

**СТАНДАРТ  
САМОРЕГУЛИРУЕМОЙ ОРГАНИЗАЦИИ НЕКОММЕРЧЕСКОГО ПАРТНЕРСТВА  
«МЕЖРЕГИОНАЛЬНОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ ДОРОЖНИКОВ «СОЮЗДОРСТРОЙ»**

**СТО 017 НОСТРОЙ 2.6.90-2014**

**ПРИМЕНЕНИЕ В СТРОИТЕЛЬНЫХ  
БЕТОННЫХ И ГЕОТЕХНИЧЕСКИХ  
КОНСТРУКЦИЯХ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКОЙ  
КОМПОЗИТНОЙ АРМАТУРЫ**

**ИЗДАНИЕ ОФИЦИАЛЬНОЕ**

**Москва 2014**

**ВЫПИСКА из ПРОТОКОЛА № 1**  
**Очередного (годового) общего собрания членов Саморегулируемой**  
**организации Некоммерческого партнерства «Межрегиональное**  
**объединение дорожников «СОЮЗДОРСТРОЙ»**

г. Москва

«20» февраля 2014 года

**ПОВЕСТКА ДНЯ**

**Очередного (годового) общего собрания членов Саморегулируемой**  
**организации Некоммерческого партнерства «Межрегиональное**  
**объединение дорожников «СОЮЗДОРСТРОЙ»**

2. Принятие новых документов Партнерства - стандартов саморегулируемой организации Некоммерческое партнерство «Межрегиональное объединение дорожников «СОЮЗДОРСТРОЙ»:

*I. 16 СТО, разработанные Партнерством для НОСТРОЙ,*

*II. 46 СТО НОСТРОЙ.*

**По второму вопросу Повестки дня**, а именно Принятие новых документов Партнерства - стандартов саморегулируемой организации Некоммерческое партнерство «Межрегиональное объединение дорожников «СОЮЗДОРСТРОЙ».

СЛУШАЛИ Хвоинского Анатолия Владимировича: В 2013 году Партнерство разработало для НОСТРОЙ 16 СТО в области строительства автомобильных дорог, мостовых сооружений и аэродромов. Эти СТО были рассмотрены Комитетом по техническому регулированию при Совете Партнерства (протокол № 7 от 12.09.2013 г.), Советом СРО НП «МОД «СОЮЗДОРСТРОЙ» (протокол № 42 от 19.12.2013 г.) и рекомендованы к утверждению на Общем Собрании.

Кроме того, на это Собрание для принятия в качестве стандартов Партнерства, выносятся 46 СТО НОСТРОЙ. Эти стандарты НОСТРОЙ рассмотрены Комитетом по техническому регулированию при Совете Партнерства СРО НП «МОД «СОЮЗДОРСТРОЙ» и рекомендованы Совету Партнерства (протоколы № 5 от 11.12.2012 г., № 8 от 16.12.2013 г.). Советом Партнерства стандарты НОСТРОЙ (протоколы №26 от 17.09.2012 г., № 42 от 19.12.2013 г.) были рассмотрены и рекомендованы для принятия их в качестве стандартов СРО НП «МОД «СОЮЗДОРСТРОЙ» на Общем собрании членов Партнерства.

Предлагаю: утвердить в качестве СТО СРО НП «МОД «СОЮЗДОРСТРОЙ» вышеуказанные стандарты.

Голосовали:

За – 239 голосов, против – нет, воздержался – нет.

Решение принято.

**НАЦИОНАЛЬНОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ СТРОИТЕЛЕЙ**

**Стандарт организации**

**ПРИМЕНЕНИЕ В СТРОИТЕЛЬНЫХ  
БЕТОННЫХ И ГЕОТЕХНИЧЕСКИХ  
КОНСТРУКЦИЯХ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКОЙ  
КОМПОЗИТНОЙ АРМАТУРЫ**

**СТО НОСТРОЙ 2.6.90-2013**

**ИЗДАНИЕ ОФИЦИАЛЬНОЕ**

**Москва 2014**

НАЦИОНАЛЬНОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ СТРОИТЕЛЕЙ

---

Стандарт организации

**ПРИМЕНЕНИЕ В СТРОИТЕЛЬНЫХ БЕТОННЫХ  
И ГЕОТЕХНИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЯХ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКОЙ  
КОМПОЗИТНОЙ АРМАТУРЫ**

**СТО НОСТРОЙ 2.6.90 - 2013**

Издание официальное

---

Филиал ОАО ЦНИИС «НИЦ «Тоннели и метрополитены»

**Москва 2013**

## Предисловие

- |   |                                  |   |
|---|----------------------------------|---|
| 1 | РАЗРАБОТАН                       | Филиалом ОАО ЦНИИС «НИЦ «Тоннели и метрополитены»   |
| 2 | ПРЕДСТАВЛЕН НА<br>УТВЕРЖДЕНИЕ    | Комитетом по промышленному строительству<br>Национального объединения строителей,<br>протокол от 06 февраля 2013 № 22 |
| 3 | УТВЕРЖДЕН И<br>ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ | Решением Совета Национального объединения<br>строителей, протокол от 15 марта 2013 года<br>№ 40                       |
| 4 | ВВЕДЕН                           | ВПЕРВЫЕ   |

©Национальное объединение строителей, 2013

*Распространение настоящего стандарта осуществляется в соответствии с действующим законодательством и с соблюдением правил, установленных Национальным объединением строителей*

