ГОССТРОЙ СССР
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
БЕТОНА И ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

ГОССТРОЙ БССР
ИНСТИТУТ СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ

РУКОВОДСТВО

ПО ИЗГОТОВЛЕНИЮ, ИСПЫТАНИЮ И ПРИЕМКЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ НАПОРНЫХ ЦЕНТРИФУГИРОВАННЫХ ТРУБ, ВЫПУСКАЕМЫХ ПО ТРЕХСТУПЕНЧАТОЙ ТЕХНОЛОГИИ

МИНСК 1973

gost.e-ecolog.ru

ГОССТРОЙ СССР
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
БЕТОНА И ЖЕЛЕЗОБЕТОНА
ГОССТРОЙ БССР
ИНСТИТУТ СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ

РУКОВОДСТВО

ПО ИЗГОТОВЛЕНИЮ, ИСПЫТАНИЮ И ПРИЕМКЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ НАПОРНЫХ ЦЕНТРИФУГИРОВАННЫХ ТРУБ, ВЫПУСКАЕМЫХ ПО ТРЕХСТУПЕНЧАТОЙ ТЕХНОЛОГИИ

МИНСК 1973

Руководство по изготовлению, испытанию и приемке железобетонных напорных центрифугированных труб, выпускаемых по трехступенчатой технологии, содержит указания и требования по всему комплексу технологического процесса производства труб.

Правила и указания Руководства нормируют процесс изготовления железобетонных центрифугированных труб на свободно-роликовых и ременных центрифугах.

Руководство разработано на основе результатов исследований, проведенных в НИИЖБ (авторы: к.т.н. Попов А.Н., Бурденкова З.И., инженеры Макаров А.С. и Широков В.С.) и лабораторией технологии изготовления труб ИСиА Госстроя БССР (авторы: д.т.н., профессор Ахвердов И.Н. и инженер Боровлев В.М.). В разработке принимали участие инженеры Мазуренок П.А., Новородский Г.М.) с учетом опыта промышленного изготовления труб на Челябинском заводе СКБ № I и Минском заводе КПД ДСК-2, а также замечаний и предложений заинтересованных организаций в производстве железобетонных напорных центрифугированных труб.

Институт строительства и архитектуры Госстроя БССР

Руководство по изготовлению, испытанию и приемке железобетонных напорных центрифугированных труб, выпускаемых по трехступенчатой технологии

Отдел научно-технической информации Института строительства и архитектуры Госстроя БССР

Подписано к печати I2 декабря 1973 года. 4,I уч.изд.л. Заказ III. Тираж 200. Цена 40 к.

Ротапринт ИСиА Госстроя БССР

П Р Е Д И С Л О В И Е

В соответствии с планом пересмотра действующих и разработки новых Государственных стандартов и нормативных документов Госстрой СССР письмом № I-I648 от I3/IX-70 г. поручил НИИЖБ Госстроя СССР, ИСиА Госстроя БССР и Челябинскому заводу ЖБИ разработать в I97I-72 гг. „Руководство по изготовлению, испытанию и приемке железобетонных напорных центрифугированных труб, выпускаемых по трехступенчатой технологии".

В настоящее время впервые выпущен ГОСТ № I6953-7I "Трубы железобетонные напорные центрифугированные", в котором содержатся требования к железобетонным трубам, изготавливаемым по усовершенствованным технологическим процессам.

Наряду с этим действующие заводы, выпускающие напорные центробежные трубы, изготавливают их с некоторым отступлением от размеров, принятых в ГОСТе. Эти заводы ранее были оснащены оборудованием, которое по своей конструкции не выдерживает принятых в ГОСТе параметров.

Производство таких труб, изготовляемых по трехступенчатой технологии, осуществляется на Челябинском заводе ЖБИ № I и Минском заводе КПД ДСК-2. Процессы формования труб на этих заводах производятся на свободно-роликовых центрифугах в г. Челябинске и на ременных центрифугах в г. Минске.

Различное оборудование заводов определило специфику выполнения на них отдельных технологических переделов при производстве труб. В связи с этим возникла необходимость составить Руководство, состоящее из двух самостоятельных разделов, в которых учитываются требования ГОСТа.

Первые и последние разделы Руководства включают общие положения по технологии центробежного производства напорных железобетонных труб; раздельно даны процессы производства труб для Челябинского завода ЖБИ-I и для Минского завода ДСК КПД-2.

Руководство содержит следующие разделы:

I.Область применения.

2.Сортамент и размеры труб.

3.Материалы для изготовления труб.

4.Технологические процессы изготовления труб.

5.Правила приемки и методы испытания труб.

6.Маркировка и паспортизация, транспортирование и хранение труб.

7.Правила техники безопасности.

Руководство имеет приложения:

а)метод подбора состава центрифугированного бетона;

б)рекомендации по ведению журналов лабораторного контроля технологических процессов производства труб;

в)контроль натяжения спиральной арматуры;

г)акты приемки материалов.

При составлении проекта Руководства использованы временные нормативные документы, действующие в настоящее время на заводах, выпускающих центрифугированные напорные трубы. Однако в этих временных нормативных документах не были отражены все узловые вопросы, связанные с организацией промышленного выпуска труб, поскольку они, введенные в действие несколько лет ному назад, не отражают изменений ГОСТов на материалы, применяемых в производстве железобетонных напорных центрифугированных труб и требований ГОСТа I6953-7I, введенного в I97I г. на трубы железобетонные напорные центрифугированные. При составлении Руководства учтен опыт промышленного выпуска напорных центрифугированных труб на Челябинском заводе ЖБИ и на Минском заводе КПД ДСК-2.

В Руководстве внесены дополнения и изменения по технологическим режимам изготовления труб на Челябинском заводе ЖБИ. Тепловлажностная обработка труб принята по ускоренному режиму прогрева паром при $T = 80^{\circ}C$ в ямных ка-

мерах, внесены коррективы в порядок навивки спиральной арматуры. В связи с тем, что втулочный конец трубы оставляется без спиральной арматуры, рекомендован к применению новый состав эмульсии для смазки форм, принят сокращенный режим прогрева защитного слоя сердечника трубы, погружение ее в горячую воду при $T = 60^0C$, исключена технологическая операция по обжатию защитного слоя при его нанесении на сердечник трубы и т.д.

Для организации промышленного выпуска железобетонных напорных труб, изготовляемых на ременных центрифугах, ИСиА Госстроя БССР были разработаны республиканские РТУ 1282-66. За прошедший период времени появились новые нормативные документы по производству железобетонных центрифугированных труб. Кроме того, на основе опыта промышленного выпуска труб и эксплуатации технологического оборудования, были внесены конструктивные изменения в технологическое оборудование и осуществлена его модернизация. В результате созданы более скоростные центрифуги и усовершенствованы конструкции форм. По этой причине были изменены некоторые технологические режимы производства труб - изменены условия формования труб, техника натяжения продольной арматуры и нанесения защитного слоя, режим термовлажностной обработки защитного слоя.

Были выполнены экспериментальные исследования по определению влияния окружной скорости вращения формы (прессующего давления) на физико-механические свойства бетона сердечника трубы. Вследствие применения высокочастотного вибрирования при нанесении защитного слоя проведены работы по выявлению необходимых параметров уплотнения и тепловлажностной обработки защитного цементно-песчаного слоя. Все новые данные внесены в соответствующие разделы настоящего Руководства.

Настоящим Руководством устанавливаются основные правила производства железобетонных центрифугированных труб в промышленных условиях. Правила приемки, испытания труб транспортировки и складирования в Руководстве приводятся в сокращенном виде, поскольку более подробные данные содержатся в ГОСТе 16953-71 "Трубы железобетонные напорные центрифугированные".

I. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1.Настоящее Руководство определяет требования к изготовлению, испытанию и приемке железобетонных напорных труб по трехступенчатой технологии.

1.2.Руководство распространяется на производство труб по двум видам трехступенчатой технологии, осуществляемой с использованием различного оборудования.

Первый вид - рассчитан на использование свободно-роликовых центрифуг, осуществление группового натяжения продольной арматуры, механического натяжения спиральной арматуры и нанесения защитного слоя способом торкретирования.

Второй - рассчитан на применение ременных центрифуг, стержневого продольного армирования, механо-электротермического натяжения спиральной арматуры и нанесения защитного слоя методом виброуплотнения.

Примечание: Специфика отдельных технологических переделов трехступенчатого производства труб, в зависимости от вида используемого на действующих заводах оборудования для формования сердечников, их тепловой обработки, навивки спиральной арматуры и нанесения защитного слоя отражена в соответствующих разделах Руководства.

2. СОРТАМЕНТ И РАЗМЕРЫ ТРУБ

2.1.Железобетонная напорная труба, изготовляемая по трехступенчатой технологии, состоит из сердечника, сформованного центрифугированием, имеющего продольную предна-

пряженную арматуру спиральной арматуры, навиваемой на сердечники в напряженном состоянии и защитного слоя, наносимого на наружную поверхность сердечника.

Примечание: Допускается по условиям технологического процесса установка в сердечники труб конструктивных каркасов.

2.2.Сортамент и размеры труб следует принимать в соответствии с ГОСТ I6953-7I "Трубы железобетонные напорные центрифугированные" (рис. I а,б, табл. I и 2).

Примечание: Допускается до износа оборудования изготовление труб по ведомственным чертежам на трубы, утвержденным в установленном порядке (рис.2,3 и табл. 3,4,5 и 6).

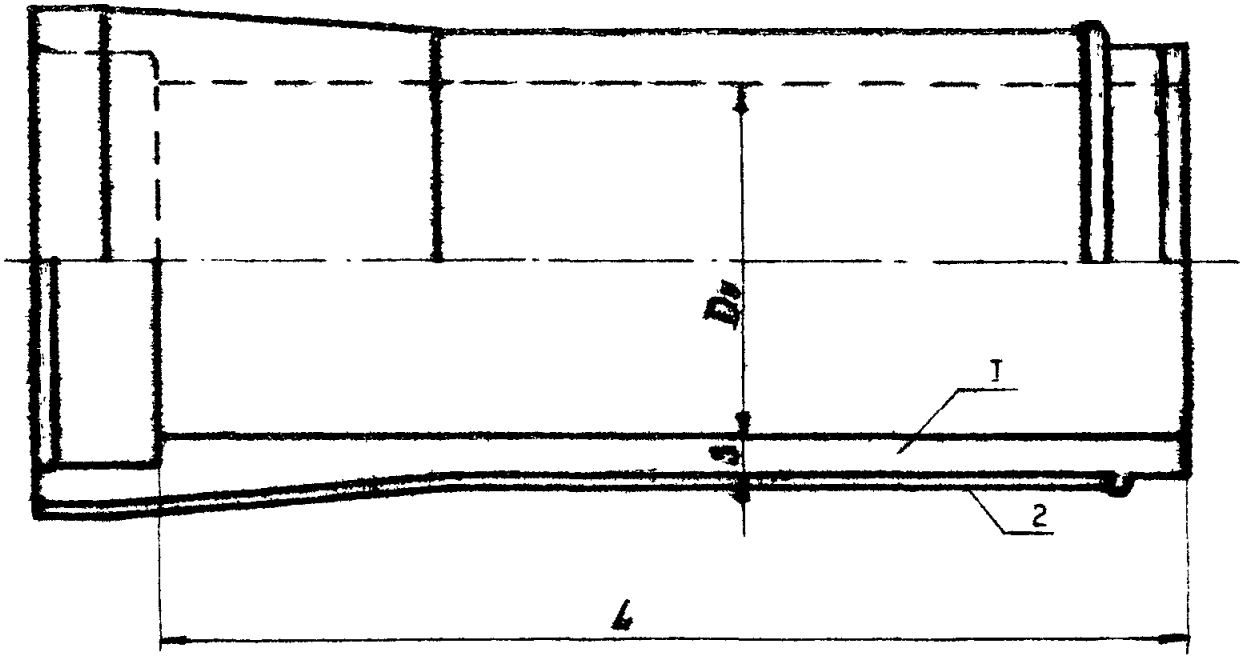

Рис. 18. Форма трубы.

1 - сердечник, 2 - защитный слой.

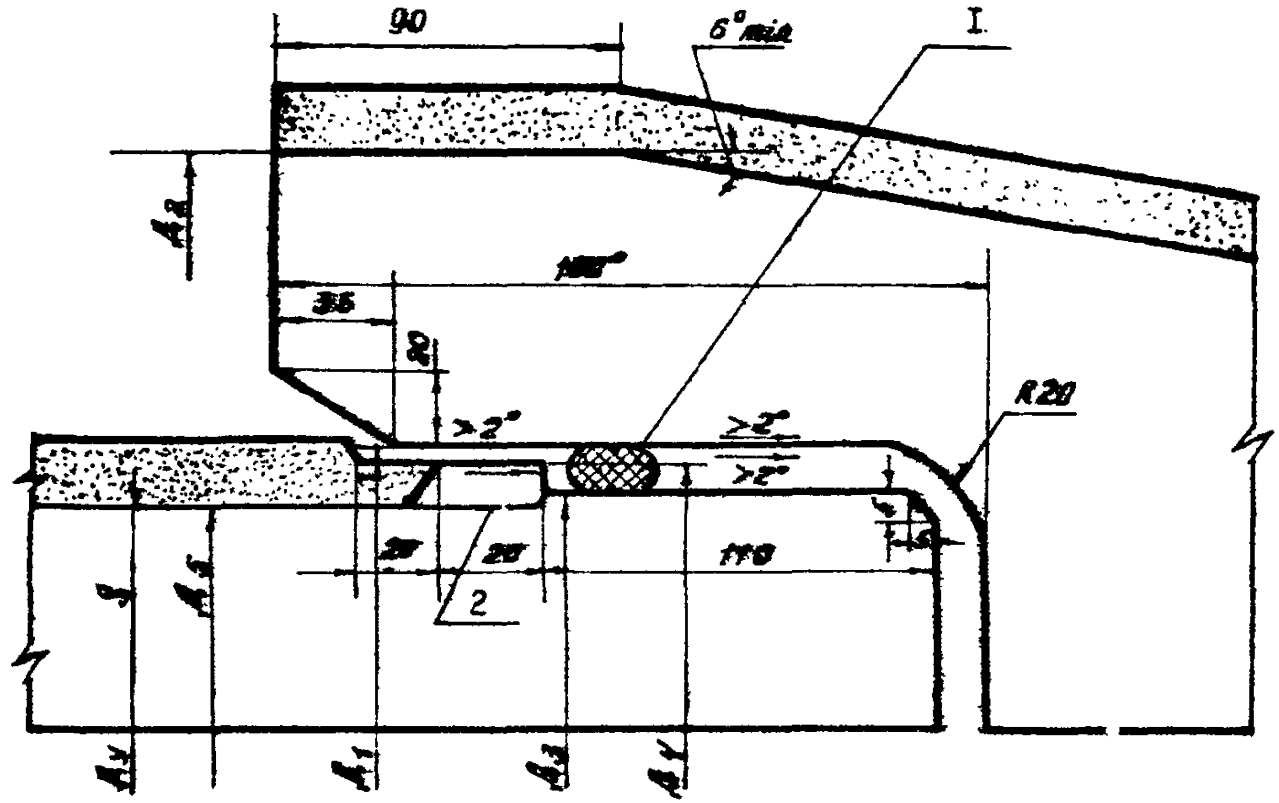

Рис.16. Основные размеры раструбов и втулочных концов сердечников труб.

I – резиновое уплотняющее кольцо в рабочем положении.

2 – упорный буртик.

Таблица I

Размеры в мм

Марка труб	Диаметр условного прохода трубы Ду	Толщина стенки сердечника и цилиндрической части трубы δ	Полезная длина трубы L не менее	Справочный вес трубы в тн.
ЦТН50-I ЦТН50-II ЦТН50-III	500	40	5000	I,43
ЦТН60-I ЦТН60-II ЦТН60-III	600	45	5000	I,95
ЦТН80-I ЦТН80-II ЦТН80-III	800	55	5000	3,0
ЦТНI00-I ЦТНI00-II ЦТНI00-III	I000	65	5000	4,I4
ЦТНI20-I ЦТНI20-II ЦТНI20-III	I200	80	5000	6,I2
ЦТНI40-I ЦТНI40-II ЦТНI40-III	I400	90	5000	7,69
ЦТНI60-I ЦТНI60-II ЦТНI60-III	I600	I00	5000	9,63

Таблица 2

Размеры в мм

Диаметр условного прохода трубы $Д_у$	Внутренний диаметр раструба $Д_1$	Наружный диаметр			
		Раструба $Д_2$	Втулочного кольца $Д_3$	Бурника $Д_4$	Сердечника $Д_5$
500	628	775	600	620	580
600	733	885	705	725	690
800	948	1105	920	940	910
1000	1168	1325	1140	1160	1130
1200	1399	1610	1370	1391	1360
1400	1624	1835	1595	1616	1580
1600	1849	2075	1815	1840	1800

Таблица 3

Размеры в мм

Марки труб	Диаметр условного прохода трубы $Д_у$	Толщина стенки сердечника в цилиндрической части трубы	Полезная длина трубы не менее	Справочный вес трубы в т
ЦТН50-I,II,III	500	30	5145	1,257
ЦТН70-I,II,III	700	35	5145	2,036
ЦТН100-I,II,III	1000	50	5175	3,160
ЦТН125-I,II,III	1250	67	5195	4,950
ЦТН150-I,II,III	1500	83	5225	7,400

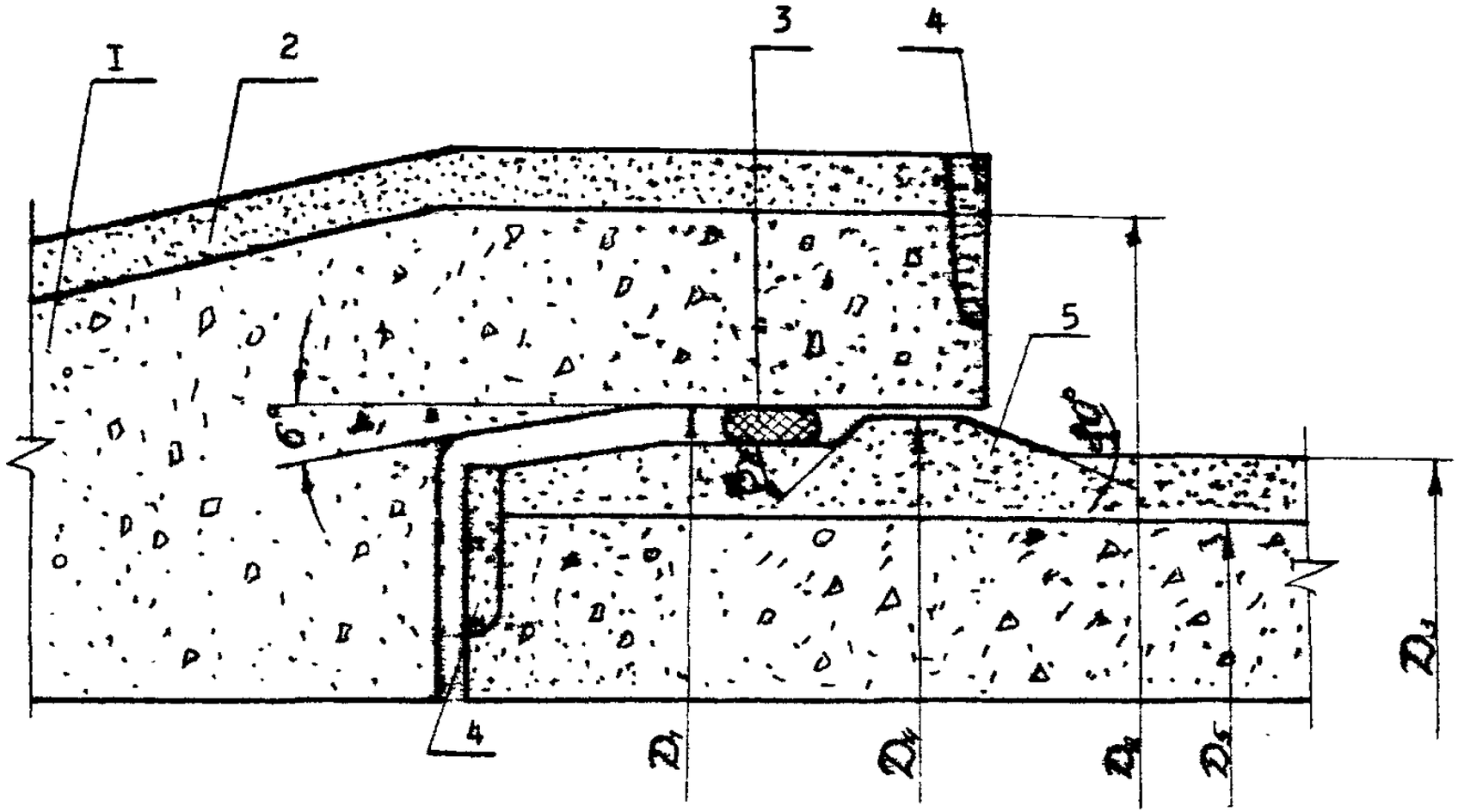

Рис.2. Стыковое соединение труб, изготовляемых Челябинским заводом КЖИ-1:

I - сердечник, 2 - защитный слой, 3 - резиновое уплотняющее кольцо, 4 - заделка цементно-песчаным раствором торцевых углублений, образующихся после обрезки продольной арматуры, 5 - упорный уступ.

