2.

Производительность установки при глубине погружения шпунтины на 10 метров в грунтах 2 группы 12,5 м³/смену. Продолжительность смены — 8,2 часа. Территориальный район 8.

Таблица 7.4

Калькуляция № 1

Измеритель 1 м³ грунта

№№ пп	Обоснование	Стоимость маш/смены	Количество маш/смен на измеритель	Стоимость на 1 м³ руб.
1	Ценник № 2 поз. 338, данные треста «Магнитострой»	Вибропогружатель ВПП-2, копровая установка на экскаваторе Э-1003 С=14,16+35,47 = =49,63 руб.	0—08	3—97
		Итого:		3—97

Калькуляция № 2 затрат на материалы, используемые для приготовления 1 м³ заполнителя ($С_м$)

Исходные данные

Состав глиноцементной композиции: глина, цемент, вода, жидкое стекло, фтористый натрий.

Таблица 7.5

Калькуляция № 2

Измеритель 1 м³ заполнителя

№№ пп	Обоснование	Наименование элементов затрат	Единица измерения	Количество единиц на измеритель	Стоимость, руб.	
					единицы измерения, руб.	1 м³ заполнителя
1	Данные треста «Магнитострой»	Суглинок местный	м³	0,54	1,48	0—80
2	Ценник 1, ч. I, поз. 982	Портландцемент М 400	т	0,03	24,10	0—72
3	Данные треста	Вода	м³	0,416	0,20	0—08
	Прейскурант № 05-01, поз. 1-1340	Жидкое стекло	т	0,01	41,73	0—42
4						
5		Фтористый натрий	т	0,000026	—	0—01
		Итого:				2—03

Калькуляция № 3 затрат на приготовление, подачу и укладку заполнителя в полость траншеи ($С_п$)

Исходные данные

Состав механизмов: ленточный транспортер длиной 5 м, растворосмеситель СБ-81 емкостью 2 м³, два растворонасоса производительностью 6 м³/ч, насос водяной ЗК-9, экскаватор «Беларусь» Э-153.

Производительность растворного узла при продолжительности одного технологического цикла приготовления заполнителя 0,33 часа, составляет 20 м³/смену.

Состав звена: 2 человека 3 разряда.

Таблица 7.6

Калькуляция № 3

Измеритель 1 м³ заполнителя

№№ пп	Обоснование	Наименование элементов затрат	Единица измерения	Количество единиц на измеритель	Стоимость, руб.	
					единицы измерения, руб.	1 м³ заполнителя
1	Ценник № 2 поз. 365	Растворосмеситель СБ-81	м/см	0,05	8,52	0,43
2	Ценник № 2 поз. 368	Растворонасос С-317Б (С-856) в количестве 2 шт.	»	0,1	8,88	0,89
3	Ценник № 2 поз. 419	Водяной насос ЗК-9	»	0,05	4,37	0,22
4	Ценник № 2 поз. 215	Транспортер l=5 м	»	0,05	2,57	0,13
5	Ценник № 2 поз. 542	Экскаватор Э-153 «Беларусь»	»	0,05	24,24	1,21
6		Звено рабочих 3 разряда в количестве 2 человек 0,425×1,15×8,2= =4,01	смен	0,1	4,01	0,40
		Итого:				3,28

Прямые затраты на сооружение противофильтрационной завесы, рассчитанные по формуле 6.3 и калькуляциям 1, 2, 3, составляют

$$П = 124{,}0 \times 0{,}15 \times 10{,}0 \times (3{,}97 + 3{,}28 + 2{,}03) = 1726{,}1 \text{ руб.}$$

Прямые затраты на водопонижение (формула 6.4)

$$П_в = 39{,}49 \text{ руб.}$$

Себестоимость сооружения противофильтрационной завесы (формула 6.2)

$$С = (1726{,}1 + 39{,}4)(1 + 0{,}13) = 1995{,}12 \text{ руб.}$$

Приведенные затраты на сооружение противофильтрационной завесы, рассчитанные по формуле 6.1, составляют

$$ПЗ = 1995{,}12 + 0{,}12 \times 2 \times 14 \frac{28524 \times 7{,}4}{400} + 0{,}12 \frac{360 \times 3{,}52 \times 1}{500} =$$

$$= 19995{,}12 + 126{,}64 + 0{,}3 = 2122{,}09 \text{ руб.}$$

Основные технико-экономические показатели рассчитанного варианта приведены в таблице 7.7.

Таблица 7.7

Технико-экономические показатели варианта

№№ пп	Наименование показателей	Единица измерения	Показатели
1	Ширина стенки	м	0,15
2	Глубина заложения стенки	м	10,0
3	Время одного технологического цикла сооружения завесы	мин.	24,0
4	Производительность	$м^2$/см $м^3$/см	83,0 12,5
5	Продолжительность строительства	смен	4,8
6	Стоимость	$м^2$/руб. $м^3$/руб.	1,39 9,28

Применение методики выбора варианта работ позволило снизить приведенные затраты на 12,2%, сократить продолжительность работ на 27%, трудоемкость на 13,2%.