## Содержание

Введение.....		V
1	Область применения.....	1
2	Нормативные ссылки.....	2
3	Термины и определения.....	7
4	Общие положения.....	11
5	Технические требования к неметаллической композитной арматуре..	14
	5.1 Требования к материалам.....	14
	5.2 Требования к производству.....	15
	5.3 Требования к технической документации.....	16
	5.4 Требования к внешнему виду применяемой неметаллической композитной арматуры.....	17
	5.5 Требования к основным характеристикам и контролю качества...	18
	5.6 Упаковка и маркировка.....	19
	5.7 Порядок транспортирования и хранения.....	21
	5.8 Правила поставки и приемки потребителем.....	21
6	Конструктивно-технологические решения по применению неметал- лической композитной арматуры в бетонных конструкциях.....	23
	6.1 Условия и объекты применения.....	23
	6.2 Сборные бетонные конструкции.....	23
	6.3 Бетон и смеси бетонные. Требования к бетонным смесям и кон- струкционному бетону.....	25
	6.4 Требования к производству арматурных и бетонных работ. При- емка и контроль арматурных работ.....	27
7	Конструктивно-технологические решения применения неметалличе- ской композитной арматуры в ограждающих конструкциях в качест- ве гибких связей.....	30
8	Конструктивно-технологические решения по применению неметал- лической композитной арматуры в геотехнических конструкциях....	34

8.1	Условия и объекты применения.....	34
8.2	Устройство фундаментных конструкций.....	35
8.3	Устройство нагельного крепления.....	43
8.4	Земляное полотно железных и автомобильных дорог.....	55
8.5	Устройство берегозащитных сооружений.....	63
8.6	Устройство подпорных стен.....	65
8.7	Устройство анкерного крепления.....	73
8.8	Опережающее крепление грунта по трассе проходки тоннеля.....	77
8.9	Крепление горных выработок стеклопластиковыми анкерами.....	78
9	Правила безопасного выполнения работ с применением неметаллической композитной арматуры.....	82
10	Охрана окружающей среды.....	84
Приложение А (справочное) Сравнение физико-механических характеристик стальной и неметаллической композитной арматуры..		85
Приложение Б (справочное) Примеры параметров и характеристик выпускаемых типов неметаллической композитной арматуры		87
Приложение В (рекомендуемое) Методы испытаний.....		101
Приложение Г (рекомендуемое) Форма паспорта АНК.....		112
Приложение Д (справочное ) Примеры конструктивно-технологических решений по применению неметаллической композитной арматуры в бетонных конструкциях.....		113
Приложение Е (справочное) Основные параметры и характеристики гибких связей типа «Гален» из базальтопластика.....		116
Приложение Ж (справочное) Основные показатели гибких связей из базальтопластика по ТУ 2296-003-23475912-00.....		121
Приложение И (справочное) Основные параметры и характеристики гибких связей из стеклопластика по Техническому свидетельству №3134-10.....		123
Приложение К (рекомендуемое) Марки бетона по морозостойкости.....		125

Приложение Л (рекомендуемое) Типовое анкерное устройство для физи- ко- механических испытаний неметаллической композит- ной арматуры .....	127
Приложение М (справочное) Основные буквенные обозначения величин...	128
Библиография.....	129

## Введение

Настоящий стандарт разработан в соответствии с Программой стандартизации Национального объединения строителей.

Целью разработки стандарта является реализация в Национальном объединении строителей Градостроительного кодекса Российской Федерации [1], Федерального закона от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», Федерального закона от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «О безопасности зданий и сооружений», Федерального закона от 1 декабря 2007 г. № 315-ФЗ «О саморегулируемых организациях» и иных законодательных и нормативных актов, действующих в области строительства.

При разработке стандарта использованы наработки его авторов, результаты исследований выполненных в ОАО ЦНИИС, ОАО «НИЦ «Строительство» (НИИЖБ), а также отечественный и зарубежный опыт применения композитной арматуры в различных областях строительства.

Технические преимущества применения АНК обусловлены высокими прочностными свойствами, низкой теплопроводностью и химической стойкостью к известным агрессивным средам – хлористые соли, газовая среда повышенной концентрации, морская вода, противоледные реагенты и т.д. Значительный эффект от применения АНК достигается также в условиях наложенного электрического поля, в частности в фундаментах ЛЭП.

Сравнение физико-механических характеристик стальной и неметаллической композитной арматуры приведено в приложении А.

Экономическая эффективность применения АНК – следствие низкой плотности (в 4 раза легче стальной арматуры) и высокой прочности, что позволяет увеличить выход армированного бетона из одной тонны АНК в 4 - 5 раз по сравнению с использованием стальной арматуры.

Авторский коллектив: *И.М. Малый, Е.В. Щекудов, Н.А. Пухова, Ал.В. Козлов, А.В. Панфилов* (Филиал ОАО ЦНИИС «НИЦ «Тоннели и метрополитены»), *Ан.В. Козлов, В.Н. Строчкин, Е.В. Гордеева, В.М. Васькин, А.А. Широких*, (ОАО

ЦНИИС «НИЦ «Строительные материалы и изделия»), *И.А. Бегун* (ОАО ЦНИИС ИЦ «ЦНИИС-ТЕСТ»), *В.Ф. Степанова, А.В. Бучкин, А.Ю. Степанов* (ОАО «НИЦ «Строительство»).

СТАНДАРТ НАЦИОНАЛЬНОГО ОБЪЕДИНЕНИЯ СТРОИТЕЛЕЙ

---

**ПРИМЕНЕНИЕ В СТРОИТЕЛЬНЫХ БЕТОННЫХ И ГЕОТЕХНИЧЕСКИХ  
КОНСТРУКЦИЯХ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКОЙ КОМПОЗИТНОЙ АРМАТУРЫ**

Application in building concrete and geotechnical designs of nonmetallic composite  
armature

---

**1 Область применения**

1.1 Настоящий стандарт распространяется на неметаллическую композитную арматуру (далее - АНК) периодического профиля сплошного и трубчатого поперечного сечения из стеклянных или базальтовых волокнистых материалов.

1.2 Стандарт устанавливает требования к производству и основным характеристикам АНК, правила применения АНК в бетонных, каменных и геотехнических конструкциях при строительстве жилых и общественных зданий, транспортных сооружений.

Примечание – Применение АНК в строительстве для железобетонных конструкций зданий и сооружений допускается СП 63.13330.