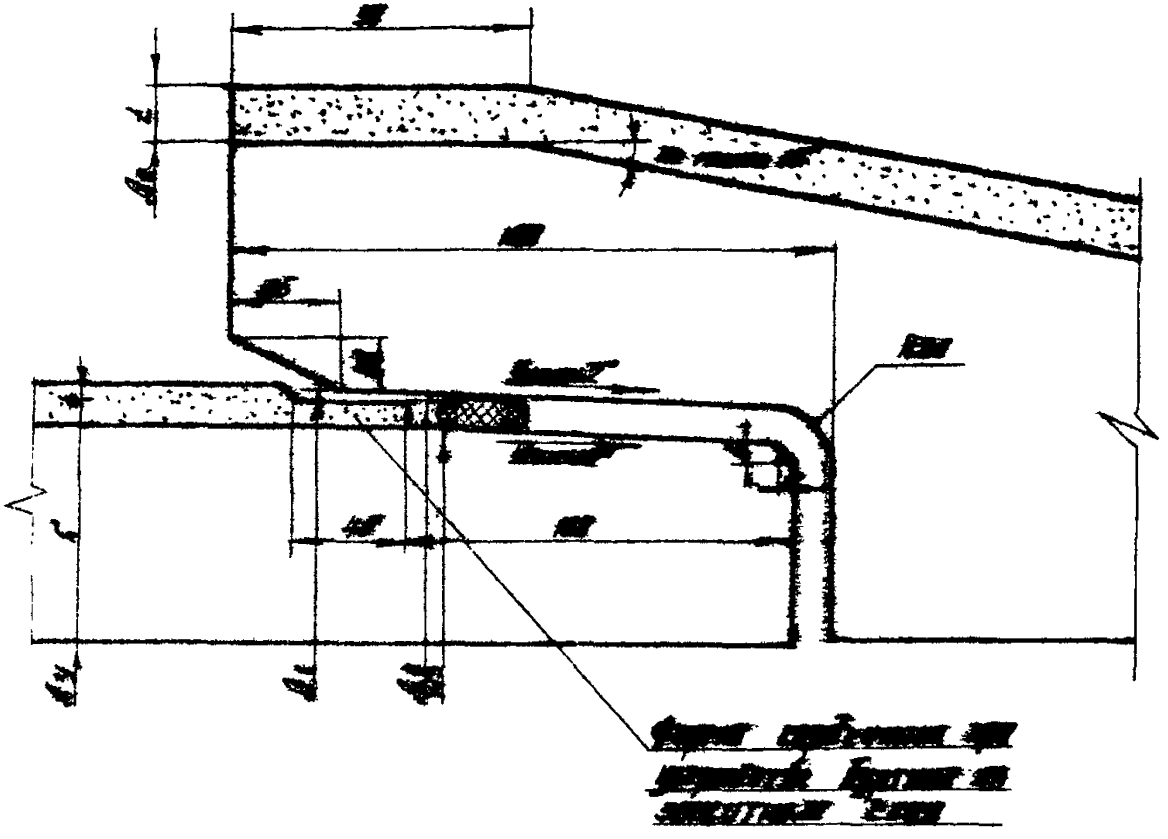

Рис. 3. Стыковое соединение труб, изготовляемых Минским заводом КПД ДСК-2.

Таблица 4.

Размеры в мм

Диаметр условного прохода трубы $Д_у$	Внутренний диаметр раструба $Д_1$	Наружный диаметр: Раструба $Д_2$	Ътулочного конца $Д_3$	Буртика $Д_4$	Сердечника $Д_5$
500	587	688	590	604	560
700	795	906	870	814	770
1000	1127	1274	1130	1146	1100
1250	1444	1598	1414	1432	1384
1500	1738	1930	1752	1722	1666

Таблица 5.

Размеры в мм

Марки труб	Диаметр условного прохода $Д_у$	Толщина стенки сердечника в цилиндрической части труб	Полезная длина трубы не менее	Справочный вес трубы, т
РТНЦ-50-I,П,Ш	500	50	4000	1,51
			5000	1,83
РТНЦ-60-I,П,Ш	600	55	5000	2,26
РТНЦ-70-I,П,Ш	700	58	4000	2,26
			5000	2,70
РТНЦ-80-I,П,Ш	800	60	5000	3,11
РТНЦ-100-I,П,Ш	1000	70	4000	3,62
			5000	4,35
РТНЦ-120-I,П,Ш	1200	75	5000	5,18

Таблица 6

Размеры в мм

Диаметр условного прохода трубы $Д_у$	Внутренний диаметр нормализованной части трубы $Д_1$	Наружный диаметр: Раструба $Д_2$	Втулочного конца $Д_3$	Упорного бурта $Д_4$
500	624	795	600	620
600	734	906	710	730
700	840	1012	816	834
800	944	1116	920	940
1000	1164	1336	1140	1160
1200	1374	1546	1350	1370

2.5.Допускаемые отклонения от проектных размеров труб всех марок, изготовляемых центробежным способом не должны превышать величин, указанных в таблице 7.

Таблица 7

Размеры в мм

Диаметр условного прохода трубы $Д_у$	Допускаемое отклонение по: Толщине стенки цилиндрической части трубы	Наружному диаметру: втулочного конца трубы $Д_3$	бурта $Д_4$	Внутреннему диаметру: раструба $Д_1$	трубы $Д_у$	Толщине защитного слоя бетона
500 600	± 2					
800 1000 1200	± 3	± 2	± 2	± 2	± 5	± 4
1400 1800	± 4				± 8	

3. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТРУБ

3.1.Для изготовления сердечников напорных труб, в качестве вяжущего используется портландцемент марки не менее 500, удовлетворяющий требованиям ГОСТа 10178-62 и ГОСТа 9835-66.

Цементы для изготовления центрифугированных труб должны удовлетворять следующим дополнительным требованиям:

а)начало схватывания не ранее 1,0 часа после затворения цемента водой;

б)нормальная густота цементного теста - не более 26%;

в)тонкость помола по ПСХ-2 - в пределах 3000-4000 $см^2/г$;

г)цементы не должны проявлять признаков "ложного" схватывания;

д)иметь прочность на сжатие в возрасте:

1 сутки - не менее 150 $кг/см^2$;

3 суток - - " - 450 -"- ;

28 суток - - " - 500 -"- .

3.2.Допускается в составе цемента не более 10% минеральных добавок в виде гранулированного доменного шлака или молотого песка.

3.3.Цементы, предназначенные для изготовления труб, испытывают в заводской лаборатории согласно указаниям ГОСТа 310-60. "Цемент. Методы физических и механических испытаний".

3.4.Для защитного слоя применяется портландцемент марки не ниже 500, удовлетворяющий требованиям ГОСТа 10178-62 и ГОСТа 9835-66.

3.5.В качестве мелкого заполнителя для бетона сердечника и защитного слоя труб должны применяться природные, кварцевые и полевошпатные пески, а также пески, получаемые дроблением твердых и плотных горных пород, удовлетворяющие требованиям ГОСТа 17589-72 "Заполнители для бетона железобетонных и бетонных труб" - 1972 г. Песок должен поступать на завод промытым. Количество пылевидных и глинистых частиц в песке не должно превышать 2% по весу, испытывается песок согласно требованиям ГОСТа 8736-67.

Зерновой состав песка, применяемого для приготовления

бетона сердечников труб, назначается в соответствии с кривыми просеивания, приведенными в ГОСТе 17539-72.

Для образования на трубах защитного слоя из мелкозернистого бетона методом торкретирования должен применяться чистый кварцевый песок размером зерен 0,125 ÷ 2,0 мм, в соответствии с кривой просеивания, приведенной на рис. 4.

При нанесении защитного слоя из мелкозернистого бетона с помощью виброуплотнения используется песок фракцией размером 0,15 мм ÷ 5,0 мм по ГОСТ 8736-67.

3.6.В качестве крупного заполнителя бетона для сердечников труб применяются фракционированный и промытый щебень из естественного камня, или гравий от 5 до 10 мм и от 10 до 20 мм, получаемый дроблением естественных каменных пород, прочностью не ниже 1200 кг/см^2, удовлетворяющий требованиям ГОСТа 8267-64 и ГОСТ 17539-72.

Максимальный размер зерен щебня для бетона труб назначается, исходя из толщины стенок труб:

а) для труб диаметром 500 - 1000 мм до 10 мм;

б) " " 1200 - 1600 мм до 20 мм.

Складирование заполнителей осуществляется в крытых помещениях, обеспечивающих раздельное хранение по виду и фракциям.

3.7.Для приготовления бетонной смеси может быть использована вода, удовлетворяющая требованиям ТУ-117-63 (вода для затворения обычного бетона).

3.8.В качестве арматуры труб рекомендуется применять

для продольного армирования:

трех- или семипроволочные стальные пряди из проволоки диаметром 1,3 и 1,6 мм, отвечающие требованиям ГОСТа 13840-68 или стержни из высокопрочной проволоки периодического профиля диаметром до 5,0 мм, поставляемые по ГОСТу 8480-63;

для спирального армирования:

высокопрочная проволока диаметром 5 мм, отвечающая требованиям ГОСТа 7348-63, или стальные пряди, отвечающие требованиям ГОСТа 13840-68;

для конструктивного армирования:

сталь горячекатанная, круглая, класса А-I, диаметром 6 мм, отвечающая ГОСТу 5781-61 для продольных стержней,

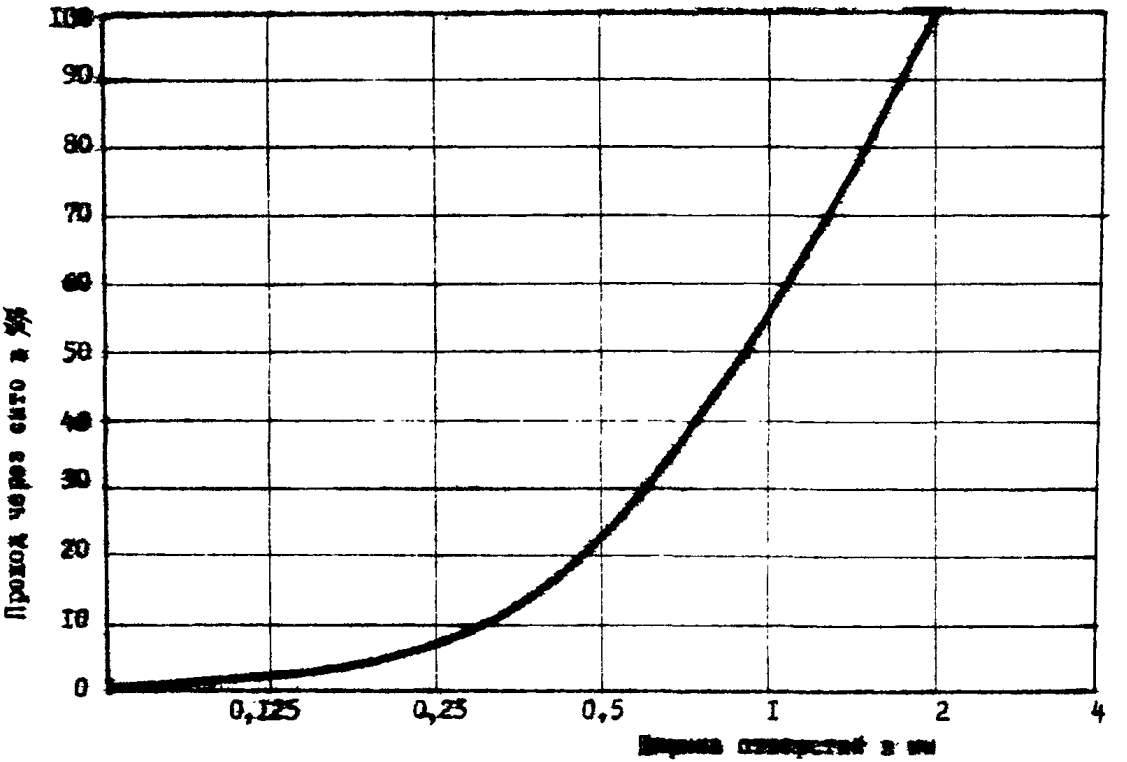

Рис.4. Кривая просеивания песка для защитного слоя, наносимого торкретированием.

диаметром 10-16 мм для стяжных колец и стальная низкоуглеродистая проволока диаметром 4-5 мм, класса В-I по ГОСТ 6727-53 - для спирали.

3.9.Для изготовления сердечников труб применяется бетон марки не менее "500", а на защитный слой - мелкозернистый бетон марки не ниже 300.

3.10.В качестве вспомогательных материалов используются:

а)эмульсионная смазка для внутренней поверхности форм. Состав и способ приготовления смазки должны соответствовать требованиям "Инструкции на изготовление и применение эмульсионной смазки для горизонтальных и вертикальных форм при производстве железобетонных изделий", разработанной ВНИИЖелезобетон;

б)кольца резиновые уплотнительные для герметизации труб при гидравлических испытаниях и требующиеся для монтажа трубопроводов.

Уплотнительные резиновые кольца должны отвечать требованиям "Технических условий на производство резино-технических изделий 234-Р, рецептура 1131".

Завод-поставщик сопровождает уплотнительные кольца паспортом, удостоверяющим их качество.

в)алюминиевые кольцевые анкера, применяемые для закрепления концов продольной арматуры. Диаметр кольцевого анкера 10 мм, толщина стенки анкера 1,5-2 мм;

г)прокладки из полосовой резины или трубки диаметром 10-15 мм, служащие для герметизации торцов формы и продольного стыка в местах разъема полуформ;

д)абразивные диски, используемые для обрезки продольной арматуры и шлифовки торцовых поверхностей труб;

е)маркировочная краска и битумная мастика.

4. ПРИГОТОВЛЕНИЕ БЕТОННОЙ СМЕСИ

4.1.Приготовление бетонной смеси должно осуществляться путем тщательного перемешивания составляющих в смесителе принудительного действия не менее 6 мин. в следующем порядке:

а)в смеситель загружают щебень и 1/3 расчетного количества воды и перемешивают в течение двух минут;

б)затем - песок и 1/3 расчетного количества воды и перемешивают в течение двух минут;

в)при непрерывающемся перемешивании находящихся в смесителе материалов загружают цемент, оставшееся количество воды и перемешивают 2-3 мин.

4.2.При приготовлении бетонной смеси, весовые дозирующие устройства должны обеспечивать точность дозирования: - цемента и воды ± 2%, - заполнителей ± 3,0%.

4.3.Температура бетонной смеси при центрифугировании должна быть не ниже + 10^0С.

4.4.Бетонная смесь должна быть уложена в форму не позднее одного часа после её приготовления.

Для достижения стабильной подвижности бетонной смеси, характеризуемой осадкой конуса порядка 2-4 см, перед началом каждой рабочей смены определяют влажность песка и щебня для внесения корректива при дозировании воды и сохранения заданного состава бетона.

Составы бетона выдают на производство с указанием весов цемента у песка, щебня и воды на один замес.

5. ОСНОВНЫЕ ПРОЦЕССЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТРУБ

5.1.Основными процессами изготовления труб по трехступенчатой технологии, вне зависимости от вида оборудования и специфики отдельных технологических переделов, должны быть:

а)подготовка, очистка и сборка форм;

б)установка и натяжение продольной арматуры;

в)формовка железобетонного сердечника труб способом центрифугирования;

г)тепловлажностная обработка сердечников труб и их распалубка;

д)навивка спиральной арматуры на сердечники труб;

е)нанесение защитного слоя;

ж)тепловлажностная обработка труб с нанесенным защитным слоем;

з)гидравлические испытания труб;

и)приемка, маркировка и транспортировка их на склад готовой продукции.

5.2.Трубы должны изготовляться в разъемных формах, состоящих из двух половин, скрепляемых с помощью болтовых соединений. В продольные соединения полуформ должны быть установлены прокладки из резины, шнура или пластиков и другой герметики.

5.3.Сборку, разборку и чистку форм выполняют на постах, оснащенных подъемно-транспортными устройствами пневмо- или электрогайковертами.

5.4.Очищенные внутренние поверхности форм смазывают эмульсионной смазкой с помощью распылителя.

6. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ТРУБ С ПРИМЕНЕНИЕМ СВОБОДНОРОЛИКОВЫХ ЦЕНТРИФУГ

6.I.Подготовительные операции к изготовлению труб должны выполняться в соответствии с указаниями п. 5.

6.2.Продольная прядевая арматура должна навиваться на стержень-катушку (рис.5), состоящую из металлического цилиндра, двух фланцев, съемных торцевых шайб и гидроцилиндров в раструбной части катушки.