Следует отметить, что стоимость устройства 1 $м^2$ завесы, может изменяться от 1,2 до 6,0 руб. и более в зависимости от материалов заполнителя, состава машинокомплекта и др. Так, при строительстве Акуловского гидроузла стоимость устройства 1 $м^2$ завесы постоянного назначения составила 6,6 руб., в том числе затраты на заполнитель (бентонитоцементный раствор) 1,6 руб., эксплуатацию

машинокомплекта (копровая установка Гидроспецпроекта на рельсовом ходу, две растворомешалки РМ-750, грязевой насос 11 ГР, водяной насос ЗК-9, вибропогружатель В-401) 3,6 руб. и основная заработная плата 1,6 руб.

Расчет рационального варианта производства работ по предлагаемой методике (для сопоставимых условий) показал, что применение метода многовариантного проектирования позволило бы снизить стоимость работ приблизительно на 2% только за счет использования рационального состава механизмов для приготовления заполнителя.

Приложение I

ИНСТРУКТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ СОСТАВЛЕНИИ ПРОЕКТОВ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ ПРОТИВОФИЛЬТРАЦИОННОЙ ЗАВЕСЫ

1. Инвентарные временные здания для строительных площадок. Стройиздат, 1968.

2. Инструкция о порядке составления и утверждения проектов организации строительства и проектов производства работ. СН 47—74, 1975.

3. Инструкция по приготовлению и применению строительных растворов. СН 290—74, 1974.

4. Инструкция по определению экономической эффективности капитальных вложений в строительстве. СН 423-76, 1975.

5. Инструкция по устройству, эксплуатации и перевозке рельсовых путей для строительных башенных кранов. СН 78—73, 1973.

6. Проектная документация на объект, возводимый под защитой противофильтрационной завесы: генплан объекта, материалы гидрогеологических изысканий, проект организации строительства, рабочие чертежи ограждаемого сооружения и противофильтрационной завесы.

7. Организационно-технологическая подготовка к строительству. Основные положения. СНиП III—А.6—62, 1968.

8. Организация строительства и производства строительно-монтажных работ. Справочник проектировщика. Стройиздат, 1968.

9. Техника безопасности в строительстве. СНиП III—А. 11—70. 1970.

10. Указания по проектированию электрического освещения площадок. СН 81—70, 1970.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Временная инструкция по проектированию стен сооружений и противофильтрационных завес, устраиваемых способом «стена в грунте». СН 477—75, М, Стройиздат, 1976.

2. Временные рекомендации по технологии строительства противофильтрационных диафрагм. Киев, НИИСП Госстроя УССР, 1969.

3. Климов В. Т. Строительство подземных сооружений способом «стена в грунте», М., 1976 г.

4. Круглицкий Н. Н., Мильковицкий С. И., Скворцов В. Ф.. Траншейные стенки в грунтах. Киев, «Наукова думка», 1973.

5. Рекомендации по расчету противофильтрационных стенок и подбору материала для их заполнения. М., НИИОПС им. Герсеванова Н. М., Госстрой СССР, 1973.

6. Сборник № 27 районных единичных расценок на строительные работы. Скважины. 1968.

7. Технический проект производства работ по устройству подземных стен сооружений, противофильтрационных завес способом «стена в грунте». Гидроспецпроект, Фундаментпроект, М., 1977.

8. Указания по применению оборудования для водопонижения и открытого водоотлива в строительстве. М., 1965.

9. Устройство противофильтрационных стенок в траншеях под глинистым раствором. НИИСП Госстроя УССР, Киев, 1975.

10. Хейфец А. И. Противофильтрационные и несущие стенки в грунтах. М., 1969.

11. Хейфец В. Б. Тонкие противофильтрационные стенки, журнал Гидротехническое строительство, № 3, 1974.

12. Ценник № 2 машино-смен строительных машин и оборудования, М., Стройиздат, 1975.

13. Ценник № 23 для переоценки дорожных и строительных машин. М.. Машиностроение, 1970.

14. Швей В. И. Защита котлованов гидротехнических сооружений от грунтовых вод. М., Л., 1959.

15. Ярошеня И. Ф., Архап С. К. Водонепроницаемые диафрагмы из пластичного бетона в гидротехнических сооружениях. М., 1973.

16. Возведение сооружений методом «стена в грунте», под редакцией Филахтова А. Л.. «Будевильник», Киев, 1976.

17. Сваи и свайные фундаменты. Справочное пособие. Киев, «Будевильник», 1977.