1.3 Стандарт предназначен для использования при проектировании и сооружении сборных и монолитных бетонных, а также геотехнических конструкций с применением АНК, которое в каждом конкретном случае должно быть технически и экономически обосновано с учетом заявленных производителем предельного значения температуры эксплуатации и долговечности.

1.4 АНК, при наличии соответствующего технико-экономического обоснования, может применяться в конструкциях, предназначенных для эксплуатации как в обычных (неагрессивных) условиях, так и в условиях воздействия агрессивных сред, вызывающих коррозию стальной арматуры (хлориды, кислые среды, агрессивные газы повышенной концентрации и т.п.) в соответствии с СП 28.13330, ГОСТ 31384 и МГСН 2.08-01[2]. Применение АНК для армирова-

ния предварительно напряженных железобетонных конструкций эксплуатируемых в агрессивных средах является предпочтительным.

Примечание – АНК в соответствии с СП 28.13330 относится к III-й группе по степени опасности коррозионного повреждения (наименее опасная).

1.5 В транспортном строительстве допускается применение АНК в конструкциях подвергающихся интенсивному воздействию противогололедных реагентов по МГСН 2.09-03 [3].

1.6 Допускается применение АНК в бетонных конструкциях зданий и сооружений различного назначения, эксплуатирующихся при систематических воздействиях температур окружающей среды не ниже минус 60 ° С и не выше предельного значения температуры эксплуатации указанного производителем.

1.7 В связи с тем, что АНК является неэлектропроводной (диэлектрик) и теплопроводной, ее применение допускается для несущих электроизолирующих конструкций.

1.8 До проведения специальных исследований и получения дополнительного опыта, применение АНК следует ограничивать зданиями и сооружениями, возводимыми в районах с сейсмичностью не более 6-ти баллов по СП 14.13330.

1.9 При применении данного стандарта на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».

1.10 Разделы 5 - 7 являются рекомендуемыми.

## **2 Нормативные ссылки**

В настоящем стандарте используются нормативные ссылки на следующие стандарты и своды правил:

ГОСТ 8.736-2011 Государственная система обеспечения единства измерений. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения

ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования

ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны

ГОСТ 12.1.007-76 Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности

ГОСТ 12.1.045-84 Система стандартов безопасности труда. Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля

ГОСТ 12.2.003-91 Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности

ГОСТ 12.4.011-89 Система стандартов безопасности труда. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация

ГОСТ 12.4.021-75 Система стандартов безопасности труда. Системы вентиляционные. Общие требования

ГОСТ 12.4.034-2001 Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты органов дыхания. Классификация и маркировка

ГОСТ 12.4.068-79 Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты дерматологические. Классификация и общие требования

ГОСТ 12.4.103-83 Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная защитная, средства индивидуальной защиты ног и рук. Классификация

ГОСТ 12.4.230.1-2007 Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты глаз. Общие технические требования

ГОСТ 17.2.3.02-78 Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями

ГОСТ 21924.0-84 Плиты железобетонные для покрытий городских дорог. Технические условия

ГОСТ 166-89 Штангенциркули. Технические условия

ГОСТ 427-75 Линейки измерительные металлические. Технические условия

ГОСТ 948-84 Перемычки железобетонные для зданий с кирпичными стенами. Технические условия

ГОСТ 3282-74 Проволока стальная низкоуглеродистая общего назначения. Технические условия

ГОСТ 3560-73 Лента стальная упаковочная. Технические условия

ГОСТ 5781-82 Сталь горячекатаная для армирования железобетонных конструкций. Технические условия

ГОСТ 6507-90 Микрометры. Технические условия

ГОСТ 6727-80 Проволока из низкоуглеродистой холоднотянутая стали для армирования железобетонных конструкций. Технические условия

ГОСТ 7076-99 Материалы и изделия строительные. Метод определения теплопроводности и термического сопротивления при стационарном тепловом режиме

ГОСТ 7348-81 Проволока из углеродистой стали для армирования предварительно напряженных железобетонных конструкций. Технические условия

ГОСТ 7473-2010 Межгосударственный стандарт. Смеси бетонные. Технические условия

ГОСТ 7502-98 Рулетки измерительные металлические. Технические условия

ГОСТ 7566-94Metalлопродукция. Приемка, маркировка, упаковка, транспортирование и хранение

ГОСТ 9128-2009 Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Технические условия

ГОСТ 9550-81 Пластмассы. Методы определения модуля упругости при растяжении, сжатии и изгибе

ГОСТ 10178-85 Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия

ГОСТ 10587-84 Смолы эпоксидно-диановые неотвержденные. Технические условия

ГОСТ 10884-94 Сталь арматурная термомеханически упрочненная для железобетонных конструкций. Технические условия

ГОСТ 10922-90 Арматурные и закладные изделия сварные, соединения сварные арматуры и закладных изделий железобетонных конструкций. Общие технические условия

ГОСТ 11262-80 Пластмассы. Метод испытания на растяжение

ГОСТ 12004-81 Сталь арматурная. Методы испытания на растяжение

ГОСТ 12423-66 Пластмассы. Условия кондиционирования и испытания образцов (проб)

ГОСТ 13840-68 Канаты стальные арматурные 1х7. Технические условия

ГОСТ 14359-69 Пластмассы. Методы механических испытаний. Общие требования

ГОСТ 15139-69 Пластмассы. Методы определения плотности (объемной массы)

ГОСТ 15150-69 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды

ГОСТ 15588-86 Плиты пенополистирольные. Технические условия

ГОСТ 16504–81 Система государственных испытаний продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения

ГОСТ 17139-2000 Стекловолокно. Ровинги. Технические условия

ГОСТ 17308-88 Шпагаты. Технические условия

ГОСТ 18599-2001 Трубы напорные из полиэтилена. Технические условия

ГОСТ 22266-94 Цементы сульфатостойкие. Технические условия

ГОСТ 22950-95 Плиты минераловатные повышенной жесткости на синтетическом связующем. Технические условия