6.3.Процесс навивки и натяжения продольной арматуры производится на навивочном станке, укомплектованном стержнями-катушками, в следующей последовательности:

I)подготовка стержня-катушки и установка его на станок;

2)навивка продольной арматуры на стержень-катушку;

3)отягивание продольной арматуры в места перехода в раструб;

4)установка металлических петель для крепления спиральной арматуры;

5)установка навитого стержня-катушки в нижнюю полуформу;

6)натяжение продольной арматуры;

7)установка верхней полуформы и обвязывание полуформ;

8)передача усилий натяжения продольной арматуры на форму;

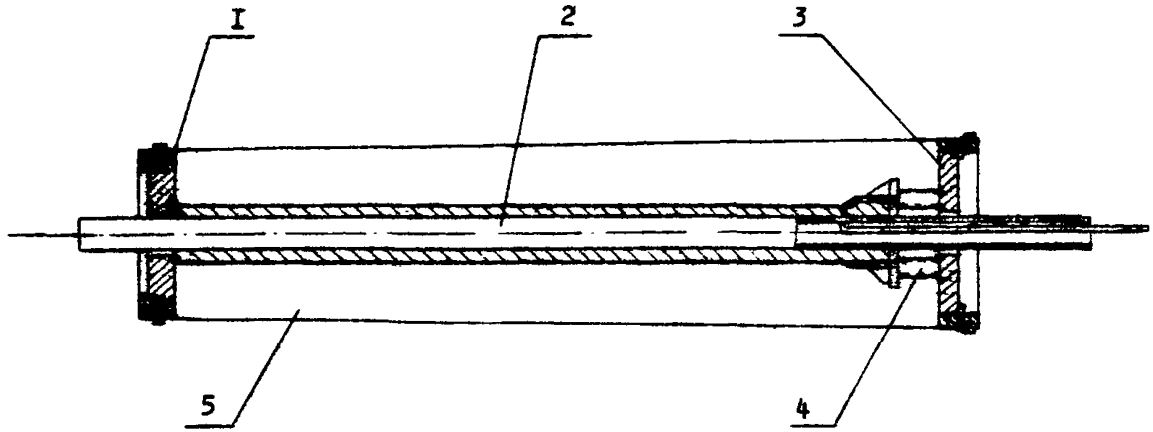

Рис.5. Стержень-катушка для навивки продольной арматуры.
I - монтажное кольцо, 2 - стержень, 3 - шайба,
4 - гидроцилиндр, 5 - продольная арматура.

9)извлечение стержня-катушки из формы.

6.4.При подготовке стержня-катушки устанавливают на ее торцевые шайбы монтажные кольца, которые должны фиксироваться от смещения в осевом направлении с помощью плитсегментов, а от круговых перемещений - посредством пластинчатых зажимов (рис. 6, 6в).

6.5.Операции навивки продольной арматуры выполняют в следующем порядке:

I)проволока с барабана протягивается через блоки натяжной станции и натяжные барабаны самоходной тележки;

2)на конец проволоки одеваются I0-I2 алюминиевых анкеров и свободный конец проволоки продевается в отверстие винтового зажима, установленного на торцевой шайбе рас - трубного конца стержня-катушки и закрепляется;

3)с помощью специального шаблона проверяется правильность расположения на стержне-катушке монтажных колец относительно друг друга путем измерения расстояния между штырем монтажного кольца и опорной рамой;

4)по показанию динамометра регулируется натяжение проволоки, затем производится навивка, которая осуществляется при двух скоростях движения тележки. При большей скорости - на прямолинейных участках, при меньшей скорости - на поворотах;

5)по окончании навивки, когда проволока пройдет I,2-I,5 м вторым заходом по первой пряди, тележку останавливают и вторично намотанный обрезок проволоки временно зажимается вместе с основной нитью с помощью эксцентрикового зажима, после этого конец проволоки обрезается и пропускается через алюминиевые анкера, установленные на первой пряди проволоки с интервалом 5-I0 см друг от друга, которые обжимаются клещами;

6)снимается эксцентриковый зажим и свободный конец проволоки подрезается заподлицо с последней заклепкой.

Примечание: Для закрепления концов продольной арматуры возможен вариант закрепления с помощью зубчатых пластинок-зажимов или цанговых зажимов, изготовляемых из инструментальной стали и устанавливаемых на монтажных кольцах.

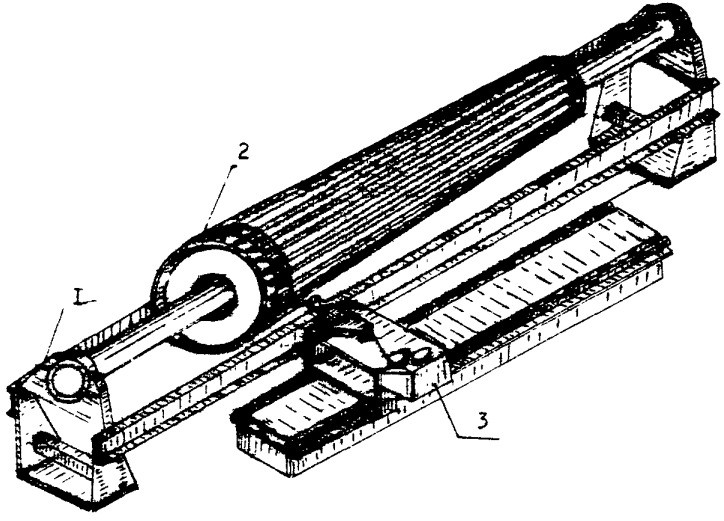

Рис.6. Процесс навивки на станке продольной арматуры.
I - опорная рама станка; 2 - стержень-катушка,
3 - подвижная каретка.

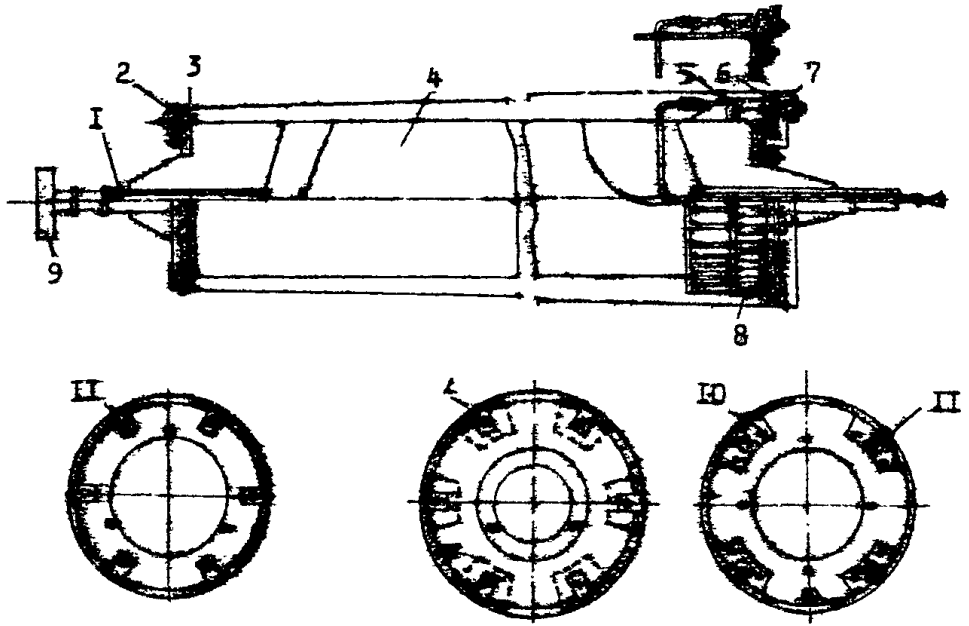

Рис. 6а. Стержень-петушок.

I - трубчатый стержень; 2,7 - монтажные кольца; 3,6 - коническая и упорная шайбы; 4,5 - рессорный барабан и упорный фланец; 8 - гидроцилиндры; 9 - тормозной барабан; 10,11 - запорный сегмент, пластинчатый зажим.

6.6.Стягивание продольной арматуры в месте перехода в раструб производят путем установки в этом месте стального троса с проушинами, которые соединяют с крюками штоков гидродомкрата. При пуске в работу домкрата производится стягивание продольных стержней и образование раструба. Положение стержней продольной арматуры фиксируется несколькими витками проволоки, концы которой скрепляются кольцевыми закленками. После выверки требуемого расположения арматуры в соответствии с рабочими чертежами, штоки домкрата возвращаются в исходное положение, трос снимается и устанавливается на продольной арматуре у монтажных колец петли из мягкой проволоки для класса В-I последующего крепления концов спиральной арматуры.

6.7.Стержень-катушка с навитой продольной арматурой (рис.7) устанавливается в нижнюю полуформу так, чтобы штыри монтажного кольца находились на расстоянии 2-3 мм от торца формы. Торцевую шайбу отсоединяют от фланцев стержня-катушки, включают в работу гидроцилиндры, под действием которых торцевая шайба с монтажным кольцом перемещается вдоль оси стержня-катушки на 30-32 мм.

6.8.После укладки стержня-катушки в нижнюю половину формы производится установка и сбалчивание верхней полуформы с нижней. Далее снимается давление в гидроцилиндрах, в результате арматурные проволоки укорачиваются и монтажные кольца штырями упираются в торцы формы.

6.9.Последующая работа состоит в удалении стержня-катушки из формы, надевании на нее бандажей и раструбообразователя (рис. 8).

Формование сердечников труб

6.10.При формовании сердечников труб должны выполняться следующие операции: подготовительные, заключающиеся в установке на центрифугу формы, подведении к бандажам роликов с зазором I-2 мм и установки торцевых вставок, скрепляющих требуемую толщину стенки трубы и передвижных кожухов, предохраняющих от разбрызгивания, бетонирование с подачей на пост центрифугирования ложковым питателем бетонной смеси и загрузкой ее в форму.

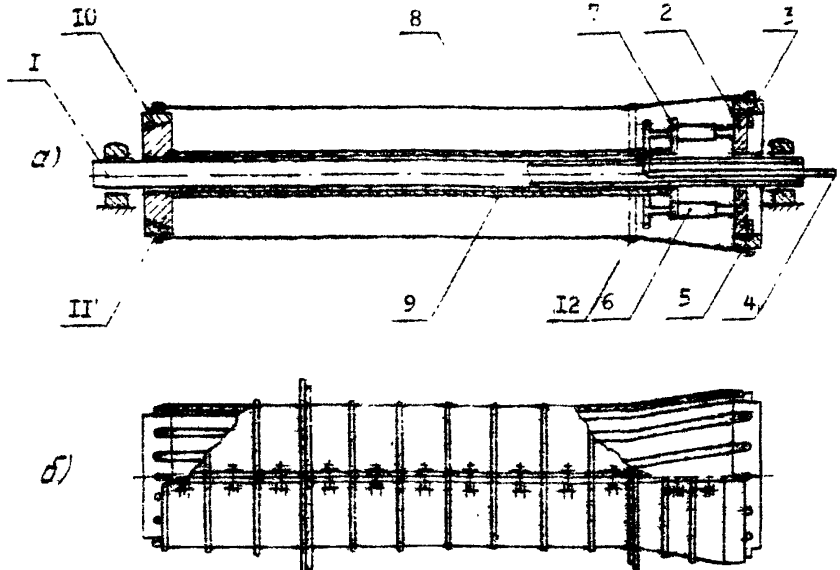

Рис.7. Стадии предварительного напряжения продольной арматуры.

а - натяжной барабан с арматурой после натяжения; б - полностью собранная форма с предварительно напряженной арматурой; I - вал; 2 - упорный подвижной диск; 3 - запорный сектор; 4 - трубка от гидронасоса; 5 - упорное подвижное кольцо № I; 6 - гидроцилиндр; 7 - упорный фланец; 8 - арматура после натяжения; 9 - барабан; I0 - упорное кольцо №2 с пальцами; II - конический диск; I2 - стяжное кольцо.

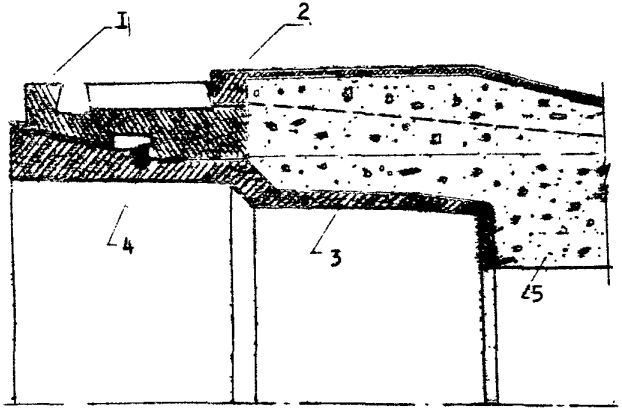

Рис.8. Конструкция и монтаж раструбообразователя в форме.

I - монтажное кольцо; 2 - форма; 3 - раструбообразователь; 4 - резиновое уплотнение; 5 - бетон раструба трубы.

6.II.Первая порция бетонной смеси в объеме, необходимом для отформовки раструба, подается в раструбную часть формы.

6.I2.По окончании выгрузки бетонной смеси и вывода из формы ложкового питателя должен производиться процесс центрифугирования по режимам, указанным в таблице 8.

6.I3.После уплотнения бетонной смеси в раструбе вращение формы прекращается и сливается отжатая из бетонной смеси вода.

6.I4.Последующая загрузка в форму всего объема бетонной смеси производится с включенными на питателе вибраторами. Продолжительность работы вибраторов составляет I,0 ÷ I,5 мин.

6.I5.По окончании загрузки ложковый питатель выводят из формы и после распределения бетонной смеси, ее уплотняют при максимальных скоростях вращения формы по режимам, указанным в таблице 8.

6.I6.По окончании процесса центрифугирования сливают отжатую воду, извлекают раструбную вставку и при помощи шаблона обмеряют внутренний диаметр раструба и втулочного конца. Допуски на геометрические размеры сердечника и состояние его поверхности должны отвечать требованиям ГОСТа I6953-7I "Трубы железобетонные напорные центрифугированные".

Примечание. При формовании сердечников в формах без раструбообразователей свежеотформованные изделия подают на пост вырезки раструба, где во время вращения формы вырезают с помощью ножей и резцов раструб требуемой конфигурации и размеров с заглаживанием его внутренней поверхности гладилками.

Тепловлажностная обработка сердечников труб

6.I7.Тепловлажностная обработка сердечников труб должна производиться в формах после предварительной выдержки в течение 2-х часов при температуре не менее I5°С.

Примечание. При предварительной выдержке сердечников при более низкой температуре, чем указано в п.6.I7 но не ниже +I0°С, продолжительность выдержки увеличивается до 3,5 часов. Общий цикл термо -

Таблица 8.

Режимы центрифугирования железобетонных напорных труб

№№ пп	Диаметр труб в мм	Наименование этапов центрифугирования											Общая продолжительность центрифугирования, мин.
		заполнение смесью раструба		Уплотнение бетона в раструбе		Заполнение смесью формы трубы		Распределение смеси по поверхности формы		Уплотнение бетона сердечника трубы			
		об/мин.	мин.	об/мин.	мин.	об/мин	мин.	об/мин.	мин.	об/мин.	мин.		
I.	500	I70 425	2	340 850	3-5	I40 350	3-4	I40 350	I-2	5I0 I264	I2-I5		25-30
2.	600 700 800	I40 350	2	280 700	3-5	I00 250	3-4	I00 250	I-2	4I5 I050	I5-I7		30-35
3.	I000 I200 I250	97 280	3	225 650	5-7	97 280	4-5	97 280	I-2	260 750	I5-I8		35-45
4.	I400	90 280	3	208 650	5-7	90 280	4-5	90 280	I-2	240 750	I5-20		40-45
5.	I500 I600	83 280	3	I92 650	5-7	83 280	4-5	83 280	I-2	222 750	20-25		45-55

Примечание. В числителе - числа оборотов форм,
в знаменателе - числе оборотов приводных валов (роликов) центрифуги.

влажностной обработки бетона сердечника труб в ямных камерах назначается следующим:

а)подъем температуры в камере до 80-85^{0}С производится постепенно для всех диаметров труб - 2,5 - 3,0 часа;

б)изотермический прогрев при температуре 80-85^{0}С:

для сердечников труб диаметром 500,600 и 800 мм - 5,0 часа;

для сердечников труб диаметром 1000,1200,1400 и 1600 мм - 6,0 часа;

в)охлаждение изделий при постепенном снижении температуры до 35÷40^0 в течение 1,5÷2 час.

6.18.Относительная влажность среды в камере в период подъема температуры должна быть не менее 75%, а в период изотермического прогрева - не менее 85%. Контроль за температурным и влажностным режимами в камерах производят не реже одного раза в час. (Результаты замеров регистрируют в журнале).

6.19.Распалубка сердечников труб должна производиться при прочности бетона не менее 300 кгс/см^2.

Навивка спиральной арматуры на сердечники трубы

6.20.Навивку спиральной арматуры на сердечники трубы производят при достижении прочности бетона на сжатие не менее 350 кгс/см^2.

Примечание: Для труб I класса диаметром 1000 мм и более прочность бетона к моменту навивки спиральной арматуры должна быть не менее 400 кгс/см^2.

6.21.Натяжение спиральной арматуры производят механическим способом. Начальный конец проволоки протягивают последовательно через отводной ролик, тормозные барабаны, ролики натяжения и каретки и закрепляют в петле, ранее забетонированной в бетоне, на конце цилиндрической части сердечника (рис.9).

6.22.Навивку спиральной арматуры производят с втулочного конца сердечника. Последний виток спирали зажимают струбциной и анкеруют при помощи петли. Величину натяжения и шаг спирали принимают по рабочим чертежам.

6.23.При разрыве проволоки в процессе навивки часть её витков, плотно прилегающих к поверхности сердечника,

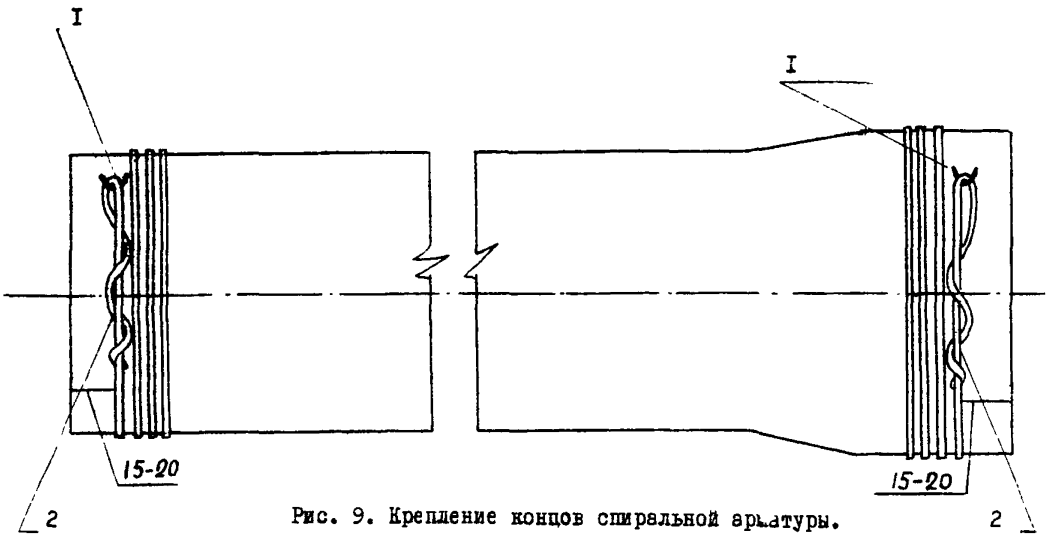

Рис. 9. Крепление концов спиральной арматуры.
I - петли из проволоки ϕ 4 мм;
2 - мягкая проволока ϕ I мм.

зажимают специальной струбциной. Витки проволоки с ослабевшим или полностью отсутствующим усилием натяжения разрезают с помощью электроконтактной резки. Оставшийся на трубе конец проволоки скрепляют с помощью узлового загиба с новым концом арматуры, после чего процесс навивки может быть продолжен. В месте обрыва спиральная арматура в количестве 8-10 витков навивается с меньшим (до 5 мм) шагом.

6.24.Величину натяжения арматуры контролируют по показаниям динамометра, установленного на навивочном станке.

Нанесение защитного слоя на сердечник трубы

6.25.Защитный слой из мелкозернистого бетона (цемент: песок по весу) состава 1:2 и 1:2,5 наносят способом торкретирования.