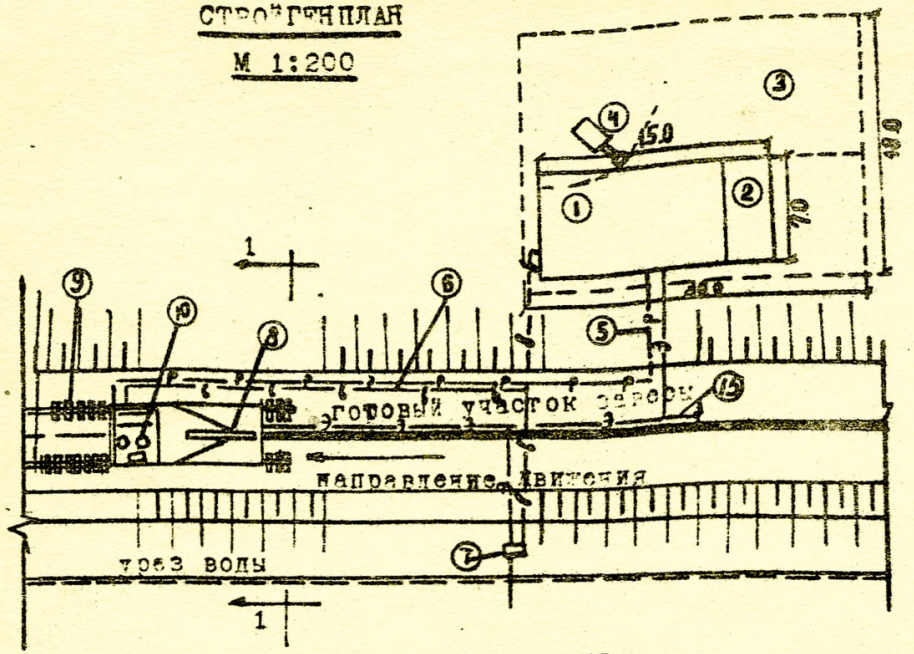
18. Основания и фундаменты. СНиП II-9-74, М., Стройиздат, 1974.

СОДЕРЖАНИЕ

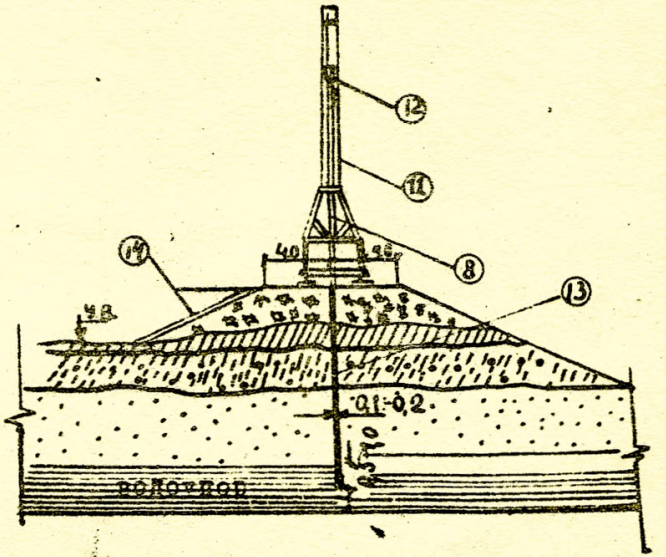
1. Общая часть 3
2. Методические основы формирования рациональных вариантов строительства противофильтрационных завес 4
3. Технология и механизация сооружения завесы 5
4. Технология и механизация работ по приготовлению заполнителей . . . 10
5. Методика подбора машинокомплекта 14
6. Экономическая оценка вариантов производства работ 17
7. Пример формирования и выбора рационального варианта производства работ 18
8. Приложение I 28
9. Список литературы 29

СТРОЙГЕНПЛАН

М 1:200



РАЗРЕЗ по 1-1



ЭКСПЛИКАЦИЯ

1- растворный узел, 2- склад цемента, 3- склад глины, 4- экскаватор Э-153, 5- растворопровод, 6- водопровод, 7- насос водоснабжения, 8-копровая установка, 9- подкопровый путь, 10- две растворомешалки РМ-750 и грязевый насос 11Гр, 11- мотыга, 12- вибровозбудитель, 13- тело завесы, 14- крепление откоса побегом, 15- энергоснабжение.

Условные обозначения

- насыпной грунт
- суглинки
- пески мелкозернистые
- -"-"-"- слоистые
- глины средние и тяжелые

Рис. 1.1.