ГОСТ 23279-85 Сетки арматурные сварные для железобетонных конструкций и изделий. Общие технические условия

ГОСТ 24211-2008 Добавки для бетонов и строительных растворов. Общие технические условия

ГОСТ 24297-87 Входной контроль продукции. Основные положения

ГОСТ 25100-2011 Грунты. Классификация

ГОСТ 25192-82 Бетоны. Классификация и общие технические требования

ГОСТ 25820-2000 Бетоны легкие. Технические условия

ГОСТ 26633-91 Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия

ГОСТ 27006-86 Бетоны. Правила подбора состава

ГОСТ 28840-90 Машины для испытания материалов на растяжение, сжатие и изгиб. Общие технические требования

ГОСТ 30108-94 Материалы и изделия строительные. Определение удельной эффективной активности естественных радионуклидов

ГОСТ 30244-94 Материалы строительные. Методы испытаний на горючесть

ГОСТ 31384-2008 Защита бетонных и железобетонных конструкций от коррозии. Общие технические требования

ГОСТ 54257-2010 Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения и требования

СП 14.13330.2011 «СНиП II-7-81\*. Строительство в сейсмических районах»

СП 15.13330.2012 «СНиП II-22-81\*. Каменные и армокаменные конструкции»

СП 16.13330.2011 «СНиП II-23-81\*. Стальные конструкции»

СП 20.13330.2011 «СНиП 2.01.07-85\*. Нагрузки и воздействия»

СП 22.13330.2011 «СНиП 2.02.01-83\*. Основания зданий и сооружений»

СП 24.13330.2011 «СНиП 2.02.03-85. Свайные фундаменты»

СП 28.13330.2010 «СНиП 2.03.11-85. Защита строительных конструкций от коррозии»

СП 43.13330.2012 «СНиП 2.09.03-85. Сооружения промышленных предприятий»

СП 45.13330.2010 «СНиП 3.02.01-87. Земляные сооружения, основания и фундаменты»

СП 49.13330.2010 «СНиП 12-03-2001 Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования»

СП 63.13330.2012 «СНиП 52-01-2003 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения»

СП 70.13330.2011 «СНиП 3.03.01-87. Несущие и ограждающие конструкции»

СП 118.13330.2012 «СНиП 31-06-2009. Общественные здания и сооружения»

СНиП 12-04-2002 Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство

СНиП 21-01-97 Пожарная безопасность зданий и сооружений

Примечание - При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов и сводов правил в информационной системе общего пользования – на официальных сайтах национального органа Российской Федерации по стандартизации и НОСТРОЙ в сети Интернет или по ежегодно издаваемым информационным указателям, опубликованным по состоянию на 1 января текущего года. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться новым (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

### **3 Термины и определения**

В настоящем стандарте применены термины в соответствии с Градостроительным кодексом [1], а также следующие термины с соответствующими определениями:

**3.1 арматура неметаллическая композитная (АНК):** Композиционный материал, сформированный в процессе производства структурированный стержень и состоящий из продольных однонаправленных волокон, связанных затвердевшим полимерным материалом.

**3.2 арматура неметаллическая композитная периодического профиля:** Неметаллическая композитная арматура с равномерно-расположенными на поверхности под углом к продольной оси поперечными выступами, образованными

навивкой или рифлением и предназначенными для улучшения сцепления с бетоном (раствором, грунтом).

**3.3 армогрунт:** Насыпь, создаваемая отсыпкой послойно уплотняемых слоев грунта с укладкой между ними арматуры, сеток, геотекстильных полотнищ, воспринимающих растягивающие напряжения от давления вышележащих слоев грунта и внешних нагрузок.

**3.4 буроинъекционный нагель:** Горизонтальная или наклонная буроинъекционная анкерная микросвая с тягой из арматуры, закрепляемой в скважине путем инъекции цементного раствора.

**3.5 буроинъекционная микросвая:** Разновидность буровых набивных свай, отличающаяся малым диаметром (от 40 до 170 мм) и способом устройства путем инъекции в скважину цементного раствора в один или несколько этапов.

**3.6 высота поперечных выступов,  $h$ , мм:** Расстояние от наивысшей точки поперечного выступа до окружности номинального диаметра стержня периодического профиля.

**3.7 габион:** Заполняемая каменным или другим дренирующим материалом объемная конструкция из арматурной сетки, стержневой арматуры.

*Примечание* - Габион используется для укрепления склонов и откосов, а также в качестве подпорной стены.

**3.8 геотекстиль:** Нетканое или тканое полотно из синтетических материалов, используемое в геотехнических конструкциях.

**3.9 геотехническая конструкция:** Строительная конструкция, возводимая с использованием грунта\* или обеспечивающая совместную работу с грунтовым основанием\*\*.

**3.10 георешетка:** Объемная конструкция из полимерных (синтетических) лент или пластин и неметаллической композитной арматуры (крепеж).

*Примечание* – В рабочем состоянии георешетка заполняется гравием (щебнем), щебёночно-песчаной смесью, бетонной смесью, песком, растительным грунтом (при использова-

---

\* плотины, дамбы, насыпи и пр.

\*\* фундаменты, свайные основания, тоннели, подпорные стены, анкеры, подземные сооружения и пр.

нии на откосах). Применяется для укрепления слабых оснований, крутых склонов, а также в качестве защиты от эрозии и вымывания грунта.

**3.11 геосетка:** Сетчатая структура из полимерных (синтетических) нитей, неметаллической композитной арматуры.

**Примечание** - Используется в геотехнических конструкциях для армирования грунта, укрепления и стабилизации откосов, а также в дорожном строительстве для усиления асфальтобетонного покрытия.

**3.12 геотуба:** Объемная закрытая цилиндрическая или многогранная конструкция из геотекстиля и геосеток.

**Примечание** - Геотуба используется при строительстве гидротехнических сооружений и для защиты берегов, заполнение производится местным сыпучим грунтом путем гидравлического нагнетания или механическим способом.