6.26.Перед нанесением защитного слоя необходимо:

а)сердечник закрепить в станке и отцентрировать его с точностью до 2 мм;

б)с поверхности сердечника удалить пыль и грязь при помощи сжатого воздуха, а масляные пятна-с помощью скребков или щеток;

в)к поверхности сердечника опустить профилирующий (по очертанию трубы) нож станка и укрепить с зазором, обеспечивающим толщину защитного слоя не менее 15 мм.

6.27.Сопло, подающее мелкозернистый бетон, должно находиться в процессе работы на расстоянии не менее 1,5 м от поверхности сердечника. Степень увлажнения выбрасываемой из сопла смеси регулируется оператором.

6.28.По окончании процесса нанесения защитного слоя наружная поверхность бетона втулочного конца трубы заглаживается и колибруется мастерком.

Примечание. Свежеуложенный защитный слой на гладком (втулочном) конце трубы должен быть обернут двумя слоями влагостойкой бумаги, для предохранения его от повреждений.

6.29.Трубы с нанесенным защитным слоем выдерживают помещении цеха (рис.10) не менее 4-х часов, а затем пропаривают.

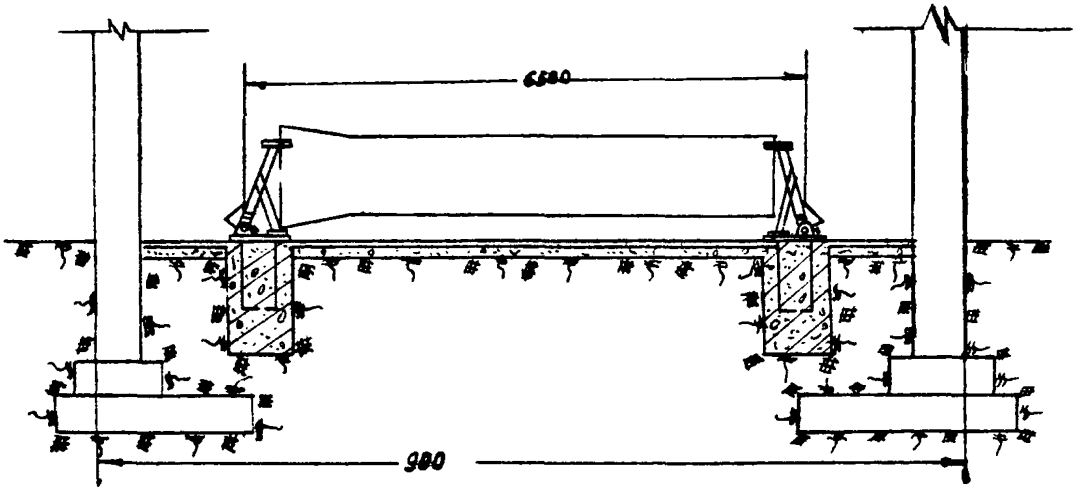

Рис.10. Посты выдержки труб после нанесения защитного слоя.

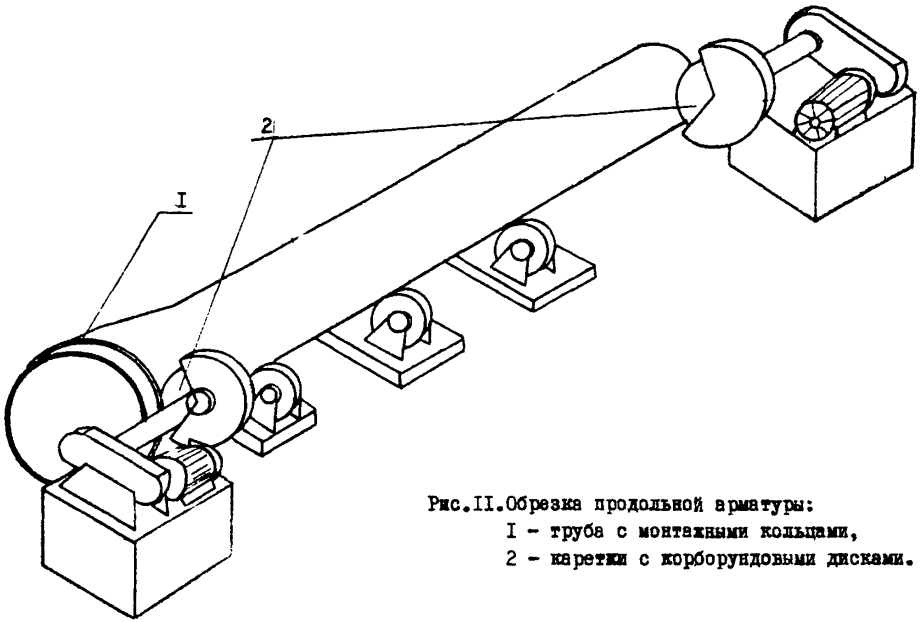

Рис.II.Обрезка продольной арматуры:
I - труба с монтажными кольцами,
2 - каретки с корборундовыми дисками.

Тепловлажностная обработка защитного слоя труб

6.30.Прогрев защитного слоя труб производят в ямных камерах с горячей водой при температуре 60°С. Продолжительность прогрева не менее 14 часов.

Прочность защитного слоя труб к концу вызревания должна составлять не менее 70% от марочной.

Снятие с формы монтажных колец

6.31.Освобождение монтажных колец производят посредством разрезки продольной арматуры алмазными или карборундовыми дисками на рычажной установке (рис.11).

6.32.Поверхность готовой трубы простукивают небольшим по весу - 250 гр.свинцовым молотком с целью обнаружения дефектов защитного слоя.При обнаружении отслоений защитного слоя его в этих местах удаляют и на очищенную поверхность бетона сердечника и спиральную арматуру наносится мелкозернистый бетон с прочностью 300кгс/см^2 торкретированием или вручную.

Испытание труб гидравлическим давлением

6.33.Приемку и испытание труб производит отдел технического контроля в соответствии с требованиями ГОСТа 16953-71 "Трубы железобетонные напорные центрифугированные".

6.34.Трубы принимают и испытывают по партиям. Размер партии составляет 100 штук, последовательно изготовленных при одинаковых технологических режимах из материалов одного и того же вида и качества.

6.35.Изготовленную железобетонную трубу после ее приемки маркируют и передают на склад готовой продукции. (Приемка труб и методика их испытаний даны в разделах 8 и 9 настоящего Руководства).

7. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ТРУБ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕМЕННЫХ ЦЕНТРИФУГ

7.1.Изготовление труб с формованием сердечников на ременных центрифугах производят при выполнении следующих процессов:

а)заготовки продольных стержней, комплектации форм с установкой в них арматуры;

б)формования сердечников на центрифугах;

в)тепловлажностной обработки сердечников с последующей их выдержкой в ваннах с водой, подогретой до 60-65°С;

г)навивки предварительно напряженной спиральной арматуры на сердечник;

д)нанесения защитного слоя на сердечник с предварительно напряженной спиральной арматурой;

е)термовлажностной обработки защитного слоя;

ж)гидравлического испытания трубы на стенде;

з)приемки, маркировки и транспортировки труб на с склад готовой продукции.

Подготовка продольной арматуры и комплектация форм

7.2.Продольные стержни из проволоки диаметром 5 мм (ГОСТ 8450-63) отрезаются требуемой длины с точностью ± 2 мм. Плоскость среза должна быть перпендикулярна к продольной оси стержня.

7.3.На концах стержней высаживают анкерные головки. При диаметре проволоки 5 мм, диаметр головки должен быть 8-8,5 мм.

7.4.Комплектация формы, производимая на подготовительном посту, заключается в очистке, смазке и сбалчивании ее половинок между собой. Далее вводят в форму конструктивный каркас и стяжное кольцо, а на торцы формы устанавливают точеный кольцевой стакан и раструбную вставку.

7.5.Заправка стержней продольной арматуры начинается с раструбного конца формы. Каждый стержень захватывают за анкерный стаканчик специальными фигурными клещами и подводят изнутри к очередному отверстию кольца раструбного днища, через которое в стаканчик ввинчивают упорный болт.

Во втулочном конце формы стержни могут заправляться одновременно с установкой их в раструбной части формы. Для этого в стаканчики ввинчивают до отказа натяжные винты, после чего с раструбной стороны стаканчика подтягивают упорные болты вплотную к анкерному кольцу раструбного днища.

7.6.Фиксация стяжного кольца производится на расстоянии 340 мм от торца раструба.

7.7.Натяжение продольной арматуры должно производиться с втулочной стороны, к которой подводят планшайбу с гидроцилиндрами натяжной станции (рис.12). Тяговые захваты гидроцилиндров накладывают на головки болтов, гайки которых

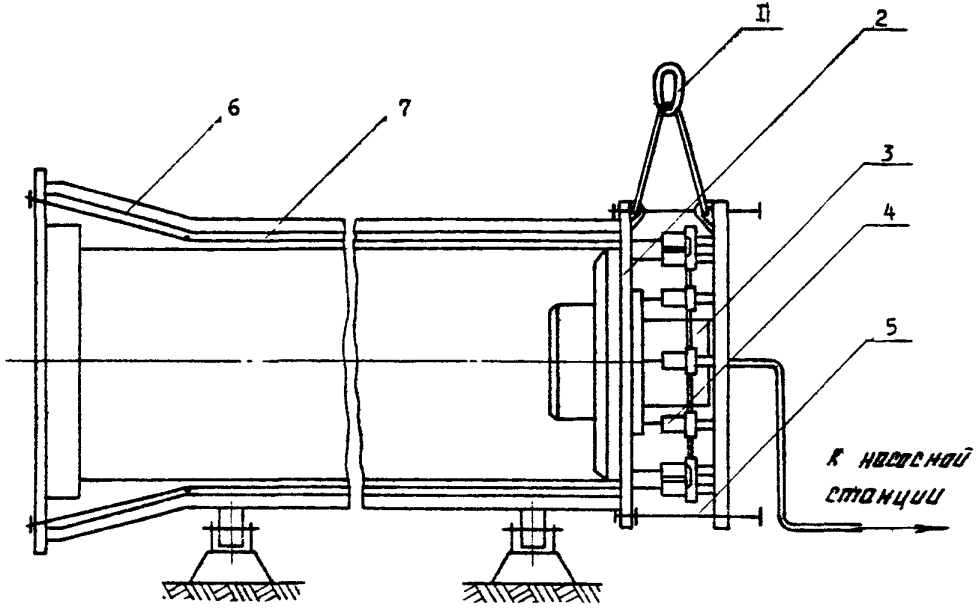

Рис. I2. Натяжное устроиство.

I – подвеска; 2 – планшайба; 3 – гидродомкрат; 4 – гидроцилиндр уравнительный; 5 – штанга направляющая; 6 – форма; 7 – арматура.

выступать за торец втулочного конца формы. Главный тяговый цилиндр натяжного устройства включают для натяжения стержней после установки упоров устройства в правильное положение относительно формы.

7.8.Натяжение продольной арматуры производят в соответствии с чертежами на трубы и определяют по величине удлинения продольных стержней по ходу поршня или по показанию манометра. На натяжной станции устанавливают табличку с указанием относительного удлинения стержней и показания манометра в зависимости от длины стержня и нормативного предела прочности арматуры.

7.9.При достижении заданного предела натяжения в продольной арматуре гайки натяжных винтов подгоняют вращением к анкерному кольцу втулочного торца формы, после чего главный цилиндр переключают и снимают захваты с головок болтов.

Формование сердечников труб

7.10.Подача бетонной смеси в форму, установленную на центрифуге (рис.13), производится самоходным ленточным питателем (рис.14) в неподвижную (диаметром до 600 мм) или вращающуюся форму (диаметром более 600 мм) в направлении от раструба к втулочному концу за несколько приемов, в зависимости от диаметра сердечника и толщины стенки. Раструбную часть формы заполняют бетонной смесью в один слой.

7.11.Процесс формования сердечников должен выполняться по следующей схеме:

а)загрузка бетонной смеси в форму, вращающуюся на загрузочной скорости, определяемой по формуле

$$n_з = \frac{50}{\sqrt{r}},$$

где n - количество оборотов формы при загрузке бетонной смеси - об/мин.,

r - радиус внутренней поверхности формы - м;

б)распределение бетонной смеси в процессе вращения формы при числах оборота, рассчитанных по формуле:

$$n_{рас.} = 3268 \sqrt{\frac{R_2^2}{R_2^3 - R_1^3}},$$

где R_2 - наружный радиус сердечника в см,

R_1 - внутренний радиус сердечника в см;

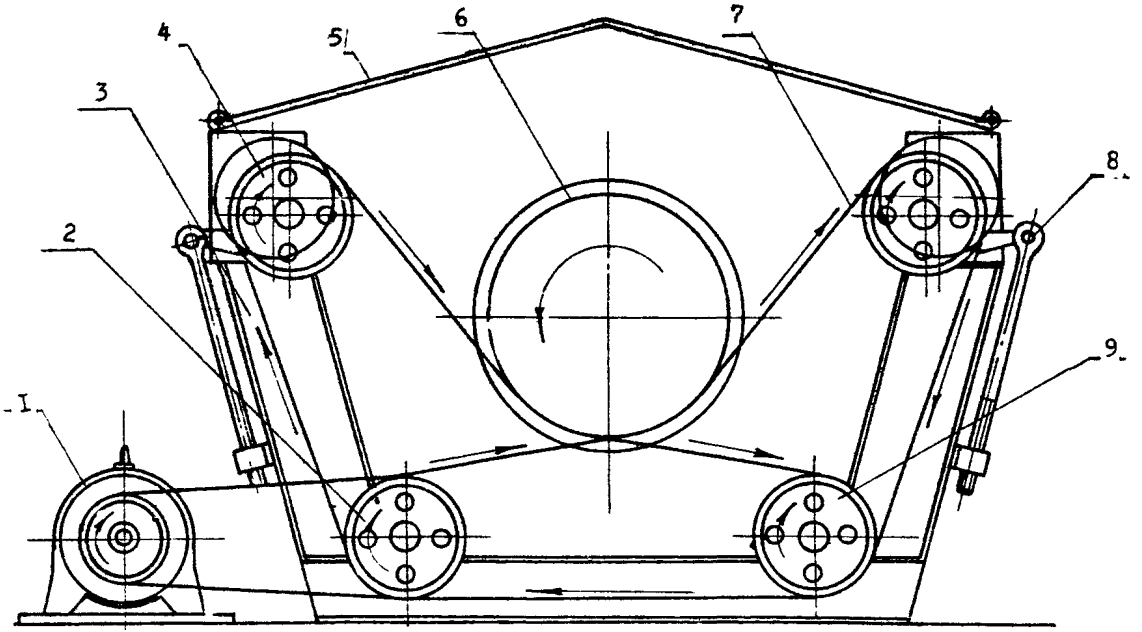

Рис.13. Центрифуга ременная. 1 - электродвигатель, 2 - шкив ведущего вала, 3 - станина, 4 - верхний шкив, 5- верхний щит, 6 - форма, 7 - ремень, 8 - винт подъема верхнего шкива, 9 - шкив ведомого вала.

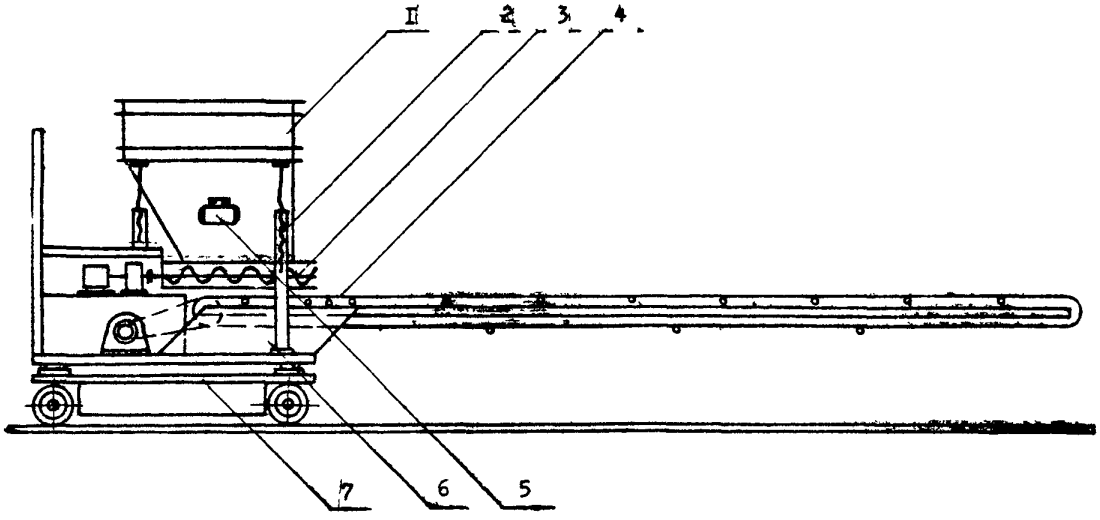

Рис.I4. Питатель ленточный.

I - бункер; 2 - винт установочный; 3 - шнек винтовой; 4 - транспортер ленточный; 5 - вибратор; 6 - гидродомкрат; 7 - тележка ходовая.

в)уплотнение бетонной смеси при максимальных числах оборота формы, где расчет величины прессующих давлений может быть подсчитан по формуле

$$P = 90.10^{-10}\frac{R_2^3 - R_1^3}{R_2}n^2 \text{ кгс/см}^2$$

7.12.Продолжительность отдельных периодов центрифугального процесса и скорость вращения форм должны назначаться в соответствии с данными таблицы 9.

Таблица 9

Продолжительность отдельных операций центрифугирования сердечников

(в мин.)

№№ пп	Наименование операций	Диаметры труб в мм				
		500	600	800	1000	1200
1.	Распределение бетонной смеси	100 / 1,5	95 / 1,5	85 / 2,0	75 / 3,0	70 / 3,0
2.	Уплотнение при максимальных оборотах	815 / 5,0	700 / 6,0	545 / 8,0	445 / 10,0	375 / 12,0
3.	Остановка вращения формы	0,5	0,5	1,0	1,0	1,0
4.	Потребное время в мин. на формование одного бетонного слоя	7,0	8,0	11,0	14,0	16,0
5.	Время, необходимое для изготовления сердечника трубы при двухслойном центрифугировании (без учета времени загрузки)	14	16	22	25	32

Примечания: 1.Над чертой указаны числа оборотов формы в минутах, под чертой – продолжительность вращения в минутах.

2.При изменении параметров процесса формования сердечников и при перемене исходных материалов режимы центрифугирования должны быть пересчитаны.

Тепловлажностная обработка сердечников труб

7.13.Тепловлажностная обработка сердечников должна производиться после предварительной выдержки их в формах в вертикальном положении с пуском пара внутрь каждого отформованного изделия.

7.14.Тепловлажностная обработка сердечников выполняется по следующему усредненному режиму:

а)выдержка - 2 часа*;
б)подъем температуры до 85°С - 3 часа;
в)изотермический прогрев - 5-6 часов при = 85°С ;
г)охлаждение до t = 40°С - 1,5часа.

7.15.Снятие форм с сердечников труб производят при остывании бетона до температуры не выше 40°С в горизонтальном положении.

7.16.После распалубки сердечники труб подаются в камеру водного твердения, где их выдерживают в течение не менее 24 часов в воде, нагретой до температуры 60-65°С, с укладкой в горизонтальные ряды. Трубы диаметром 500 мм укладываются в 4 ряда; диаметром 600-800 - в 3 ряда; диаметром 1000 и 1200 - в 2 ряда.