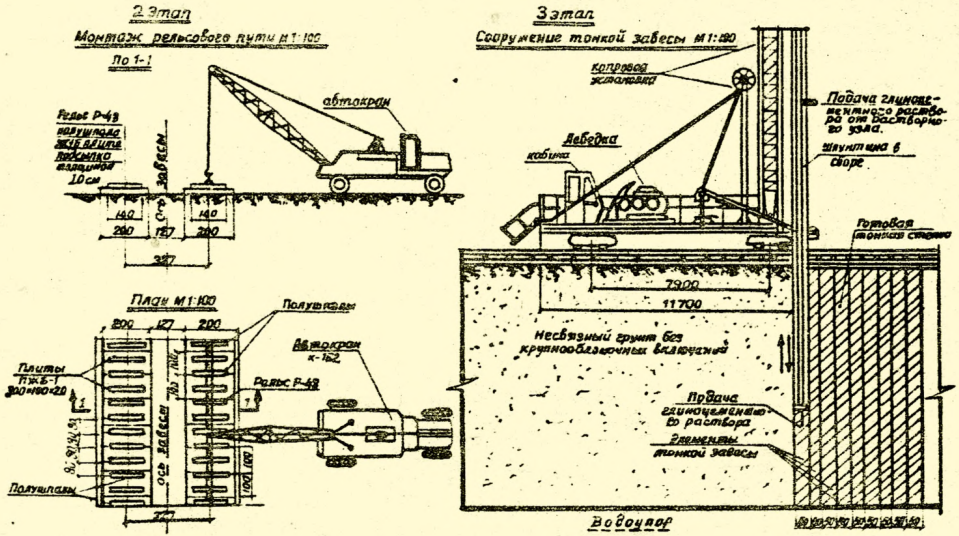

2 этап
Монтаж рельсового пути м1:100
По 1-1
автокран
Рельс Р-43
полушпала
10 см
140
200
127
327
План м1:100
Полушпалы
Автокран
к-162
Рельс Р-43
Плиты
Полушпалы
ось завесы
3 этап
Сооружение тонкой завесы м1:100
копровая установка
Лебедка
кабина
Подача глиноцементного раствора от растворного узла.
Шлунтина в сборе
Готовая тонкая стена
7900
11700
Несвязный грунт без крупнообломочных включений
Подача глиноцементного раствора
Элементы тонкой завесы
Водоупор

Рис. 3. 1.