**3.13 грунтовый нагель:** Горизонтальный или наклонный армирующий элемент из арматурных стержней, закрепляемый в грунте по мере разработки котлована (откоса).

**3.14 земляное полотно железных и автомобильных дорог:** Комплекс земляных сооружений в виде насыпей, выемок, водоотводов, сооружений инженерной защиты земляного полотна от природных геофизических процессов и специальных конструктивно-технологических мероприятий по повышению устойчивости основания земляного полотна.

**3.15 класс прочности стальной арматуры:** Установленное гарантированное значение физического или условного предела текучести стали.

**3.16 коэффициент теплопроводности:** Физический параметр, характеризующий способность материала проводить теплоту и численно равный количеству теплоты, проходящему в единицу времени через единицу изотермической поверхности.

**Примечание** - Единица измерения Вт/м·К.

**3.17 нагельное крепление:** Геотехническая конструкция, предназначенная для обеспечения устойчивости вертикальных стенок и крутонаклонных откосов строительных котлованов и выемок путем укрепления в процессе разработки при-

легающего грунтового массива системой стержневых армирующих элементов или буроинъекционных микросвай.

**3.18 номинальный диаметр арматурного стержня периодического профиля (номер профиля),  $d$  мм:** Диаметр равновеликого по площади поперечного сечения круглого гладкого стержня с учетом допускаемых отклонений.

*Примечание* - Указывается в обозначении стержня и используется в расчетах конструкций.

**3.19 модуль упругости при растяжении,  $E$ , МПа:** Отношение приращения напряжения к соответствующему приращению упругой деформации на начальном этапе нагружения стержня, указываемое в обозначении арматурного стержня и используемое в расчетах конструкций.

**3.20 основные материалы:** Материалы, из которых сформирован стержень и поверхностный рельефообразующий слой.

**3.21 погружной нагель:** Армирующий элемент из арматурных стержней, устанавливаемый непосредственно в целик грунта путем забивки, задавливания, завинчивания.

**3.22 предельная температура эксплуатации,  $T_z$ , °С:** Температура, при превышении которой возможно снижение механических характеристик композитной арматуры.

**3.23 предельное напряжение сцепления стержня с бетоном,  $\tau_r$ , МПа:** Максимальное сдвиговое напряжение, которое допускается прикладывать к поверхностному слою стержня, длительно контактирующему с бетоном или строительным раствором.

**3.24 предел прочности при растяжении,  $\sigma_b$ , МПа:** Значение напряжения в стержне, соответствующее наибольшей нагрузке перед разрывом.

*Примечание* - Указывается в обозначении арматурного стержня и используется в расчетах конструкций.

**3.25 ровинг:** Жгут из нитей непрерывного стеклянного, базальтового или другого волокна.

*Примечание* – Ровинг поставляется в бобинах, различается плотностью (количество нитей волокна в жгуте), имеет обозначение «tex»: вес 1 км ровинга в граммах.

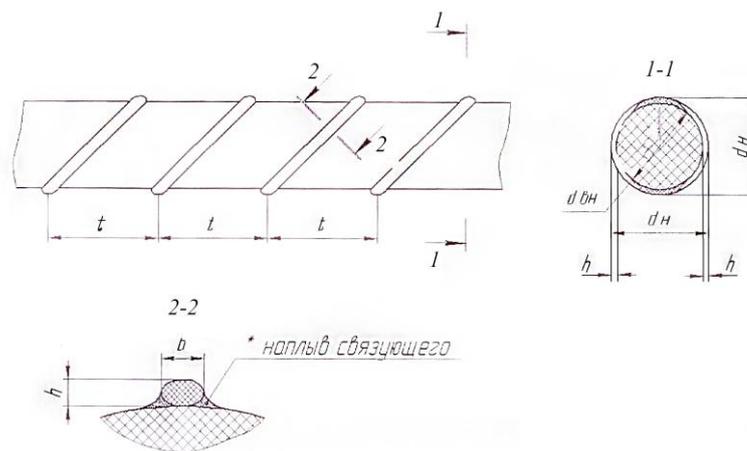
3.26 **стена в грунте:** Подземная стена, сооружаемая разработкой глубоких узких траншей под тиксотропным глинистым (или иным) раствором, с последующим заполнением монолитным армированным бетоном или сборными элементами.

3.27 **фундамент:** Геотехническая строительная конструкция, воспринимающая нагрузки от здания или сооружения и передающая их на естественное или искусственное основание.

3.28 **шаг поперечных выступов,  $t$ , мм:** Расстояние между центрами двух последовательных поперечных выступов, измеренное параллельно продольной оси стержня.

## 4 Общие положения

4.1 Для армирования бетонных конструкций и в геотехнических сооружениях следует применять, как правило, АНК с рельефной боковой поверхностью периодического профиля, с высотой поперечных выступов не менее 0,5 мм. Типовой профиль приведен на рисунке 4.1.



$d_n$  – наружный диаметр;  $d_{вн}$  – внутренний диаметр;  $t$  – шаг поперечных выступов;  
 $h$  – высота поперечных выступов

Рисунок 4.1 – Типовое сечение АНК с рельефной боковой поверхностью периодического профиля

**Примечание** - Наружная боковая поверхность стержней, выпускаемых разными производителями, может быть гладкой или рельефной, в том числе периодического профиля, с анкерными уширениями, обсыпкой абразивным материалом (как правило, песком). Характеристики рельефности производитель указывает в технической документации на конкретные, выпускаемые им марки стержней и в рекомендациях по применению стержней.

4.2 Расчет и конструирование бетонных, каменных и армокаменных конструкций с применением АНК следует проводить в соответствии с СП 63.13330, СП 15.13330, с учетом рекомендаций [4], раздела 6 и характеристик по 5.5, отражающих специфические свойства данного вида арматуры и особенности ее работы в бетоне.

4.3 В бетонных и геотехнических конструкциях АНК может применяться в виде отдельных стержней, плоских сеток или объемных каркасов (см. рисунки 4.2, 4.3).