Навивка спиральной арматуры

7.17.Сердечники труб перед навивкой (рис.15) спиральной арматуры должны быть осмотрены с целью определения чистоты их поверхностей, отсутствия трещин и оплывов.

7.18.Навивка спиральной арматуры на сердечники труб производится на станке, обеспечивающем механо-электротермическое напряжение арматуры. Величина напряжения в проволоке назначается в соответствии с требованиями рабочих чертежей на трубы.

7.19.При назначении режимов работы навивочного станка следует исходить из такого условия, при котором бы суммарное напряжение в спиральной арматуре распределялось следующим образом: от механического усилия - 25%, от электронагрева проволоки, осуществляемого при температуре не выше 350°С - 75%.

7.20.Величину натяжения спиральной арматуры при ее нагреве рассчитывают по показанию амперметра (см. приложение 4), отградуированного на температуру нагрева проволоки. Температура нагрева проволоки должна периодически проверяться фотометрическими приборами с целью уточнения и корректировки показаний амперметра.

7.21.Навивку спиральной арматуры ведут от втулочного

* Время начала пропарки должно быть не ранее начала схватывания цементного теста в бетоне при X = 1,05 Кнг.

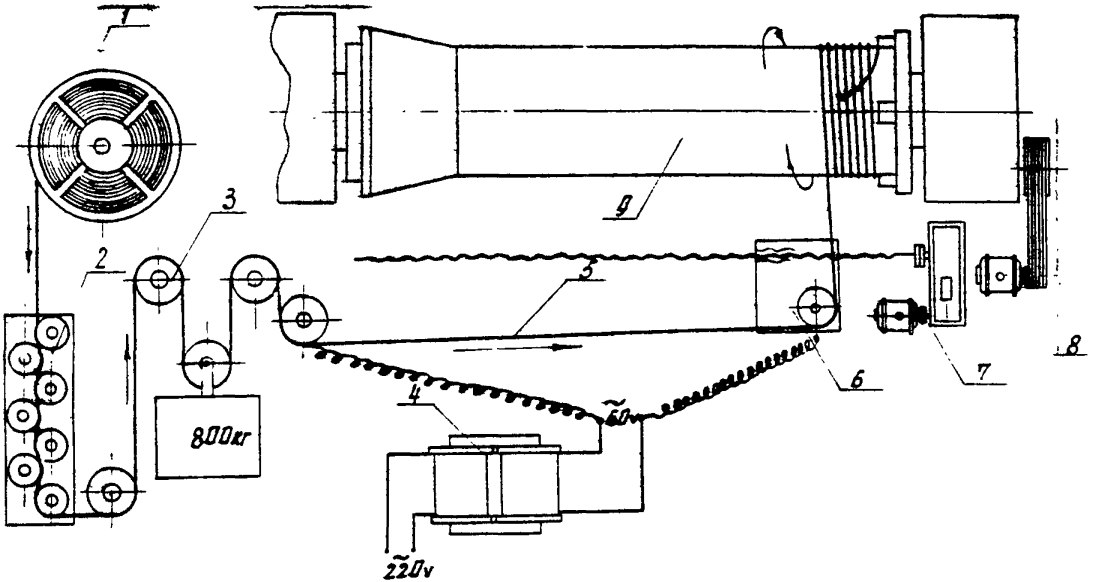

Рис. I5. Машина для навивки предварительно напряженной спиральной арматуры. I – бобина-бухтодержатель, 2 – правильно-тормозное устройство, 3 – пост механического натяжения, 4 – трансформатор сварочный, 5 – участок электронагрева проволоки, 6 – каретка, 7 – привод ходового винта каретки, 8 – привод ведущей бабки, 9 – навиваемый сердечник трубы.

конца сердечника и заканчивают на раструбной части, не доходя 15 мм до края раструба.

В начале навивки проволоку закрепляют на сердечнике при помощи самоанкерующейся петли и конец проволоки при - хватывают последующими витками. В конце навивки арматуру анкеруют на раструбном конце сердечника стальными пластинками (рис. 16).

7.22.В случае обрыва проволоки в процессе навивки на сердечник или при ее израсходовании из бухты ослабленную зону перекрывают 8-10 витками при нормальном шаге навивки.

7.23.Не реже одного раза в смену требуется контролировать величину механического натяжения, шаг навивки и температуру нагрева проволоки. Данные замеров записываются в журнал.

Нанесение мелкозернистого бетона защитного слоя

7.24.Мелкозернистый бетон защитного слоя наносится на предварительно напряженный сердечник в процессе его вращения в горизонтальном положении, при помощи вибрационной высокочастотной установки со скользящим виброштампом (рис. 17).

Ориентировочный номинальный состав смеси по весу 1:2 - 1:2,5 при В/Ц от 0,30 до 0,35 с удобоукладываемостью по техническому вискозиметру 40-60 сек.

Примечание: Установка состоит из загрузочного устройства; механизма вращения сердечника, подвижной рамы, бункера, оборудованного вибраторами с f = = 9000 об/мин. и пригрузочного приспособления для регулирования толщины слоя и заглаживания поверхности трубы.

7.25.Исходные материалы для защитного слоя дозируются по весу и перемешивают в бетономешалке принудительного действия в течение 5 мин.

Перед нанесением защитного слоя предварительно очищенной струей воды сердечник трубы должен закрепляться в планшайбах механизма вращения, после чего к сердечнику подводится подвижная рама с вибробункером так, чтобы кромка ножа пригрузочного приспособления отстояла от поверх - ности сердечника на расстоянии 20 мм, обеспечивающем полу-

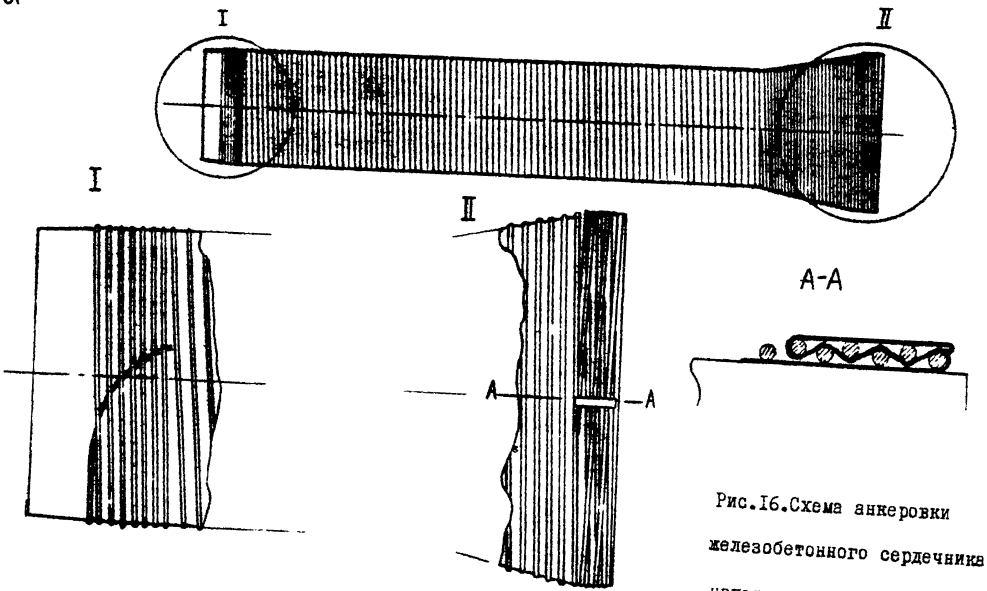

Рис.16.Схема анкеровки железобетонного сердечника напорных труб.

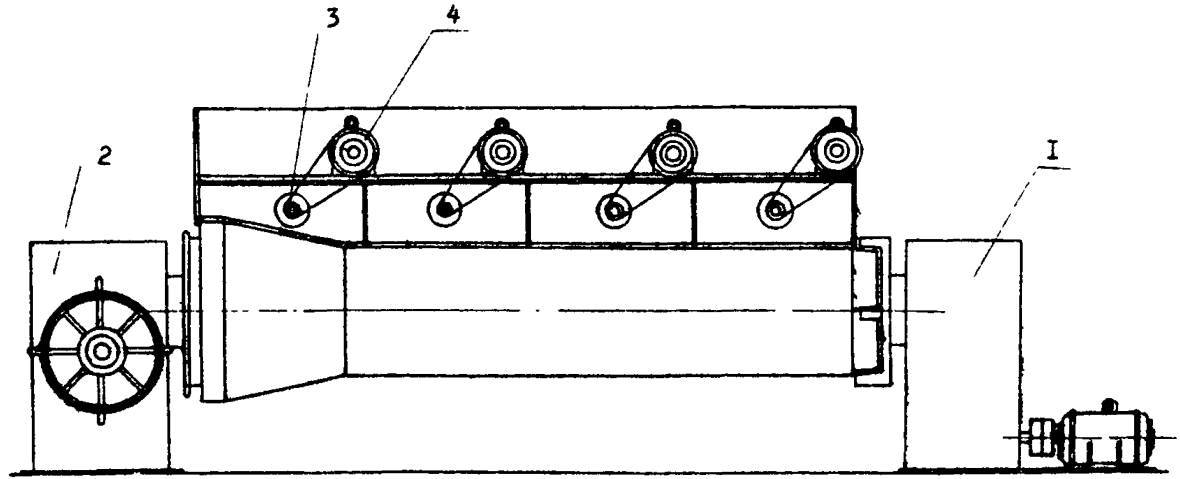

Рис. I7. Схема машины для нанесения защитного слоя.
I - ведущая бобина, 2 - задняя бобина,
3 - высокочастотный вибратор,
4 - электродвигатель.

чение защитного слоя требуемой толщины - в 20 мм, по всей длине трубы (кроме участка втулочного конца длиной 40 мм (см. рис. 3), на котором толщина защитного слоя уменьшается до 10 мм.

Сердечник закрепляется в планшайбах установки и центрируется с помощью центрирующих кулачков с точностью ± 3 мм.

7.27.По выполнении работ, указанных в п. 7.26, должно производиться заполнение бункера цементно-песчаной смесью, после чего открывается его затвор, включаются в работу вибраторы и через 25-30 сек. - механизм вращения трубы.

Окружная скорость вращения сердечника должна быть в пределах 0,5-0,9 м/сек. По совершении сердечником одного оборота затвор закрывается, выключаются вибраторы и отводится подвижная рама с бункером.

7.28.Труба со свеженанесенным слоем при помощи специальной траверсы транспортируется на пост выдержки или тепловлажностной обработки. Продолжительность выдержки - не менее 4-х часов. На посту выдержки трубы устанавливаются на специальные подкладки (рис.18), обеспечивающие целостность защитного слоя.

Тепловлажностная обработка защитного слоя

7.29.Тепловлажностную обработку защитного слоя осуществляют в водных камерах при температуре 50-55°С в течение 24 часов. В этом случае операция водного твердения сердечников труб совмещается с вызреванием защитного слоя в горячей воде.

Примечание. Допускается тепловлажностная обработка цементно-песчаного защитного слоя в паровоздушной среде ямных камер по режиму: подъем температуры - 2 часа, изотермический прогрев - при t = = 70°С, 4-5 час., остывание - 2 часа. Предварительная выдержка перед пропаркой - 3-4 часа при систематическом увлажнении свеженанесенного защитного слоя.

7.30.Прочность защитного слоя к концу цикла вызревания должна составлять не менее 70% от марочной.

7.31.После тепловлажностной обработки трубы осматри-

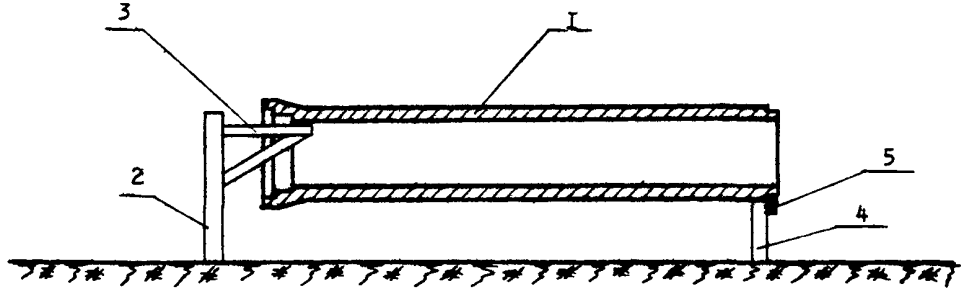

Рис.I8.Схема установки труб на посту выдержки.

I - железобетонная труба, 2 - стойка,
3 - консоль, 4 - стойка, 5 - балка.

вают и простукивают частыми ударами свинцового молотка весом 250 г для проверки прочности сцепления защитного слоя с сердечником.

При обнаружении дефектов в этих местах защитный слой удаляют и на обнажившуюся спиральную арматуру наносят цементно-песчаный раствор состава по весу I:2 (цемент : песок) при В/Ц = 0,35.

7.32.Все готовые трубы проверяют на водонепроницаемость гидростатическим давлением на испытательном станке (рис.I9).

Приемка труб и методика их испытания даны в разделах 8 и 9 настоящего Руководства.

8. ПРАВИЛА ПРИЕМКИ

8.I.Изготовленные трубы принимает ОТК завода в соответствии с требованиями действующего стандарта настоящего Руководства и утвержденных рабочих чертежей на трубы.

8.2.ОТК завода при приемке готовых труб контролирует:

а)толщину стенки и внутренний диаметр трубы;

б)отслоение и повреждение защитного слоя;

в)состояние внутренней поверхности торцов, фасок и нормализованных поверхностей стыковых элементов;

г)водонепроницаемости труб;

д)трещиностойкость труб (не менее, чем по одной трубе от каждой партии);

е)соответствие размеров и формы калиброванных втулочных концов трубы и состояние внутренней поверхности раструбов.

8.3.Трубы поставляют партиями. Размер партии устанавливают в количестве I00 шт. труб одной партии, изготовленных при одинаковых составах бетона, технологических режимах и идентичных материалах.

При изменении технологических параметров остаток изготовленных труб в количестве до 50 шт. включают в предыдущую партию, а остаток более 50 шт. считают за отдельную партию.

8.4.Трубы поставляют заводом-изготовителем комплект-

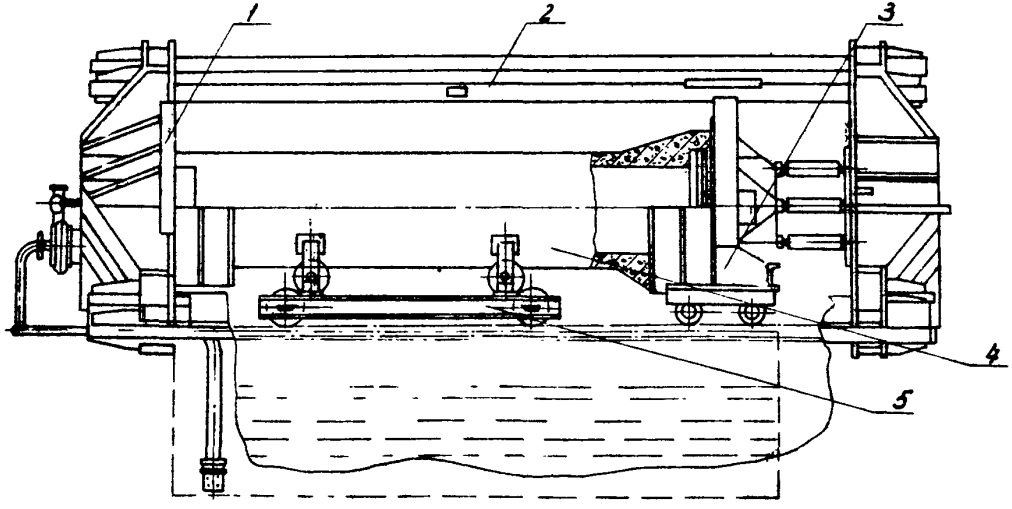

Рис. I9. Стенд испытательный.
I - упор неподвижный, 2 - балка распорная,
3 - упор подвижный, 4 - испытуемая труба,
5 - тележка.

ми со стыковыми резиновыми кольцами.

8.5.Предъявленную к приемке партию труб заказчик имеет право подвергнуть контрольной проверке и поштучному внешнему осмотру.

Для контрольной проверки размеров и состояния нормализованных поверхностей отбирают трубы в количестве 10% от партии, а для испытания на водонепроницаемость - 8% труб от партии (ГОСТ 16953-71).

8.6.В случае неудовлетворительных результатов контрольной проверки замеров труб и рабочих поверхностей производят повторную проверку и обмеры на удвоенном количе - стве труб из той же партии.

Если при повторной проверке хотя бы одна труба не будет удовлетворять требованиям настоящего Руководства и рабочих чертежей, то производят поштучную приемку всей партии труб.

9. МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ

9.1.Прочность центрифугированного бетона сердечника определяется путем испытания на сжатие кубов размером 7,07х7,07х7,07 см, изготовленных вибрированием из исходной бетонной смеси. Данные, полученные после испытания кубов умножаются на переходной коэффициент "К".

Примечание: Коэффициент "К" принимается ориентировочно равным 1,35; при многослойном центрифугировании 1,45.

9.2.Для контроля прочности центрифугированного бетона в каждую смену изготавливают по 9 образцов, в том числе:

а)для определения распалубочной прочности бетона после пропарки - 3 образца;

б)для определения прочности бетона после пропарки и выдержки во влажных условиях перед навивкой спиральной арматуры - 3 образца;

в)для определения прочности бетона в 28-дневном возрасте - 3 образца.

9.3.Прочность на сжатие раствора защитного слоя оп-

ределяется методом раскалывания в соответствии с указаниями "Временной инструкции по определению прочности защитного слоя механическим индикатором Т-В конструкции "ВНИИЖелезобетон" - 1962 г. или испытанием на сжатие кубов 7,0х7,0х7,0 см, изготовленных способом вибрирования.

Допускается определять прочность бетона защитного слоя эталонным молотком.

9.4.Для контроля прочности бетона защитного слоя в каждую рабочую смену изготавливают по 9 кубов, размерами 7х7х7 см и испытывают на сжатие.3 образца испытывают через 28 суток при нормально-влажностном их вызревании; 3 - после водного твердения через сутки; 3 - после водного вызревания в возрасте 28 суток.

9.5.Внутренний диаметр и толщину стенок сердечника проверяют непосредственно после распалубки сердечника.

9.6.Внутренний диаметр трубы замеряют у раструбного и втулочного концов по двум взаимно перпендикулярным диаметрам посредством предельных шаблонов-нутромеров (проходного и непроходного) с точностью до $\pm$ 2 мм.

9.7.Толщину стенки сердечника замеряют с втулочной стороны в четырех местах, по двум взаимно перпендикулярным диаметрам, на расстоянии не менее 150 мм от торца трубы.

9.8.Одновременно визуально устанавливают соответствие требованиям ГОСТ 16953-73, состояние внутренней поверхности, торцов, фасок и нормализованных поверхностей стыковых элементов.

9.9.Соответствие сердечника техническим требованиям и возможность его использования для напорной трубы фиксируют постановкой штампа ОТК несмываемой краской на внутреннем торце раструба.

9.10.Толщину защитного слоя проверяют либо проколом градуированной иглой свежеуложенного слоя или методом неразрушающего контроля с помощью электромагнитного прибора ИЗС-2.

Состояние поверхности труб проверяетоя осмотром и при необходимости обмером дефектных мест. Поверхность труб должна удовлетворять требованиям, указанным в табл.10.