ШПУНТИНА

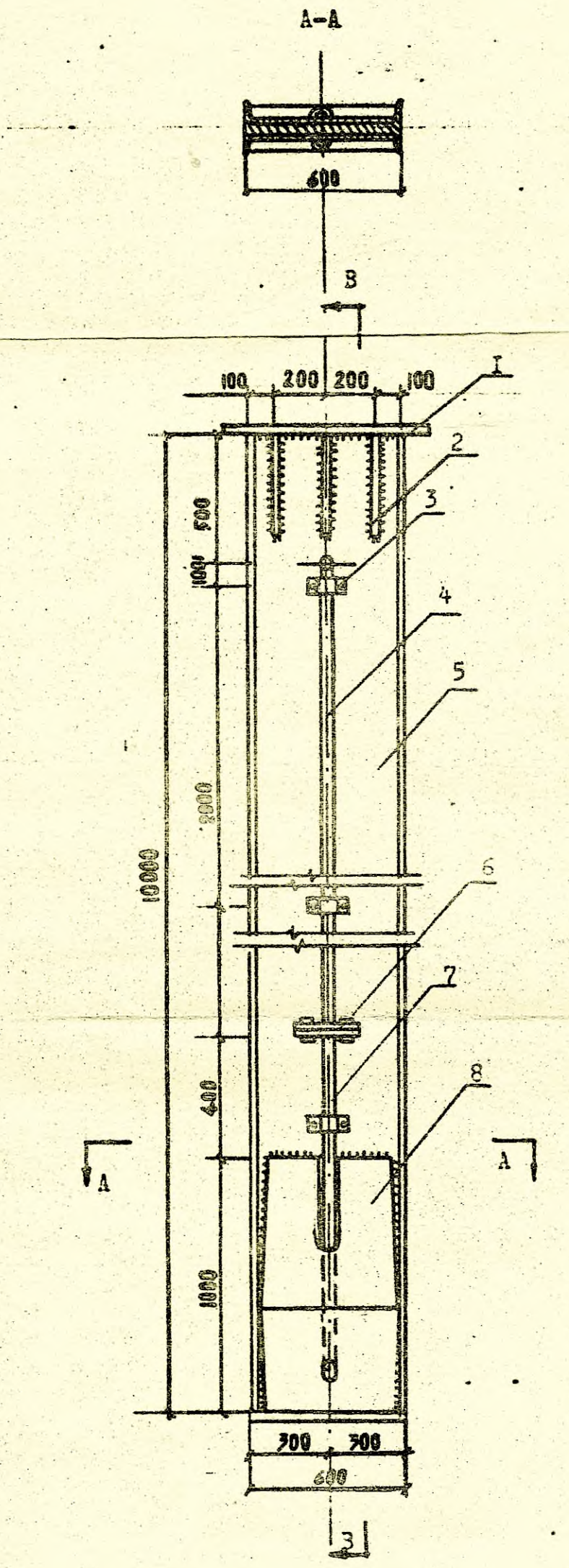
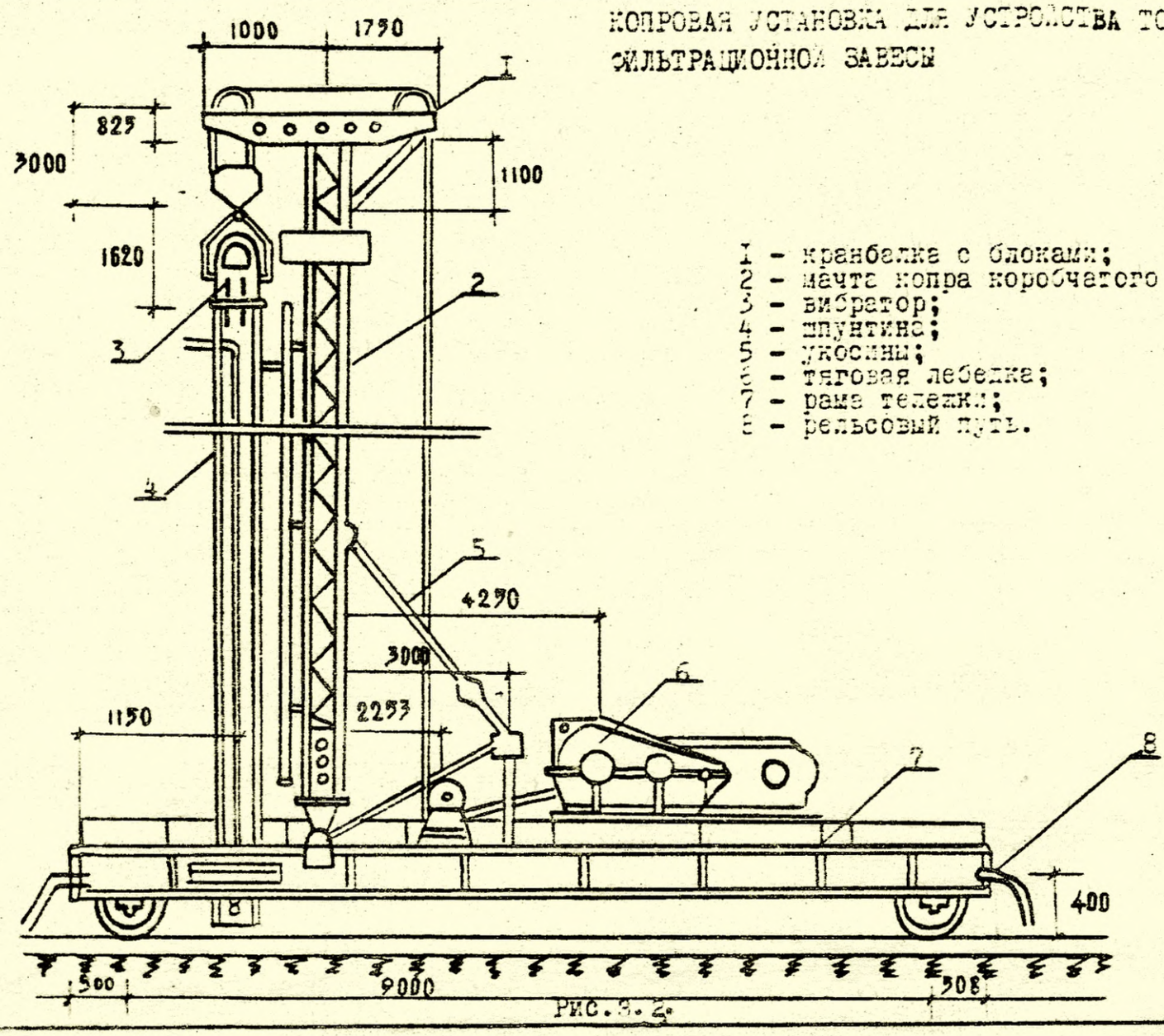