Рисунок 4.2 – Сетка из АНК\*



Рисунок 4.3 – Объемный каркас из АНК\*

\* По информационным материалам [5]

4.4 В наружных стеновых панелях АНК следует применять преимущественно в виде сеток. В случае невозможности получения готовых сеток они изготавливаются на месте применения.

4.5 Сетки следует формировать с перевязкой мест пересечения стержней, последующей пропиткой эпоксидной смолой по ГОСТ 10587 и отверждением. Допускается крепление стержней сетки отожженной стальной низкоуглеродной проволокой по ГОСТ 3282 как показано на рисунке 4.2.

4.6 Толщину защитного бетонного слоя конструкции следует назначать из условия совместной работы АНК и бетона, а также требований огнестойкости и пожарной безопасности в соответствии с 6.4.9 – 6.4.12.

4.7 Продольное соединение стержней АНК может осуществляться встык при помощи полимерных или стальных муфт, обеспечивающих равнопрочное соединение, а также внахлестку. Соединение арматуры внахлестку, должно быть осуществлено на длину, обеспечивающую передачу расчетных усилий от одного стержня другому.

4.8 В бетонных и геотехнических конструкциях, при соответствующем обосновании, вместе с АНК допускается установка напряженной и ненапряженной стальной арматуры по ГОСТ 5781, ГОСТ 10884, ГОСТ 13840, стальных арматурных и закладных изделий по ГОСТ 10922.

4.9 В конструкциях с АНК, предназначенных для эксплуатации в условиях воздействий агрессивных сред, следует использовать стальные арматурные и закладные изделия из нержавеющей сталей, либо с защитными покрытиями в соответствии с требованиями СП 28.13330.

4.10 АНК может применяться в конструкциях из тяжелого, мелкозернистого, легкого, ячеистого, поризованного и напрягающего бетонов соответствующих ГОСТ 26633, ГОСТ 25820, ГОСТ 7473, ГОСТ 9128. Для бетонных конструкций с АНК рекомендуется применять класс бетона по прочности на сжатие не ниже В15 по СП 24.13330.

4.11 В конструкциях с АНК марки бетона по морозостойкости следует назначать в зависимости от требований, предъявляемых к конструкциям, режима их эксплуатации и условий окружающей среды в соответствии с СП 63.13330.

4.12 В соответствии с ГОСТ 31384 и СП 28.13330 к конструкциям, армированным АНК, не предъявляются требования по ширине раскрытия трещин. Предельно допустимую ширину раскрытия трещин следует устанавливать в соответствии с СП 63.13330, исходя из конструктивных требований, эксплуатационной пригодности, эстетических соображений, наличия требований к проницаемости конструкций, а также в зависимости от длительности действия нагрузки. Для массивных гидротехнических сооружений предельно допустимое значение ширины раскрытия трещин не должно превышать 0,5 мм.

4.13 Предельные прогибы и перемещения бетонных конструкций с армированием АНК, регламентируются общими требованиями согласно СП 20.13330, исходя из конструктивных, технологических, физиологических и эстетико-психологических факторов.

4.14 Расчеты и конструирование фундаментов, тоннелей, мостов, подпорных стен, других геотехнических сооружений и конструкций с применением АНК следует производить в соответствии с требованиями нормативных документов для конкретного типа конструкций и данных разделов 4 ÷ 8.

## **5 Технические требования к неметаллической композитной арматуре**

### **5.1 Требования к материалам**

5.1.1 Для изготовления стержней следует использовать следующие основные материалы:

- ровинги или нити из термостойких (с температурой начала размягчения не менее 120° С) волокнистых материалов (стекла, базальта и др.) соответствующих

ГОСТ 17139, утвержденным стандартам и техническим условиям, например, ТУ 5952-001-13308094-2004 [6];

- связующее на основе полимерных смол (эпоксидной, эпоксифенольной, полиэфирной и др.) или термопластичных полимеров, соответствующих ГОСТ 10587, утвержденным стандартам и техническим условиям, например, ТУ 2225-032-00203306-97 [7];

- наполнители и добавки к полимерному связующему для регулирования свойств и формирования рельефа боковой поверхности стержня, соответствующие утвержденным стандартам и техническим условиям.

*Примечание* - Условные обозначения армирующих и связывающих материалов указывает изготовитель в нормативной документации на выпускаемые им стержни и в рекомендациях по их применению.

5.1.2 Конкретные виды и марки материалов, из которых должны изготавливаться стержни, указываются в технической и технологической документации изготовителя.

5.1.3 Все основные материалы, используемые для изготовления стержней должны иметь сертификаты соответствия их свойств соответствующим стандартам и техническим условиям и поступать от предприятий, продукция которых прошла проверку при периодических испытаниях. Список этих предприятий должен быть указан в нормативной документации производителя.

5.1.4 Основные материалы перед запуском в производство стержней должны пройти входной контроль по ГОСТ 24297.

## **5.2 Требования к производству**

5.2.1 АНК следует изготавливать по утвержденному в установленном порядке технологическому регламенту методами протяжки стержней с формированием поверхности периодического профиля, обеспечивающими производство арматуры в соответствии с требованиями 5.4, 5.5, 5.6 и технической документации производителя на выпускаемые АНК.

5.2.2 АНК должны изготавливаться в виде отрезков длиной от 0,5 до 12 м (шаг длины отрезка 0,5 м). По согласованию с потребителем на объекте могут

выпускаться стержни любой длины.

5.2.3 Для АНК малого диаметра от 3 до 10 мм транспортировка и поставка, как правило, производится в мотках или барабанах, с минимальным допустимым значением диаметра по 5.6.1.3.

5.2.4 Предельные отклонения по длине мерных стержней должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Допуски на длину стержней

Длина стержней, м	Предельные отклонения по длине, мм
До 6, включительно	+ 25
Свыше 6 до 12, включительно	+ 35
Свыше 12	+ 50

5.2.5 АНК может иметь различные геометрические и физико-механические характеристики, показатели поверхностного периодического профиля, обеспечивающего требуемую прочность сцепления стержня с бетоном.