Таблица 10

Требования к поверхности труб

Показатели состояния поверхности	Допускаемые отклонения
Раковины, поры, наплывы и отколы на внутренней поверхности раструба и на наружной поверхности входящего конца трубы в месте расположения резинового кольца, включая поверхность внешней грани бурта.	Не допускаются.
Трещины на торцах, на внутренней и наружной поверхностях трубы.	Не допускаются.
Раковины и наплывы на внутренней поверхности труб, за исключением раструбной и калиброванной части втулочного конца.	Допускаются глубиной (высотой) не более 5 мм, диаметром не более 20 мм.
Заусенцы и отколы бетона на заходной фаске раструба.	Не допускаются.
Продольные риски и выступы на втулочном конце трубы в месте расположения резинового кольца.	Не допускаются.
Отколы бетона на остальной части поверхности трубы.	Допускаются глубиной не более 5 мм, длиной не более 50 мм.
Затирка цементным раствором пор, раковин, продольных рисок и выступов в местах расположения резинового кольца.	Не допускаются.

9.II.Водонепроницаемость и трещиностойкость труб определяют по результатам испытания их гидравлическим давлением на станке с заглушками, имитирующим стыковые соединения трубопроводов.

Испытанию на водонепроницаемость подвергают все изготовленные трубы, а испытанию на прочность (трещиностойкость) I% от каждой партии.

9.I2.Гидравлические испытания труб производят в следующем порядке:

а)испытание труб на водонепроницаемость производят давлением, указанным в рабочих чертежах с постепенным повышением его на 2 ати в минуту и выдерживают под таким давлением в течение I0 мин.;

б)испытание труб на трещиностойкость производят постепенным повышением давления на 2 ати в минуту до вели-

чины "$P_т$" (принятой в рабочих чертежах на трубы) и выдерживают под таким давлением в течение 5 минут.

9.13.Трубы считают выдержавшими испытание на водонепроницаемость, если к моменту его окончания не обнаружено просачивания воды в виде влажных пятен, течи по телу трубы или в стыковых соединениях.

9.14.Трубы считают выдержавшими испытание на трещиностойкость, если к моменту их окончания на поверхности трубы не образовались трещины, при раскрытии последних резко снижается давление, что фиксируется манометром.

9.15.Трубы, не выдержавшие испытания на водонепроницаемость, могут быть подвергнуты повторному испытанию не ранее, чем через 7 суток после первого испытания при обязательном последующем хранении их во влажных условиях.

9.16.Если трубы при повторном испытании не выдержат требований п. 9.13, то они могут быть испытаны гидравлическим давлением, установленным для более низкого класса труб. Трубы, выдержавшие повторное испытание, переводят в соответствующий класс, что обязательно фиксируют маркировкой.

9.17.Если труба не выдерживает испытания на трещиностойкость, то повторному испытанию должно быть подвергнуто удвоенное количество труб, отобранных из той же партии.

9.18.Трубы, не выдержавшие испытания на водонепроницаемость и трещиностойкость согласно требованиям пп. 9.13 и 9.14, считаются браком и могут быть реализованы по согласованию с потребителем, как безнапорные.

10. МАРКИРОВКА, ПАСПОРТИЗАЦИЯ, ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ

10.1.Маркировку, паспортизацию, транспортирование и хранение труб производят в соответствии с требованиями ГОСТ 16953-71 "Трубы железобетонные напорные центрифугированные".

10.2.Непосредственно после гидравлического испытания и визуального контроля на наружной поверхности раструба каждой трубы несмываемой краской наносят следующие маркировочные знаки:

а)товарный знак предприятия-изготовителя;

б)марку трубы;

в)дату изготовления трубы;

г)штамп ОТК;

д)вес трубы.

10.3Предприятие-изготовитель гарантирует соответствие качества труб требованиям настоящего Руководства и рабочих чертежей на трубы и сопровождает каждую партию труб паспортом, в котором должны быть указаны:

- наименование министерства или ведомства, в систему которого входит предприятие-изготовитель;
- наименование и адрес предприятия-изготовителя
- номер паспорта - дата его выдачи;
- марка труб, даты изготовления и приемки ОТК и номер партии;
- проектная марка и отпускная прочность бетона труб;
- результаты испытания труб на прочность и трещиностойкость;
- количество труб в партии;
- номер ГОСТа.

10.4.Трубы хранятся на складе в штабелях, рассортированные по партиям и датам изготовления. Трубы укладывают горизонтальными рядами в штабеля по высоте в следующем порядке:

4 ряда - при диаметре 500-600 мм;

3 ряда - при диаметре 800-1000 мм;

2 ряда - при диаметре 1200-1600 мм.

10.5.Погрузку труб на транспортные средства и их выгрузку производят с соблюдением мер предосторожности, исключающих повреждение их.

10.6.При выполнении погрузочно-разгрузочных работ с трубами не допускается:

а)применение цепей и тросов с узлами и выступами, которые могут повредить бетон;

б)переноска труб при закреплении троса в одной плоскости или пропусканием его через трубу, а также с помощью крюков, зацепляемых за концы трубы;

в)перемещение труб по земле волоком;

г)разгрузка труб со свободным падением;

д)свободное (без торможения)перекатывание труб по наклонным плоскостям.

II. ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ

II.I.При эксплуатации питателя бетона категорически запрещается включать вибраторы в присутствии людей на площадках обслуживания.

II.2.Центрифугу можно включать, только убедившись в том, что стрела питателя свободно проходит в форму, не задевая борта днища, а также в отсутствие посторонних лиц в опасной зоне. Поверхность пола пульта управления должна иметь резиновый коврик.

II.3.Перед пуском двигателя насоса установки для натяжения продольной арматуры необходимо предварительно проверить исправность соединений штуцеров и шлангов высокого давления.

II.4.Арматурно-навивочный станок должен быть отгорожен от цеха и пульта управления сеткой, закрепленной на стойках высотой не менее I,5 м. Вход в отгороженную зону во время работы станка категорически запрещается.

При закреплении концов проволоки в начале и по окончании навивки спиральной арматуры, а также при ликвидации ее обрывов необходимо соблюдать особую осторожность, во избежание получения травмы.

II.5.При нанесении защитного слоя скользящим высокочастотным бункером рабочая площадка (мостик) на станине должна быть тщательно изолирована от воздействия вибрации резиновыми прокладками. Находиться на рабочей площадке во время работы машины категорически запрещается.

II.6.При установке и снятии труб с гидростенда не допускается зачалка их петлей в одной плоскости. Перед началом гидроиспытания труб необходимо проверить исправность действия всех механизмов и состояние инвентарных резиновых колец.

II.7.К работе на машинах и на технологическом оборудовании для производства труб допускаются лица, ознаком-

денные с их устройством, правилами эксплуатации и уходом за ними, а также прошедшие инструктаж по технике безопасности, стажировку и имеющие необходимые навыки в управлении установками и машинами.

II.8.Для уменьшения вредного влияния шума роликовой центрифуги на обслуживающий персонал необходимо пользоваться противошумными приспособлениями - специальными наушниками, мягкими ушными тампонами и антифонами.

II.9.Обслуживающему персоналу запрещается стоять возле центрифуги во время ее работы и разравнивать бетонную смесь во вращающейся форме.

II.I0.Перед началом навивки предварительно напряженной продольной и спиральной арматуры необходимо проверить правильность расположения в станке стержня-катушки и сердечника трубы путем кратковременного вращения станка вхолостую.

II.II.Тормозные барабаны станка, вращающаяся форма на центрифуге и станок для шлифовки раструба должны иметь защитные ограждения.

II.I2.Технологическая оснастка, воспринимающая усилия от предварительно напряженной арматуры, должна раз в квартал подвергаться испытанию усилием, превышающим проектную величину на 20%.

II.I3.При отрезке проволок и шлифовке раструба рабочие должны одевать защитные очки.

II.I4.Нанесение защитного слоя торкретированием должно производиться в изолированном помещении при освещенности рабочего места яркостью не менее I40-I50 люкс.

II.I5.При торкретировании рабочий обязан надевать защитные очки, респиратор и резиновую обувь.

II.I6.Перед осмотром, очисткой и смазкой электрооборудования рубильник должен быть выключен.

Приложение I

МЕТОДИКА И ПРИМЕР ПРОЕКТИРОВАНИЯ СОСТАВА ЦЕНТРИФУГИРОВАННОГО БЕТОНА

Физико-механические свойства центрифугированного бетона зависят от комплекса факторов: активности и водопотребности цемента, выхода шлама, зернового состава и водопотребности мелкого и крупного заполнителей, их соотношения в бетонной смеси, объема цементного теста в ней, начального водоцементного отношения, величины прессующего давления, режима центрифугирования, способа формования смеси и т.д.

Все это многообразие факторов должно быть учтено при подборе состава центрифугированного бетона.

Очевидно, что эмпирические методы подбора состава бетона не пригодны в этом случае, а для решения столь сложной технологической задачи необходим расчетно-экспериментальный способ.

В качестве такого можно использовать предложенный И.Н.Ахвердовым метод проектирования состава бетона с дополнениями, учитывающими специфику центрифугирования.

Исходными данными при проектировании служат:

1)активность цемента $R_ц$ и его водопотребность Кнг;

2)процентное содержание минеральных добавок в цементе и пылевидных фракций в песке;

3)гранулометрический состав щебня и песка;

4)пустотность щебня $П_щ$ и песка $П_п$ (без пылевидных частиц) в виброуплотненном состоянии;

5)объемный вес щебня $\gamma_щ$ и песка $\gamma_п$ (без пылевидных частиц);

6)максимальное число оборотов формы для прессующего давления;

7)способ формования сердечника трубы в один или несколько слоев бетона.

При известных $П_щ$, $П_п$, $\gamma_щ$ и $\gamma_п$ определяем минимальную пустотность смеси крупного и мелкого заполнителей $min\ П_с$. Для этого вычисляем объемный вес смеси заполнителей

$$\gamma_c = \frac{\gamma_п + \frac{V_щ}{V_п}\gamma_щ}{1 + \frac{V_щ}{V_п}(1 - n_щ)}, \qquad (1)$$

где $V_щ$ и $V_п$ - соответственно объем щебня и песка в м^3.

Учитывая, что минимальная пустотность смеси соответствует условию заполнения песком пустот в щебне без раздвижки зерен, определяем ее объемный вес $max\,\gamma_c$, подставив в (1) $V_щ = 1$ и $V_п = 1/n_щ$:

$$max\,\gamma_c = n_щ\gamma_п + \gamma_щ . \qquad (2)$$

Истинный объемный вес смеси заполнителей γ'_c, под которым подразумевается удельный вес смеси со структурными порами зерен заполнителя, вычисляем по формуле

$$\gamma'_c = \frac{\gamma'_п + K_o\gamma_щ}{1 + K_o}, \quad K_o = \frac{V_щ\gamma_щ}{V_п\gamma_п} = \frac{Q_щ}{Q_п}. \qquad (3)$$

При $V_щ = 1$ и $V_п = 1 \cdot n_щ$ величина γ'_c будет максимальной, следовательно

$$max\,\gamma'_c = \frac{\gamma'_п + \frac{\gamma_щ}{n_щ\gamma_п}\gamma'_щ}{1 + \frac{\gamma_щ}{n_щ\gamma_п}}, \qquad (3а)$$

где $\gamma'_щ$ и $\gamma'_п$ - соответственно объемный вес крупного заполнителя и песка. Эти величины могут быть определены по их пустотности и объемному весу

$$\gamma'_{щ(п)} = \frac{\gamma_{щ(п)}}{1 - n_{щ(п)}}. \qquad (4)$$

В зависимости от минералогического состава горных пород значения $\gamma'_щ$ и $\gamma'_п$ колеблются в пределах от 2,5 до 2,65 т/м^3.

Получив необходимые данные, рассчитываем минимальную пустотность смеси заполнителей

$$min\,n_c = \frac{max\,\gamma'_c - max\,\gamma_c}{max\,\gamma'_c} \qquad (5)$$

Определив $min\, n_c$, строим кривую изменения пустотности смеси в зависимости от объемов щебня $V_щ$ и песка $V_п$ (см. рис. 20). Для этого по оси ординат откладываем n_c, а по оси абсцисс – один под другим соответственно объемы песка от 0 до 1 м³ и щебня, имея в виду, что в интервале $V_п = 0$ до $V_п = 1$ объем щебня $V_щ = 1$ м³. Остальной отрезок оси объемов щебня от 1 до 0 делим на десять равных частей. Отложив по оси ординат $n_щ$, $min\, n_c$ и $n_п$ соответственно при $V_п = 0$; $V_п = 1$ $n_щ$ и $V_п = 1$ и соединив ординаты прямолинейными отрезками, получим ломаную линию, которая определяет характер изменения n_c в зависимости от объемов смеси сухих заполнителей.

Оптимальный состав центрифугированного бетона в зависимости от заданных технологических параметров определяют следующим образом.

По графику (см. рис. 20) на участке вправо от $min\, n_c$ принимаем $n_c = 1{,}2\, min\, n_c$ и соответствующие ей значения $V_щ$ и $V_п$. Затем по данным гранулометрического состава (пользуясь табл. II и 12) вычисляем суммарную поверхность щебня $S_щ$ и песка $S_п$, общую водопотребность заполнителя $B_з$ и количество адсорбированной воды на поверхности зерен заполнителя $B_{ад}$.

Указанные величины рассчитываем по формулам:

$$S_c = S_п + S_щ = 0{,}001\left[Q_п \sum_{i=1}^{n} P_{пi} S_{пi} + Q_щ \sum_{i=1}^{n} P_{щi} S_{щi}\right] м^3; \quad (6)$$

$$B_{ад} = 0{,}0001\left[Q_п \sum_{i=1}^{n} P_{пi} W'_{пi} + Q_щ \sum_{i=1}^{n} P_{щi} W'_{щi}\right] м^3; \quad (7)$$

$$B_з = 0{,}0001\left[Q_п \sum_{i=1}^{n} P_{пi} W_{пi} + Q_щ \sum_{i=1}^{n} P_{щi} W_{щi}\right] м^3, \quad (8)$$

где $Q_п$ и $Q_щ$ – соответственно вес песка и крупного заполнителя в кг;

$P_{пi}$ и $P_{щi}$ – соответственно содержание каждой фракции песка и щебня (по ситовому анализу в %);

$S_{пi}$ и $S_{щi}$ – соответственно удельная поверхность каждой фракции песка и щебня в м²/кг (таблицы II и 12);

$W'_{пi}$ и $W'_{щi}$ – соответственно водопотребность поверхности каждой фракции песка и щебня в %;

$W_{пi}$ и $W_{щi}$ – и их общая водопотребность в % (таблица 11 и 12).

По пустотности и суммарной поверхности смеси заполнителей вычисляем объем цементного песка на I м³ бетона:

$$V_т = \frac{n_c + 0{,}000013\,S_c}{1 + 0{,}000013\,S_c},$$

здесь $1 + 0{,}000013\,S_c$ – выход бетона в плотном теле с учетом раздвижки зерен заполнителей цементным тестом.

В первом приближении вычисляем расход цемента по формуле (9)

$$Ц = \frac{(V_т - В_{ад}) \cdot 1000}{1{,}02\left[\frac{1}{\gamma_п} + Кнг(Х - 0{,}292)\right]}. \qquad (9)$$

Проверяем подвижность бетонной смеси по осадке нормального конуса в см, пользуясь зависимостью

$$ОК = 20\,\frac{V_п}{V_п + V_щ}\,V_т\gamma_б\,\frac{Х - 0{,}876}{0{,}774}. \qquad (10)$$

При объемном весе бетонной смеси $\gamma_б$ = 2,45 г/см³ и $(В/Ц)_{нач.}$ цементного теста, равном I,4 Кнг, получим: $ОК = 33{,}2\,\frac{V_п}{V_п + V_щ}\,V_т$. Если требуемая осадка конуса при заданном $V_т$ не достигается, увеличиваем расход цемента на α в долях единицы, т.е.

$$V_т = Ц(1+\alpha)\left[\frac{1}{\gamma_п} + Кнг(Х - 0{,}292)\right]. \qquad (11)$$

При изготовлении центрифугированных труб нежелательно повышать $V_т$, т.е. расход цемента, сверх оптимального, поскольку в этом случае возрастают время центрифугирования $t_ц$, толщина слоя цементного камня на внутренней поверхности сердечников и выход шлама. Это повлечет за собой увеличение объема новообразований, что окажет отрицательное влияние на коррозийную стойкость и деформативную способность бетона. Соотношение $\gamma = \frac{V_п}{V_п + V_щ}$

для центрифугированного бетона может быть установлено экспериментально не только по формуемости изделия, но и по совокупности физико-механических и деформативных свойств бетона.

По опытным данным, полученным при изготовлении центрифугированных напорных труб на заводе № 7 и за рубежом, соотношение η колеблется от 0,34 до 0,42.

Величина осадки бетонной смеси зависит от конструкции изделия: его диаметра, толщины стенки и армирования. Для сердечников напорных труб диаметром 500 мм и более, армированных только продольными и предварительно напряженными стержнями диаметром 5 мм, оптимальная осадка нормального конуса составляет 3-4 см.

При содержании в цементе добавок в количестве η (по данным паспорта цемента) имеем:

$$\eta_x = 1{,}3(x - 0{,}88)\eta. \qquad (12)$$

В частном случае ПРИ X = I,4 $\eta_x = 0{,}68\eta$.

В результате отжатия воды в процессе центрифугирования объем цементного теста уменьшается до величины

$$V_т'' = Ц(1+a)\left[\frac{1}{\gamma_ц} + K_{нг}(x_{ост.} - 0{,}292)\right], \qquad (13)$$

в связи с чем объем центрифугированного бетона будет равен

$$V_б = V_т'' + \frac{Q_п}{\gamma_п} + \frac{Q_щ}{\gamma_щ} > 1$$

По полученному значению $V_б$ производим перерасчет $V_т''$, веса песка и щебня, а также их водопотребности и, пользуясь формулой (IO), вычисляем при $X_{ост.}$ расход цемента на I м³ центрифугированного бетона. Затем определяем расход цемента $Ц_{ос}$ с учетом выхода шлама по формуле (I4) и значения $(В/Ц)_б$:

$$Ц_о = Ц(1 + \eta_x + \eta_x^2 + \ldots + \eta_x^n) \qquad (14)$$

$$(В/Ц)_{нач} = 1{,}4K_{нг} + \frac{В_з}{Ц_о}; \quad (В/Ц)_{ост} = x_{ост}K'_{нг} + \frac{В_з}{Ц} \qquad (15)$$

$$K'_{нг} = K_{нг} - 0{,}12\eta_x. \qquad (16)$$

В формулах (I3) и (I5) значение $X_{ост.}$ для однослойного бетона I,05, трехслойного - 0,95.

По запроектированному составу рассчитываем прочность и проницаемость бетона (при заданных параметрах центрифугирования) соответственно по формулам (I7), (I8) и (I9). Если прочность и проницаемость бетона удовлетворяют необходимым

$$R = \frac{K_c R_ц \sqrt{1+2x}}{\frac{1+1.65K_{нг}}{K_{нг}}\left(\frac{B}{Ц}\right)^{\delta}_{ост} - 1.65K_{нг}} \qquad (I7)$$

$$m = \frac{\varepsilon}{1+\varepsilon}; \quad \varepsilon = \frac{1}{a}\cdot\gamma_u \cdot \frac{B}{Ц}; \quad a = \frac{x}{x-a.292} \qquad (I8\text{-}20)$$

требованиям, то на этом подбор состава заканчивается. В противном случае необходимо пересмотреть его состав, изменив соответственно z, $V_т$, или другие величины.