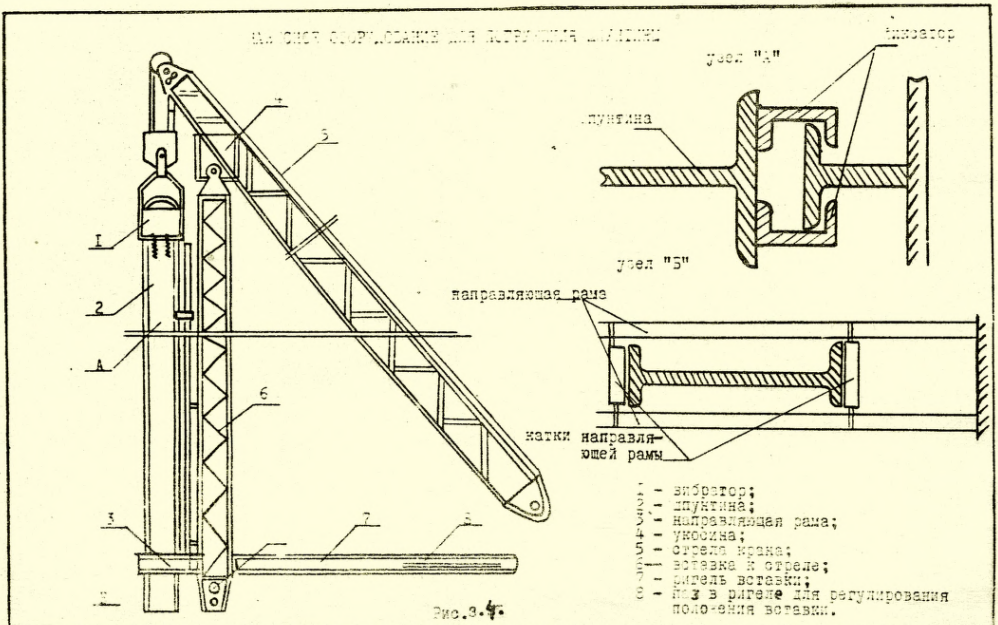
Рис.3.9.

КОПРОВАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ УСТРОЙСТВА ТОНКОЙ ПРОТИВОФИЛЬТРАЦИОННОЙ ЗАВЕСЫ



1 – кранбалка с блоками;
2 – мачта копра коробчатого сечения;
3 – вибратор;
4 – шпунтина;
5 – укосины;
6 – тяговая лебедка;
7 – рама тележки;
8 – рельсовый путь.

Рис. 3. 2.



1 - вибратор;
2 - спутница;
3 - направляющая рама;
4 - укосина;
5 - стрела крана;
6 - вставка к стреле;
7 - ригель вставки;
8 - паз в ригеле для регулирования положения вставки.

Рис.3.4.