Примечание - Примеры параметров и характеристик выпускаемых типов АНК приведены в приложении Б.

### 5.3 Требования к технической документации

5.3.1 Производитель должен указать в технической документации на конкретные, выпускаемые им марки АНК, геометрические характеристики и характеристики периодического профиля стержня с учетом допускаемых отклонений.

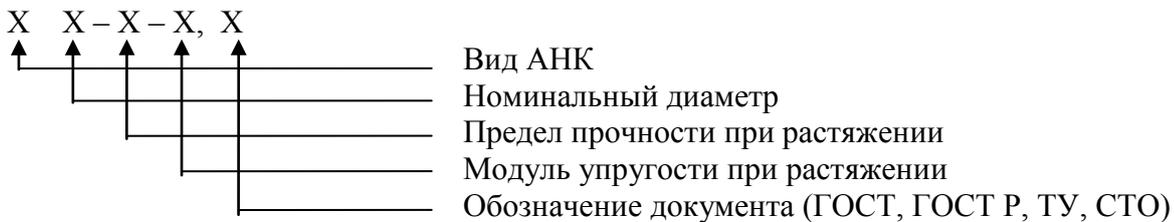
5.3.2 В условном обозначении АНК, используемом в производственной документации и при заказе, указывают сведения, характеризующие её основные потребительские свойства, включая:

- номинальный диаметр  $d$ , мм;
- значение предела прочности при растяжении  $\sigma_b$ , МПа;
- значение модуля упругости при растяжении  $E$ , МПа;

При заказе после обозначения АНК указывают длину стержней (в метрах), требуемую при поставке.

Примечание - По согласованию с потребителем (при заказе) могут быть обеспечены значения характеристик стержней, отличающиеся от указанных в ТУ.

5.3.3 Условное обозначение АНК должно иметь следующую структуру:



Пример условного обозначения (АНК-С 12–1000–50000, ГОСТ (ТУ) ..., длина 14 м):

Условное обозначение в документации и при заказе АНК, изготовленной из стеклопластика, номинальным диаметром 12 мм, с пределом прочности при растяжении 1000 МПа, модулем упругости при растяжении 50 000 МПа, длиной 14 м.

5.3.4 Производитель в рекомендациях по применению выпускаемых им стержней должен привести информацию по дополнительным эксплуатационным показателям, включая: выносливость, пластичность, влагостойкость, релаксационную стойкость, хладостойкость, стойкость при высоких температурах, относительное удлинение при разрыве, прочностные и деформационные характеристики при сжатии и другие, согласованные с потребителем, показатели (информация должна быть представлена в виде гарантируемых значений показателей или коэффициентов условий работы с указанием использованных методов испытаний).

5.3.5 Вид климатического исполнения АНК должен соответствовать УХЛ2 по ГОСТ 15150.

#### **5.4 Требования к внешнему виду применяемой неметаллической композитной арматуры**

5.4.1 Боковая поверхность стержней должна быть рельефной, периодического профиля или с анкерными уширениями.

5.4.2 Идентификационные признаки АНК, характеризующие торговую марку, требования к рельефу и цвету поверхности, должны быть указаны в нормативной документации изготовителя.

5.4.3 На поверхности АНК не допускаются вмятины от механического воздействия с повреждением волокон.

5.4.4 На поверхности АНК допускаются матовые пятна от зачистки наплывов связующего, а также наличие полос, цвет которых отличается от основного цвета арматуры.

5.4.5 Требования к внешнему виду и диаметру стержня, при необходимости (по соглашению с потребителем), должны быть указаны в нормативной документации изготовителя.

### 5.5 Требования к основным характеристикам и контролю качества

5.5.1 В строительных бетонных и геотехнических конструкциях следует применять АНК с геометрическими и физико-механическими характеристиками, выбираемыми из типоразмерного ряда значений, приведенных в соответствующих технических документах производителя.

Примечание - В качестве примера в приложении Б даны характеристики некоторых типов АНК, выпускаемых по соответствующим Техническим условиям разными производителями.

5.5.2 Значение номинального диаметра АНК должно быть не менее значения диаметра, указанного производителем в сопроводительной документации на отгруженную им потребителю продукцию.

5.5.3 Основные физико-механические характеристики различных видов АНК должны соответствовать требованиям, приведенным в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Физико-механические характеристики

Характеристики	Единица измерения	АНК-С	АНК-Б
Предел прочности при растяжении, ( $\sigma_{\text{с}}$ ) не менее	МПа	800	900
Модуль упругости при растяжении, ( $E$ ) не менее	МПа	50000	50000
Предел прочности при сжатии ( $\sigma_{\text{сж}}$ ) не менее	МПа	500	600
Предел прочности при изгибе ( $\sigma_{\text{из}}$ ) не менее	МПа	1000	1200
Предел прочности при поперечном срезе ( $\sigma_{\text{ш}}$ ) не менее	МПа	180	190
Предельное напряжение сцепления ( $\tau_r$ ) с бетоном В25, не менее	МПа	12	
Средний коэффициент теплопроводности не более	Вт/(м·К)	0,5	
Устойчивость к щелочной среде: -изменение предельного напряжения сцепления при выдергивании из бетона ( $\Delta \tau_r$ )	%	-15	
Предельная температура эксплуатации ( $T_{\text{э}}$ ) не менее	$^{\circ}\text{C}$	60	
Примечание – Для АНК трубчатого поперечного сечения, по согласованию с потребителем, допускается снижение предела прочности и модуля упругости при растяжении до значений не менее: для АНК-С - $\sigma_{\text{с}}=600$ МПа и $E=45000$ МПа; для АНК-Б - $\sigma_{\text{с}}=800$ МПа.			