Продолжительность центрифугирования трубы определяют по рассчитанному составу бетона и максимальному числу оборотов формы.

При линейной (касательной) скорости на бандаже формы V в см/мин. и наружному диаметру $Д_2$ в см число оборотов формы $n_{упл.}$ вычисляется по формуле

$$n_{упл.} = \frac{60.V}{3.I4.Д_2} \qquad (2I)$$

Прессующее давление при $n_{упл.}$ равно:

$$P_{упл.} = 90.I0^{-I0}\frac{R_2^3 - R_1^3}{R_2^3}\cdot n^2_{упл.} \qquad (22)$$

Продолжительность центрифугирования вычисляется по формуле

$$t_ц = 30\beta(m_{нач} - m_{ост})\cdot\frac{h^2}{\rho_{упл}} \qquad (23)$$

где $m_{нач.}$ и $m_{ост.}$ - соответственно начальная и остаточная

пористость цементного теста,

β – коэффициент, численно равный начальному объему цементного теста в бетонной смеси,

h – толщина стенки трубы.

По коэффициентам пористости $\varepsilon_{нач.}$ и $\varepsilon_{ост.}$ и при X =I,05 определяют:

$$m_{нач.} = \frac{\varepsilon_{нач.}}{X + \varepsilon_{нач.}} \quad и \quad m_{ост.} = \frac{\varepsilon_{ост.}}{X + \varepsilon_{ост.}} \qquad (24)$$

Коэффициент вычисляют при X = I,3 по формуле

$$\beta = Ц_0' \left[\frac{I}{h} + Кнг \ (X - 0,292) \right]$$

Таблица II

Физические свойства песков различных месторождений

Фракции песка в мм	Средний размер зерен в мм	Удельный вес, γ_n	Истинный объемный вес г/см^3 γ'_n	Удельная поверхность см^2/г $S_{уд}$	Общее водопоглощение, % $W_{об}$	Водопоглощение поверхности, % $W'_{пов}$	Водопоглощение пор, % $W''_{пор}$
I	2	3	4	5	6	7	8
			Морской песок				
5-2,5	3,33	–	–	–	–	–	–
2,5-I,2	2,6	2,60	2,5	I7,5	I,36	0,7	0,66
I,2-0,6	0,9	2,64	2,5	3I,2	I,86	I,25	0,6I
0,6-0,3	0,45	2,65	2,54	58,3	2,80	2,33	0,56
0,3-0,I5	0,23	2,65	2,55	I08,0	4,5	4,32	0,I8
0,I5-0,088	0,III	2,65	2,55	223,0	9,I2	3.04	0,I8
			Речной песок				
5-2,5	3,33	2,6	2,50	9,4	I,9I4	0,374	I,54
2,5-I.2	I,6	2,6	2,50	20,2	2,07	0,8I	I,26
I,2-0,6	0,9	2,6	2,50	37,0	2,3	I,48	0,82
0,6-0,3	0,45	2,6	2,54	72,0	3,46	2,86	0,58
0,3-0,I5	0,23	2,6	2,55	I4I,0	6,0	5,65	0,35
0,I5-0,088	0,III	2,6	2,56	293,0	I2,0I	II,7	0,3I

I	2	3	4	5	6	7	8
			Кварцевый песок				
5–2,5	3,33	2,65	2,62	7,4	I,9I4	0,374	–
2,5–I,2	I,6	2,65	2,62	I8,5	0,788	0,76	0,028
I,2–0,6	0,9	2,65	2,65	33,0	I,32	I,32	0
0,6–0,3	0,45	2,65	2,65	66,0	2,65	2,65	0
0,3–0,I5	0,23	2,65	2,65	I29,0	5,04	5,04	0
0,I5–0,088	0,III	2,65	2,65	26I,0	I0,4	I0,4	0

Таблица 12

Физико-механические характеристики щебня и гравия

Наименование заполнителей	Истин. объем. вес г/см³	Уд. поверхн. см²/г	Общее водопогл. %	Водопогл. поверхности %	Водопогл. пор. %	Пористость %	Истин. объем. вес г/см³	Уд. поверхн. см²/г	Общее водопогл. %	Водопогл. поверхности %	Водопогл. пор. %	Пористость %
	Размер фракций, мм: 60 – 40						Размер фракций, мм: 40 – 20					
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3
Гранитный щебень	2,67	0,75	0,75	0,2I	0,5	0,9	2,67	I,35	0,77	0,27	0,5	0,9
Базальтовый щебень	2,62	0,78	I,56	I,I56	I,404	3,8	2,62	I,4	I,68	0,38	I,4	3,7
Известковый щебень	2,6	0,76	I,24	I,I52	I,09	I,27	2,6	I,4I	I,38	0,283	I,I	I,27
Щебень из песчаника	2,45	0,78	4,76	0,I6	4,6	8,0	2,45	I,42	4,8	0,28	4,52	8,0
Гравий речной	2,6	0,58	I,I2	I,I2	I,0	I,6	I,I6	I,24	I,24	0,24	I,0	I,64
	Размер фракций, мм: 20 – I0						Размер фракций, мм: I0 – 5					
Гранитный щебень	2,67	2,7	0,92	0,5I	0,42	0,85	2,67	5,4	I,2I	0,8I	0,4	0,88
Базальтовый щебень	2,67	2,72	I,94	0,54	I,4	3,4	2,62	5,43	2,I	0,8I	I,28	3,4
Известковый щебень	2,6	2,82	I,5	0,565	0,95	I,2	2,6	5,4	I,6	0,8	0,8	I,2
Щебень из песчаника	2,45	2,68	4,9	0,58	4,32	8,0	2,45	5,3	4,96	0,8	4,I6	7,2
Гравий речной	2,6	2,3I	I,88	0,48	0,9	I,6	2,6	4,38	I,46	0,66	0,8	I,52

Таблица 13

Зависимость коэффициента пористости $\mathcal{E}$
от В/Ц и вида цемента

$K_{нг}$	$\gamma_у$	$\gamma_ц$	Значение $\mathcal{E}$ при x, равном									
			I	I,I	I,2	I,3	I,35	I,4	I,45	I,5	1,6	I,65
0,24	3,2	2,72	0,47	0,535	0,6	0,66	0,7	0,734	0,765	0,8	0,864	0,896
0,25	3,I5	2,69	0,475	0,542	0,6I	0,683	0,7I	0,745	0,777	0,808	0,876	0,9I
0,26	3,I2	2,65	0,486	0,557	0,625	0,695	0,728	0,763	0,794	0,83I	0,895	0,934
0,27	3,I	2,62	0,504	0,57	0,645	0,72	0,75	0,785	0,82	0,865	0,9	0,96
0,28	3,05	2,59	0,5I4	0,585	0,66	0,732	0,767	0,805	0,84	0,875	0,945	0,98
0,29	2,98	2,54	0,52	0,593	0,665	0,74	0,775	0,8I5	0,85	0,886	0,96	0,995
0,30	2,95	2,48	0,524	0,602	0,677	0,75	0,785	0,823	0,86	0,892	0,97	I,02

Таблица 14

Значение коэффициента С

Значение Кнг	Величины коэффициента С
0,25	I,48
0,255	I,45
0,26	I,4I5
0,265	I,385
0,27	I,355
0,275	I,33
0,28	I,3
0,285	I,28
0,29	I,25
0,295	I,2
0,30	

ПРИМЕР ПРОЕКТИРОВАНИЯ СОСТАВА ЦЕНТРИФУГИРОВАННОГО БЕТОНА

Запроектировать состав центрифугированного бетона марки 500 на гранитном щебне и кварцевом песке, портландцементе активностью 500 кг/см^2 и Кнг = 0,26. По данным паспорта в цементе содержится 12% тонкомолотых добавок. Физические характеристики приведены в таблице.

Требуемая осадка нормального конуса 4 см, линейная скорость на ободе формы составляет 30 м/сек.

Определить режимы центрифугирования при однослойном и трехслойном формовании сердечника трубы диаметром 500мм и толщиной стенки h = 5 см.

Р а с ч е т

1.При известных $n_{щ(п)}$, $\gamma_{щ(п)}$, $\gamma'_{щ(п)}$ определяем максимальный объемный вес смеси заполнителей по формуле

$$max\,\gamma_c = n_щ\,\gamma_п + \gamma_щ\,;$$

$$max\,\gamma_c = 0{,}38 \times 1{,}78 + 1{,}67 = 2{,}346 \text{ т/м}^3$$

2.Определяем максимальный объемный вес смеси заполнителей по зависимости

$$max\,\gamma'_c = \frac{\gamma'_п + \frac{\gamma_щ}{n_щ \cdot \gamma_п} \cdot \gamma'_щ}{1 + \frac{\gamma_щ}{n_щ \cdot \gamma_п}}\,;$$

$$max\,\gamma'_c = \frac{2{,}55 + \frac{1{,}67}{0{,}38 \cdot 1{,}78} \cdot 2{,}66}{1 + \frac{1{,}67}{0{,}38 \cdot 1{,}78}} = 2{,}63 \text{ т/м}^3$$

3.Рассчитываем минимальную пустотность смеси заполнителей

$$min\,n_c = \frac{max\,\gamma'_c - max\,\gamma_c}{max\,\gamma'_c}\,;$$

$$min\, n_c = \frac{2,63 - 2,346}{2,63} = 0,108 \text{ или } 10,8\%$$

По известным пустотностям заполнителей и $min\, n_c$ строим кривые зависимости пустотности смеси n_c от $V_п$ и $V_щ$. По графику при принятой n_c = 13% имеем

$$V_п = 0,450 \text{ м}^3; \quad V_щ = 0,890 \text{ м}^3$$

5.Определяем расход песка и щебня

$$Q_п = V_п \cdot \gamma_п; \qquad Q_щ = V_щ \cdot \gamma_щ;$$

$$Q_п = 0,450.1,78 = 0,801 \text{ т} \qquad Q_щ = 0,89.1,67 = 1,48 \text{т}$$

6.Определяем удельную поверхность кварцевого песка

$$S_п = \sum_{i=1}^{6} P_{пi} \cdot S_{пi} = 3,0.5,4 + 4,0.7,4 + 7,8.18,5 +$$
$$+ 25,9.33,0 + 40,0.66,0 + 16,8.129 + 2,5.261 =$$
$$= 6504,5 \text{ м}^2$$

7.Определяем удельную поверхность гранитного щебня

$$S_щ = \sum_{i=1}^{6} P_{щi} \cdot S_{щi} = 46,25.2,7 + 27,35.5,4 + 11,43.1,13 \times$$
$$\times 9,4 + 3,72.1,13.20,2 + 4,76.1,13.37,0 + 3,15.1,13 \times$$
$$\times 72 + 1,78.1,13.141 + 1,56.1,13.293 = 1735 \text{ м}^2$$

для фракций песка 5-2,5 мм и ниже, содержащихся в щебне, необходимые данные берем из таблицы как для речного песка с коэффициентом 1,13.

Суммарная поверхность смеси заполнителей с учетом весового количества песка и щебня

$$S_с = S_п + S_щ = 0,001(Q_п \sum_{i=1}^{6} P_{пi} \cdot S_{пi} + Q_щ \sum P_{щi} \cdot S_{щi});$$

$$S_с = 0,801.6504,5 + 1,48.1735 = 7777,9 \text{м}^2 = 7778 \text{ м}^2$$

8.Общая водопотребность заполнителей

$$B_{з\,(п,щ)} = 0,0001[Q_п \sum_{i=1}^{6} P_{пi} \cdot W_{пi} + Q_щ \sum_{i=1}^{6} P_{щi} W_{щi}];$$

а)кварцевого песка

$$B_з = 0,1(3,0.1,21 + 4.0,72 + 7,8.0,788 + 25,9.1,32 +$$
$$+ 40,0.2,65 + 16,8.5,04 + 2,5.10,4) = 26,35 \text{ л}$$

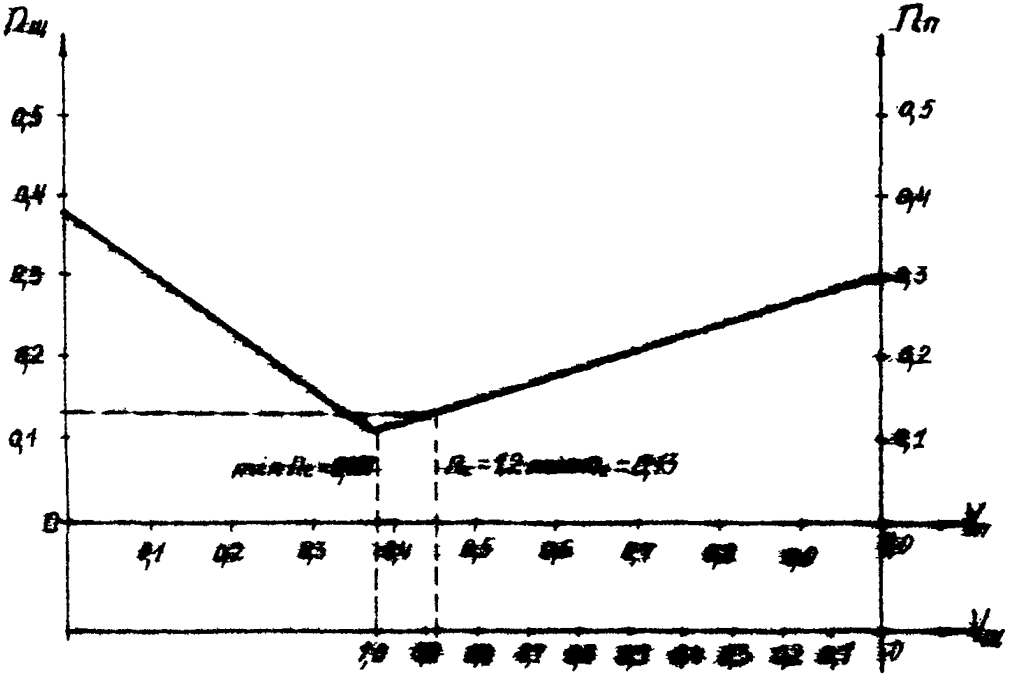

Рис. 20. График зависимости пустотности смеси $П_с$ от $V_п$ и $V_щ$.

б)гранитного щебня

$$B_з = 0,1(46,25.0,92 + 27,35.1,21 + 1,13.11,43.1,914 + 1,13.3,72.2,07 + 1,13.4,76.2,3 + 1,13.3,15.3,46 + 1,13.1,78.6,0 + 1,13.1,56.12,01) = 16,72 \text{ л}$$

9.Водопоглощение поверхностью:

а)кварцевого песка

$$B_{ад} = 26,35 - 0,1.3,0.0,4 = 26,23 \text{ л}$$

б)гранитного щебня

$$B_{ад} = 0,1(46,25.0,51 + 27,35.0,81 + 1,13.11,43,.0,374 + 1.13.3,72.0,81 + 1,13.4,76.4,76.1,48 + 1,13.3,15.2,86 + 1,13.1,78.5,65 + 1,13.1,56,.11,7) = 10,67 \text{ л}$$

10.По пустотности и суммарной поверхности определяем объем цементного теста

$$V_т = \frac{B_т + 0,000013 \cdot S_т}{1 + 0,000013 \cdot S_т}; \quad V_т = \frac{0,13 + 0,000013.7778}{1 + 0,000013.7778} = 0,21 \text{м}^3$$

11.Определяем подвижность бетонной смеси (при $\gamma_б$ = = 2,45 г/см^3 и В/Ц = 1,4.Кнг)

$$ОК = 33,2 \frac{V_п}{V_п + V_ц} \cdot V_т; \quad ОК = 33,2 \frac{0,450}{0,450 + 0,89} \cdot 0,21 = 2,34 \text{ см}$$

Для получения требуемой осадки конуса 4 см необходимо увеличить объем цементного теста

$$V_т = \frac{ОК(V_п + V_ц)}{33,2 \cdot V_п}, \quad V_т = \frac{4(0,45 + 0,89)}{33,2 \cdot 0,45} = 0,359 \text{ м}^3$$

12.Приближенный расход цемента при $V_т$ = 0,359 м^3.

Принимаем $B_{ад}$ = 0

$$Ц = \frac{(V_т - B_{ад}).1000}{1,02\left[\frac{1}{\gamma_ц} + Кнг(X - 0,292)\right]};$$

$$Ц = \frac{0,359 \cdot 1000}{1,02\left[\frac{1}{2,65} + 0,26(1,4 - 0,292)\right]} = 530 \text{ кг}$$

После отжатия воды из бетонной смеси при однослойном центрифугировании $(В/Ц)_{ост.} = 1,05$ Кнг.

При содержании в цементе добавок в количестве γ (берется из паспорта цемента) содержание их в шламе выразится формулой

$$\gamma_x = 1,3(X - 0,88)\cdot\gamma$$

$$\gamma_x = 1,3(1,4-0,88)\cdot 0,12 = 0,082$$

Определяем Кнг с учетом сепарации добавок.

Кнг = 0,26 - 0,12·0,082 = 0,25

13. Объем цементного теста после отжатия воды (при X = 1,05 Кнг).

$$V_т' = Ц\left[\frac{1}{\gamma_ц} + Кнг\,(X - 0,292)\right]$$

$$V_т' = 530\,\frac{1}{2,69} + 0,25(1,05 - 0,292) = 0,297 \text{ м}^3$$

14. Объем центрифугированного бетона равен:

$$V_б = V_т' + \frac{Q_п}{\gamma_п} + \frac{Q_щ}{\gamma_щ}\cdot V_т = 0,297 + \frac{0,801}{2,55} + \frac{1,48}{2,66} =$$

$$= 1,167 \text{ м}^3$$

15. По полученному значению $V_б$ производим перерасчет веса песка и щебня, а также их водопотребности.

$$Q_п = 0,255 \cdot 2,55 = 0,650 \text{ т}$$

$$Q_щ = 0,451 \cdot 2,66 = 1,200 \text{ т}$$

Водопотребности заполнителей в бетоне

$$В_з = 26,35 \cdot 0,65 = 16,72 \cdot 1,2 = 37,15 \text{ л}$$

Вода адсорбционная

$$В_{ад} = 26,23 \cdot 0,65 + 10,67 \cdot 1,2 = 29,8 \text{ л}$$

16. Расход цемента с учетом выхода шлама при

$$\gamma = 0,082$$

$$Ц_0 = 530(1 + 0,082) = 572 \text{ кг}$$

17. По расходам цемента Ц и $Ц_0$ вычисляем значение начального и остаточного водоцементного отношений

$$(В/Ц)_{нач.} = 1,4\ Кнг + В_з/Ц_0 = 1,4 \cdot 0,26 + \frac{37,15}{572} = 0,429$$

$$(В/Ц)_{ост.} = X.Кнг + В_в/Ц = 1{,}05.0{,}25 + \frac{37{,}15}{530} = 0{,}332$$

18. Прочность однослойного центрифугированного бетона

$$R_{ц.б} = \frac{K \cdot C \cdot R_ц \cdot \sqrt{1 + 2Z}}{\frac{1 + 1{,}65.Кнг}{Кнг} (В/Ц)_0 - 1{,}65.Кнг} =$$

$$= \frac{1{,}1{,}1{,}48{,}500 \cdot \sqrt{1 + 0{,}082}}{\frac{1 + 1{,}65.0{,}25}{0{,}25} .0{,}35 - 1{,}65.0{,}25} = 540 \text{ кг/см}^2$$

19. Прочность вибрированного бетона:

$$R_{в.б} = \frac{1{,}1{,}1{,}415{,}500}{\frac{1 + 1{,}65.0{,}26}{0{,}26} .0{,}44 - 1{,}65.0{,}26} = 400 \text{ кг/см}^2$$

20. Следовательно, переходный коэффициент:

$$Z = \frac{R_{ц.б}}{R_{в.б}} = \frac{540}{400} = 1{,}35$$

Запроектированный состав центрифугированного бетона удовлетворяет заданным требованиям и в окончательном виде он выражается следующим расходом материалов:

$Ц_0$ = 572 кг; П = 650 кг; Ц = 1200 кг; В = 246 л

Объемный вес центрифугированного бетона:

$\gamma_б$ = 530 + 650 + 1200 + 175 = 2555 кг/м^3

Примечание: Приведенная методика расчета состава центрифугированного бетона не является обязательной для технологии производства железобетонных труб на роликовых центрифугах. Для этой цели лабораторией железобетонных труб НИИЖБ рекомендуется "Метод подбора состава центрифугированного бетона", который применяется на Челябинском трубном заводе ЖБИ.