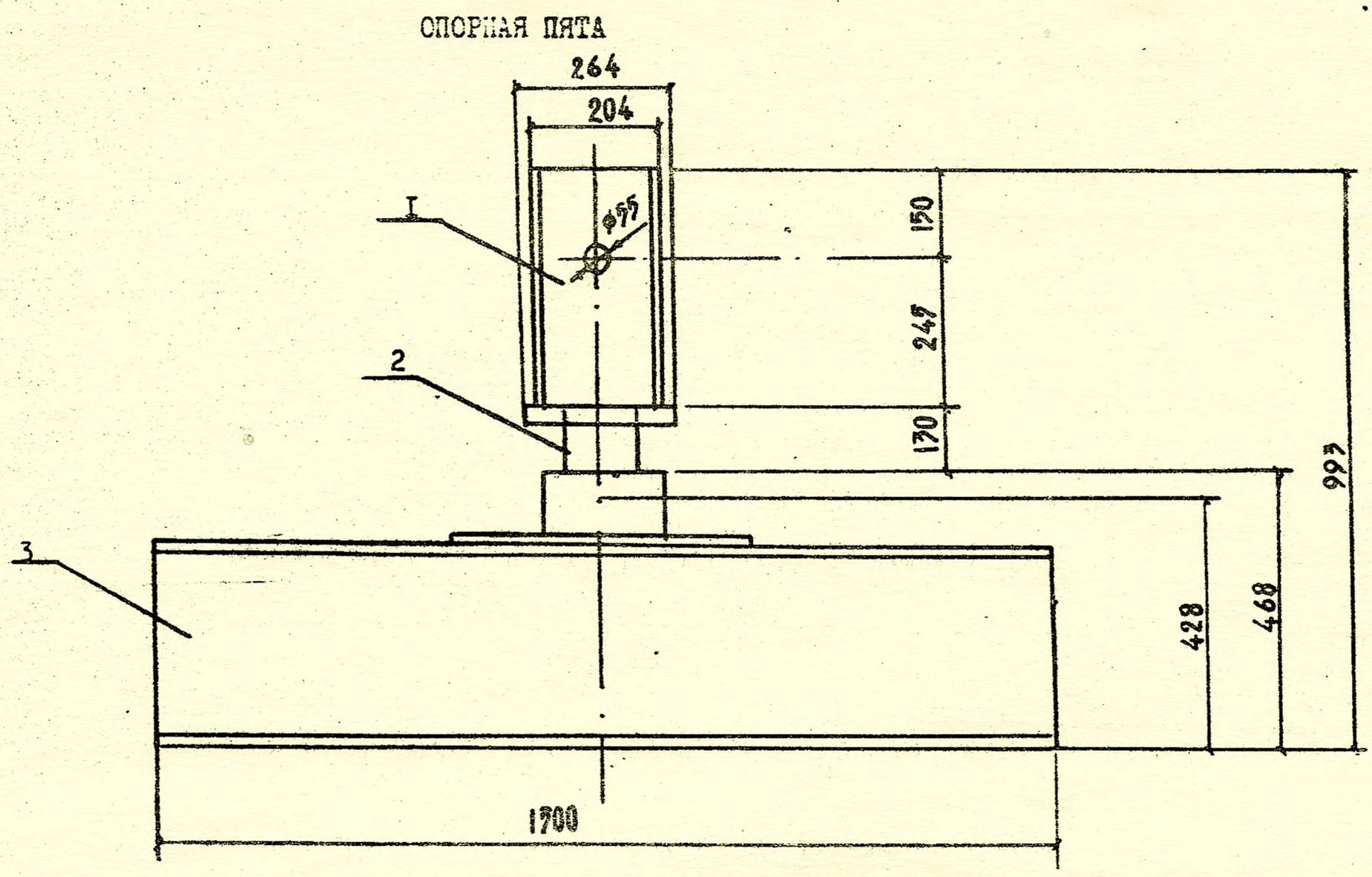


Рис. 3.5.

ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА ПРИГОТОВЛЕНИЯ ГЛИНОЦЕМЕНТНОГО ЗАПОЛНИТЕЛЯ НА ОСНОВЕ БЕНТОНИТОВОГО ГЛИНОПОРОШКА

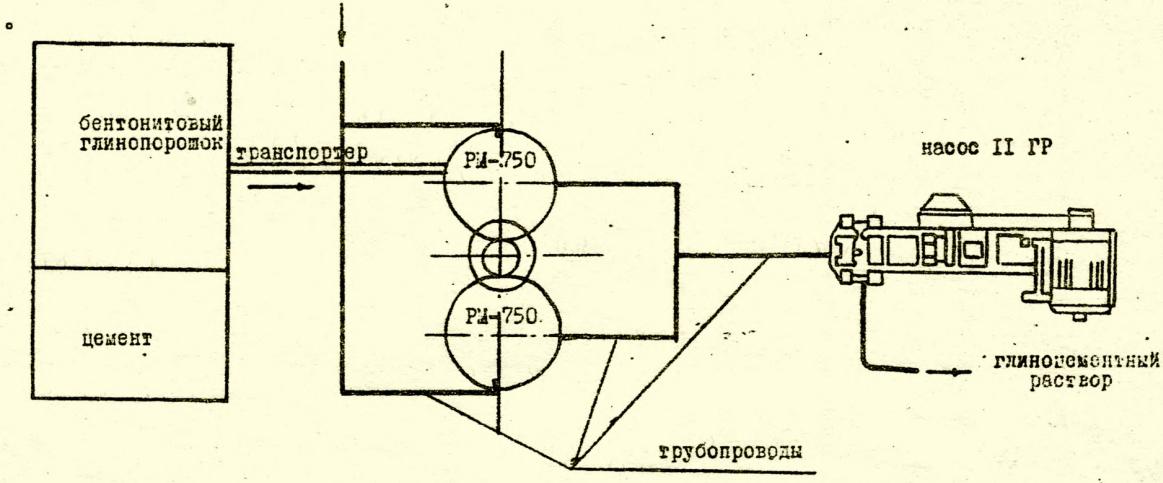
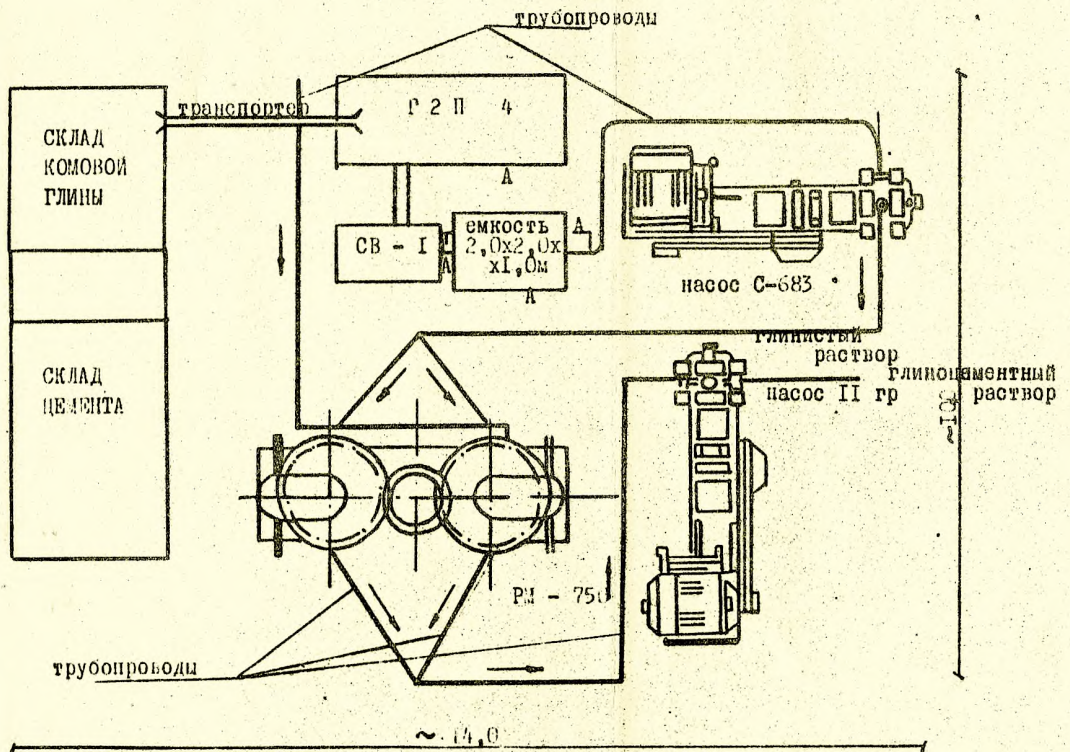


Рис. 4.1.

ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА ПРИГОТОВЛЕНИЯ ГЛИНИСТОГО ЗАКЛИНИТЕЛЯ НА ОСНОВЕ КОМОВЫХ ГЛИН



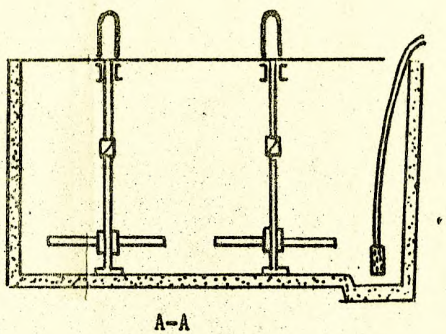


Рис.4.2.

ЗАВИСИМОСТЬ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЦИКЛА "t" СООРУЖЕНИЯ ЗАВЕСЫ ОТ ГЛУБИНЫ ЕЕ "Н"

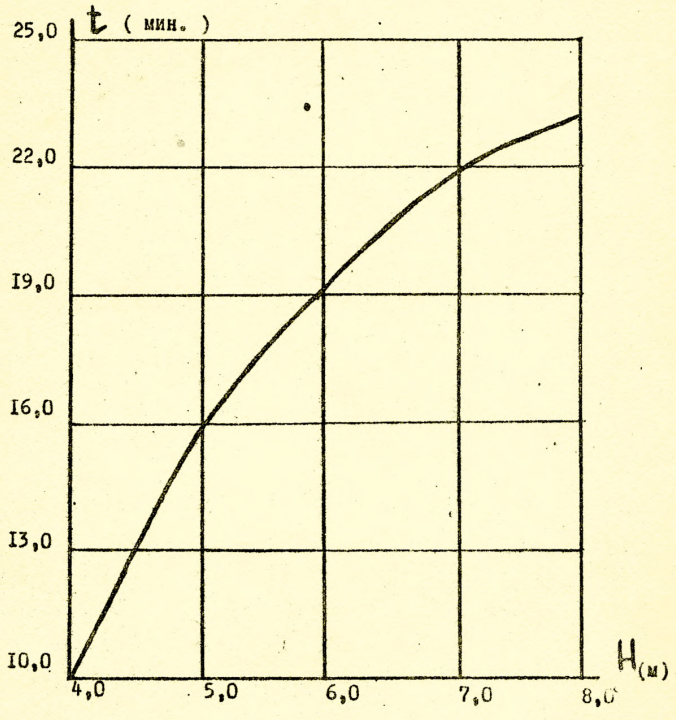


Рис. 5.I.

Выбор рациональных вариантов устройства противофильтрационных завес методом «тонкая стена в грунте» (Методические рекомендации)

Сорокин Владимир Вениаминович, Никольский Евгений Григорьевич, Сальников Борис Алексеевич, Паламарчук Александр Милетьевич

gost.e-ecolog.ru

Л 66721 от 9/1 1978 г. Зак. 568 Объем 2,5 печ. л. Тираж 600 экз. Цена 20 коп.

Тип. ЦНИИТЭИ Минзага СССР, 123290, Москва, Д-290, Мукомольный пр. д. 8