Приложение 2

ФОРМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ ЖУРНАЛОВ

В приложение № 2 даются формы лабораторных журналов и актов приемки материалов.

Форма № 1 - Ведомость дозировки материалов бетоносмесительного отделения при изготовлении труб.

Форма № 2 - Ведомость испытания контрольных образцов бетона труб и защитного слоя.

Форма № 3 - Данные о тепловлажностной обработке труб.

Форма № 4 - Результаты испытания труб на водонепроницаемость.

В приложении 2а приведены формы актов на приемку материалов.

Форма I

Ведомость дозировки материалов бетононасосного отделения при изготовлении труб

№№ пп	Диаметр труб, мм	Дата приготовления бетонной смеси	Объем замеса, м³	Кол-во замесов на трубу в шт.	Марка цемента	Марка бетона	Расход материалов, кг/м³ Ц	П	Щ	В	В/Ц	Влажность песка, %	Примечание
I.	500												
2.	600												
3.	700												
4.	800												
5.	I000												
6.	I200												
7.	I250												
8.	I400												
9.	I500												
I0.	I600												

Зав. лабораторией

Технолог цеха

Форма 2

Ведомость испытания контрольных образцов бетона труб

№№ пп	Диаметр труб, мм	Проектная марка бетона в возрасте 28 суток, кг/см^2	Маркировка трубы	Марка цемента, кг/см^2	Прочность на сжатие, кгс/см^2			Роспись лаборанта	Примечание
					При испытании образцов в 28 сут. возрасте	С учетом коэффициента "К"	Среднее значение		
I.	500								
2.	600								
3.	700								
4.	800								
5.	I000								
6.	I200								
7.	I250								
8.	I400								
9.	I500								
I0.	I600								

Зав. лабораторией

Технолог цеха

Форма 3

Данные о [illegible] обработке труб

№№ пп	Диаметр труб, мм	№ формы	Дата изготовления трубы (месяц, число)	Время (мин)		I смена часы 8 – I6	Роспись пропарщицы	2 смена часы I6-24	Роспись пропарщицы
				окончание формования трубы	начало технологической обработки				
I.	500								
2.	600								
3.	700								
4.	800								
5.	I000								
6.	I200								
7.	I250								
8.	I400								
9.	I500								
I0.	I600								

Зав. лабораторией

Технолог цеха

Приложение 2а

Наименование ведомства

Наименование завода

А К Т № _____

Приемка цемента

Составлен в том, что прибывший _____
дата
с _____ завода цемент портландский
наименование
в количестве _____ согласно паспорту № _____
под маркой _____, партий №№_____
выгружен в склад №_____

№ вагонов	№ накладных	Кол-во	№ вакромов	Вид тары

Партии цемента присвоен построечный № _____
Для испытания отобрана проба в кол-ве _____
Прочие данные _____

Лаборант

Заведующий складом

Приложение 26

Наименование ведомства
Наименование завода

А К Т № _____

приемки заполнителя (щебня, гравия, песка)

Составлен в том, что прибывший _____ (дата) на _____ (наименование) завод в количестве _____ (наименование заполнителя) м³, паспорт № _____ накладная № _____, выгружен на склад № _____ в штабель № _____

Прибывшей партии присвоен построечный № _____
Для испытания отобрана проба в кол-ве _____ кг.
Прочие сведения _____

Лаборант

Заведующий складом

Приложение 3

Контроль натяжения спиральной арматуры

При изготовлении железобетонных напорных труб с применением комбинированного способа предварительного натяжения спиральной арматуры контроль преднапряжения осуществляется по показанию амперметра с учетом натяжения, вызываемого постоянным пригрузочным механизмом.

Суммарная величина напряжения в спирали складывается из усилия от грузового механизма (P - кгс) и напряжения, возникающего в результате остывания проволоки, нагретой до $T = 350^0C$.

Суммарное напряжение в спирали подсчитывается по формуле

$$\Sigma \sigma_a = \frac{P}{f_a \cdot k \cdot \eta} + E_a'' \alpha (T - t) \ кгс/см^2 , \qquad (1)$$

где f - площадь поперечного сечения проволоки, $см^2$;

k - коэффициент полиспаста, равный 2;

η - кпд блочной системы, равный 0,9;

E_a'' - нормальный модуль упругости стали $кгс/см^2$;

α - коэффициент линейного удлинения стали, равный $12{,}8 \cdot 10^{-6}$;

t - начальная температура проволоки, град, при определенной силе тока, омическом сопротивлении, времени нагрева арматуры, определяют температуру навиваемой проволоки по формуле:

$$T = \frac{J^2 \cdot R_{om} \cdot \tau}{70 \cdot C \cdot q} \quad град. \ C , \qquad (2)$$

где q - вес I п.м. арматуры;

C - коэффициент теплоемкости, равный 0,I2 ккал/кг;

R_{om} - омическое сопротивление I п.м. арматуры

$$R_{om} = \frac{\rho(2 + \alpha T)}{2 \cdot f_a} = \frac{0{,}I2(2 - 0{,}0048 \cdot 350)}{2 \cdot I9{,}6} = 0{,}0II$$

τ - время нагрева проволоки в мин;

ρ - удельное сопротивление арматуры, равное 0,I2 $ом/мм^2/м$;

α - температурный коэффициент сопротивления арма-

туры, равный 0,0048;

f - сечение арматуры в мм^2.

Время нагрева арматуры в минутах определяется по формуле

$$\tau = \frac{l_n}{V_a \cdot 60} = \frac{14}{0,9 \cdot 60} = 0,25 \text{ мин},$$

где l_n - расстояние между контактами на арматуре, м;

V_a - линейная скорость подачи проволоки при навивке, м/сек.

При J = 400 А (показание амперметра)

$$T = \frac{400^2 \cdot 0,25 \cdot 0,011}{70,0 \cdot 154 \cdot 0,12} = 350^0C$$

Напряжение при остывании в проволоке, нагретой до $T = 350^0C$, составит

$$\sigma_{ат} = E_a^{н} \cdot \lambda (T - t) = 1,8 \cdot 10^6 \cdot 12,8 \cdot 10^{-6} \cdot 330 = 7600 \text{ кгс/см}^2.$$

Напряжение в проволоке от грузового механизма составит

$$\sigma_{ан} = \frac{P}{f_a \cdot H \cdot t}$$

от термического действия составляет

$$\sigma_a = \sigma_{ан} + \sigma_{ат}$$

Если температура нагрева проволоки определяется фотометрическими приборами или пигментирующими карандашами, то напряжение в проволоке определяется непосредственно по формуле (I).

И Н С Т Р У К Ц И Я

по нанесению защитного цементно-песчаного слоя на предварительно напряженные сердечники железобетонных напорных труб методом высокочастотного скользящего виброштампа

I. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

I.I. Высокочастотная виорационная установка предназначена для выполнения технологической операции по нанесению защитного слоя толщиной 20-25 мм на предварительно напряженную спиральную арматуру сердечников напорных труб диаметром от 500 до I200 мм, длиной 5,0 м.

П. КОНСТРУКЦИЯ И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ УСТАНОВКИ

2.I. Установка для нанесения защитного слоя (рис.2I) состоит из передней ведущей и задней бабок, в планшайбах которых устанавливается сердечник трубы, самоходной тележки, вибробункера с установленными на нем электромеханическими вибраторами с частотой 9000 кол/мин., бункера-питателя и привода - четырехмашинного агрегата.

2.2. Основным рабочим органом установки является виброштамп - металлическое устройство, состоящее из пяти отдельных стенок, гибко связанных друг с другом и свободно подвешенных к наклонной части вибробункера. На внутренних стенках вибробункера приварены I5-I6 ребер - виброактивизаторов, а снаружи к каждой стенке крепится высокочастотный вибратор. Приводные электродвигатели типа АО-2-3I-2 установлены на шкелерах вне зоны действия вибратора. На одной из стенок снизу вибробункера прикреплен поворотный

щиток, управляемый рукояткой и позволяющий перекрывать выход бетонной смеси из бункера. Нижняя часть вибробункера заканчивается успокоителем и заглаживающим устройством. Одна из стенок бункера (без вибраторов) может подниматься кверху, поворачиваться на цапфах при помощи редуктора или ручного маховика для очистки вибробункера по окончании рабочей смены.

2.3.Над вибробункером помещается бункер-питатель с вращающимся на поворотном валу секционным дозатором. Привод дозатора состоит из двигателя постоянного тока типа П-21, редуктора червячного РУН-100-54-Т и редуктора цилиндрического Ра-250. Привод постоянного тока дает возможность широко варьировать скоростью вращения трубы и секционными дозаторами.

2.4.Самоходная тележка представляет собой стальную сварную конструкцию, на которой установлен вибробункер. Передвижение тележки осуществляется при помощи гидроцилиндра, отводя бункер примерно на I м в сторону от вертикальной плоскости, проходящей через ось вращения бабок, и тем самым давая возможность установить трубу в планшайбы бабок или снять ее с помощью крана.

Ш. ПОДГОТОВКА СЕРДЕЧНИКА К НАНЕСЕНИЮ ЗАЩИТНОГО СЛОЯ

3.I.С поверхности сердечника удаляют пыль, масляные пятна и другие загрязнения.

3.2.Контролируется правильность навивки на сердечник спиральной предварительно напряженной арматуры. Не допускается отгибание концов арматуры против направления вращения сердечника, выступление спиральной арматуры, а также анкерных полосок более чем на два диаметра арматуры, просвет между витками арматуры менее 5 мм. Расположение крайних витков арматуры должно обеспечить получение защитного слоя толщиной не менее I5 мм.

3.3.Установку трубы и снятие ее с машины рекомендуется осуществлять пользуясь специальной траверсой, предварительно отведя самоходную тележку в крайнее заднее положение.

Конец трубы с защитным бандажем заводится в кулачки планшайбы ведущей (передней) бабки, а в раструб вводится втулка задней бабки путем подачи пинолью до упора. В этом положении пиноль закрепляется и втулочный конец трубы зажимается кулачками планшайбы.

3.4.Отсутствие биения проверяется путем вращения трубы относительно ее геометрической оси. Устранение биения при его обнаружении регулируется при помощи кулачков планшайбы.

3.5.Зазор между поверхностью сердечника и успокоителем (нижним отогнутым краем виброштампа) должен быть по всей длине трубы, как в цилиндрической ее части, так и в конической одинаковым и составлять 20-25 мм.

Регулировка правильности установки трубы и величины зазора осуществляется в соответствии с п. 3.4.

IУ. НАНЕСЕНИЕ ЗАЩИТНОГО СЛОЯ

4.I.Бункер питателя заполняется цементно-песчаной смесью и включается дозатор для того, чтобы уровень смеси в вибробункере находился на 50 мм выше над кромками ребер-виброактивизаторов при закрытом затворе.

4.2.Включается двигатель вращения трубы и одновременно двигатели высокочастотных вибраторов и через 25-30 сек. открывают затвор вибробункера,

4.3.Одновременно с открытием затвора включают привод дозатора, для поддержания заданного уровня (см. п. 4.I) вибрируемой цементно-песчаной смеси.

Примечание: Поддержание постоянного уровня смеси, т.е. создание баланса расхода и прихода смеси в вибробункере является необходимым условием получения качественного защитного слоя равной толщины по всей окружности и длине трубы.

4.4.Скорость вращения сердечника трубы при нанесении защитного слоя варьируется в пределах 0,6-0,9 м/мин. в зависимости от диаметра трубы, удобоукладываемости и состава цементно-песчаной смеси. Требуемая скорость вращения сер-

дечника трубы устанавливается опытным путем (более жесткие смеси и сердечники большего диаметра вращаются в меньшей скоростью) и регулируется числом оборотов приводного двигателя постоянного тока от четырехмашинного агрегата.

4.5.Защитный слой наносится за один оборот трубы одновременно по всей длине цилиндрической и конической части, за исключением 110 мм на втулочном конце трубы. Здесь кромка защитного слоя образует по всей окружности трубы бурт с высотой 10 мм и длиной 40 мм.

4.6.Когда сердечник заканчивает оборот на 340-350^0 и защитный слой подходит к передней стенке вибробункера, затвор закрывается, одновременно включается дозатор.

4.7.При повороте трубы с нанесенным защитным слоем на 380-420^0, выключают приводы вращения трубы и высокочастотных вибраторов, а затем отводят самоходную тележку в крайнее заднее положение и специальной траверсой,при помощи, снимают готовую трубу.

4.8.Если при нанесении защитного слоя обнаружены дефекты и качество его не удовлетворяет требованиям пп.1-7 раздела 6, допускается оборот сердечника и повторная высокочастотная обработка нанесенного цементно-песчаного слоя. Если и при этом не получен защитный слой требуемого качества, то с сердечника удаляются дефектные участки, выясняется причина, вызывающая брак и снова наносится защитный слой требуемого состава.

Примечание: Причинами, вызывающими некачественное нанесение защитного слоя, могут быть: несоответствующий состав цементно-песчаной смеси, неправильное положение вибробункера, загрязненность поверхности сердечника, а также ленты заглаживающего устройства и др.

У. УХОД ЗА ЗАЩИТНЫМ СЛОЕМ

5.1.Переноска сердечника трубы со свеженанесенным защитным слоем осуществляется специальной траверсой, не допускающей повреждения защитного покрытия.

5.2.Сердечник со свеженанесенным защитным слоем вы -

держивается на специальных подвесках, в течение 2-4 часов.

5.3.Во время выдержки, которая осуществляется на специальной площадке или в камере, сердечник подвергается увлажнению.

5.4.После выдержки, в зависимости от принятой технологии, сердечник в подвешенном состоянии пропаривается по режиму 2-5-2 при t = 65-70°С или твердеет в течение 24 часов в водной камере при t = 60-65°С.

УI. ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ЗАЩИТНОМУ СЛОЮ

6.I.Прочность бетона защитного слоя на сжатие должна быть не менее 300 кг/см^2.

6.2.Водопоглощение не более I0%.

6.3.Толщина защитного слоя не менее 20 мм и не более 25 мм.

6.4.Не допускается отслоение защитного слоя и наличие в нем усадочных трещин.

6.5.Поверхность защитного слоя должна быть без оплывов и каверн.

6.6.Количество заделанных вручную мест должно быть не более трех, а суммарная их площадь - не более 900 см^2.

6.7.Величина сцепления свеженанесенного защитного слоя с сердечником трубы должна быть не менее 50 г/см^2.

6.8.Контроль качества бетона защитного слоя осуществляется в соответствии с требованиями и Руководством по изготовлению, испытанию и приемке железобетонных напорных труб, изготовляемых по трехступенчатой технологии методом центрифугирования.

6.9.Состав цементно-песчаной смеси должен соответствовать п. 7.24 настоящего Руководства.

УП. УХОД ЗА УСТАНОВКОЙ ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ ЗАЩИТНОГО СЛОЯ

7.I.Кроме общих правил по эксплуатации машин, подобных бетоноукладчикам, необходимо обеспечить содержание рабочей поверхности дозатора, вибробункера, затвора, пригру-

зочного устройства в надлежащей чистоте, не допуская остатков бетонной смеси на рабочих механизмах установки. Для этого необходимо не реже двух раз в смену очищать и промывать водой рабочие органы установки.

УШ. ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ

8.I.К работе на установке по нанесению защитного слоя допускаются лица, ознакомленные с конструкцией установки, правилами ее эксплуатации и прошедшие инструктаж по технике безопасности.

8.2.Запрещается нахождение обслуживающего персонала в пространстве между установленным в планшайбы сердечником и самоходной тележкой.

8.3.Запрещается нахождение обслуживающего персонала на площадке вибробункера во время работы вибраторов.

8.4.Пуск привода тележки разрешается производить только с рабочего места за пультом управления, после того, как оператор убедится в отсутствии людей в зоне движения тележки.

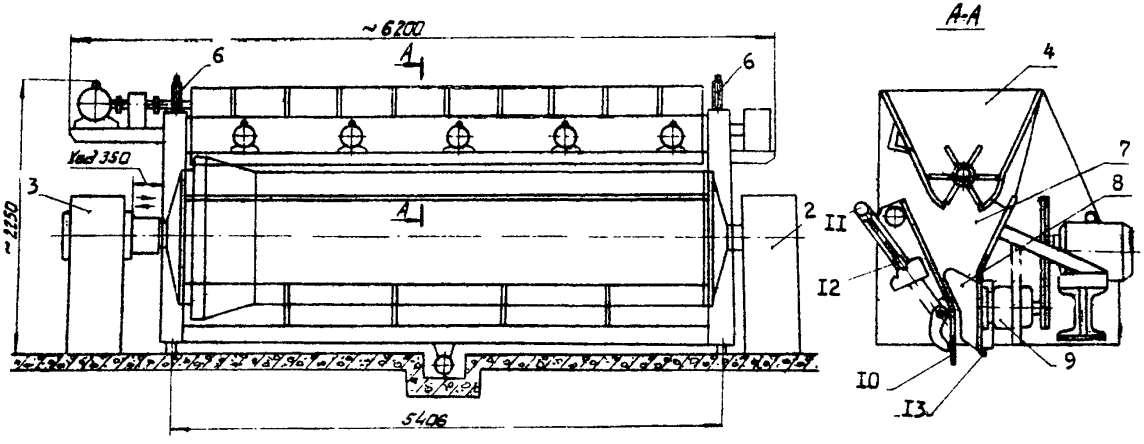

Рис. 2I. Схема установки для нанесения защитного слоя.

I – тележка; 2 – бабка ведущая; 3 – бабка ведомая; 4 – бункер-питатель; 5 – гидроцилиндр передвижения тележки; 6 – винт подъема и регулировки бункера; 7 – вибробункер; 8 – виброактиватор; 9 – вибратор высокочастотный; I0 – затвор нижний; II – рукоятка затвора; I2 – фиксатор затвора; I3 – калибрующий виброштамп.

С О Д Е Р Ж А Н И Е

Стр.

Предисловие 3
Область применения 6
Сортамент и размеры труб 6
Материалы для изготовления труб 16
Приготовление бетонной смеси 19
Основные процессы изготовления труб 20
Изготовление труб с применением свободно-роликовых центрифуг 21
Изготовление труб с использованием ременных центрифуг 36
Правила приемки 50
Методы испытаний 52
Маркировка, паспортизация, транспортирование и хранение 55
Правила техники безопасности 57

Приложения:

Методика и пример проектирования состава центрифугированного бетона 59
Формы лабораторных журналов 77
Акты приемки материалов 81
Контроль натяжения спиральной арматуры 83
Инструкция по нанесению цементно-песчаного слоя 85

gost.e-ecolog.ru