5.5.4 Производитель должен привести справочные сведения о следующих характеристиках АНК:

- масса 1 м профиля, г;
- плотность, т/м<sup>3</sup>.

#### 5.5.5 Производитель обязан:

- гарантировать соответствие характеристик выпускаемой АНК технической документации на ее изготовление с вероятностью не ниже 95 %.
- ежегодно подтверждать соответствие характеристик выпускаемой АНК по результатам анализа статистической обработки данных испытаний, полученных за весь период изготовления данной продукции.

5.5.6 Проверку качества проводит предприятие-изготовитель. Качество АНК (соответствие характеристик требованиям 5.4, 5.5 и технической документации производителя) должно быть удостоверено службой технического контроля предприятия-изготовителя.

**Примечание** - Результаты испытаний по определению характеристик АНК, проводящихся в составе приемочного контроля, отражаются в паспорте на партию арматуры. Рекомендуемые объемы отбора образцов и методики проведения испытаний приведены в приложении В.

### **5.6 Упаковка и маркировка**

5.6.1 Правила упаковки приведены в 5.6.1.1 – 5.6.1.6.

5.6.1.1 Упаковка должна обеспечивать целостность АНК при погрузочно-разгрузочных операциях, транспортировании и хранении, вплоть до применения.

5.6.1.2 Стержни АНК мерной длины, в составе одной партии, упаковывают в связки, которые должны быть плотно уложены и прочно обвязаны в поперечном направлении через каждые 1,0 ÷ 1,5 м, при этом расстояние крайних мест перевязки от торцов должно составлять от 10 до 20 см.

5.6.1.3 По согласованию с потребителем допускается упаковка гибкой АНК в мотки или барабаны. Минимальный диаметр мотка или барабана ( $d_0$ , мм), на который наматывают гибкий стержень и который должен обеспечить сохранность АНК во всех условиях транспортирования и хранения, рассчитывается по формуле:

$$d_{\sigma} \geq 2d \frac{E}{\sigma_{\sigma}} \quad (5.1)$$

5.6.1.4 Мотки должны быть обвязаны двумя диаметрально расположенными обвязками, а связки мотков прочно скреплены двумя - тремя обвязками.

5.6.1.5 Обвязку осуществляют шпагатами по ГОСТ 17308 или лентами по ГОСТ 3560.

Масса связки, мотка или барабана, а также масса неупакованных стержней АНК не должна превышать:

- при ручной погрузке и разгрузке - 80 кг;
- при механизированной погрузке и разгрузке регламентируется видом и техническими характеристиками подъемных механизмов на предприятиях-производителях и у потребителей.

5.6.1.6 Ручную разгрузку оговаривают в заказе. Количество поставляемой АНК определяют по массе в соответствии с технической документацией изготовителя.

5.6.2 Правила маркировки приведены в 5.6.2.1 – 5.6.2.3.

5.6.2.1 Маркировку АНК указывают в упаковочном листе, в котором должна содержаться следующая информация:

- наименование предприятия;
- обозначение настоящего стандарта или обозначение технических условий, по которым изготовлена АНК;

- вид АНК;
- номера партий, входящих в поставку;
- общая длина стержней в партиях;
- количество упаковок;
- количество стержней в упаковке;
- дата изготовления партии;
- фамилии упаковщика и контролера ОТК;
- штамп ОТК.

5.6.2.2 К каждой упаковке (мотку, барабану) должны быть прикреплены два

упаковочных листа.

5.6.2.3 Способ и место крепления упаковочного листа должен быть указан в технической документации производителя АНК.

## **5.7 Порядок транспортирования и хранения**

5.7.1 АНК допускается транспортировать любым видом транспорта в соответствии с правилами перевозки грузов, действующими на данном виде транспорта, соблюдая условия, исключающие возможность повреждения АНК в процессе транспортирования.

5.7.2 АНК транспортируют в горизонтальном положении.

5.7.3 Потребитель должен согласовать с производителем АНК дату, время и периодичность поставки, а в случае необходимости информировать производителя о способе транспортирования АНК в пределах стройплощадки и об ограничениях, предъявляемых к транспортным средствам, например, к их типу, размерам, массе, габаритам и др.

5.7.4 АНК следует хранить в неотапливаемых складских помещениях или в отапливаемых складах не ближе одного метра от отопительных приборов на высоте не менее 100 мм от пола в условиях, исключающих вероятность механических повреждений и затопления.

5.7.5 АНК следует хранить в горизонтальном положении на стеллажах.

5.7.6 При хранении следует соблюдать меры, исключающие воздействие ультрафиолетового облучения.

5.7.7 Упаковки со стержнями при транспортировании и хранении, а также при погрузочно-разгрузочных операциях следует оберегать от ударов и повреждений.

## **5.8 Правила поставки и приемки потребителем**

5.8.1 Производитель (поставщик) осуществляет поставку АНК потребителю на основании и в соответствии с договором на поставку, в котором должны быть указаны все необходимые параметры по количеству и качеству АНК, а также по срокам и средствам доставки.

5.8.2 При поставке производитель (поставщик) должен предоставить

потребителю в напечатанном и заверенном виде следующую сопроводительную документацию:

- для каждой партии АНК – паспорт по форме приложения Г;
- для каждой отгрузки АНК – упаковочные листы (см. 5.6.2.1) и товарную накладную.

5.8.3 В партию должны входить изделия одного типоразмера, изготовленные из сырьевых материалов одной марки, по одним техническим документам и на одной технологической линии в непрерывном производственном процессе.

Дополнительно производитель должен предоставить потребителю информацию, указанную в договоре поставки.

5.8.4 Приемку стержней потребителем следует производить партиями по ГОСТ 7566. При приемке АНК потребитель вправе потребовать от производителя (поставщика) информацию о качестве используемых основных материалов, а также результаты приемо-сдаточных и периодических испытаний АНК по всем нормированным показателям (см. 4.1).

5.8.5 Потребитель вправе провести выборочный входной контроль качества поставленной АНК в соответствии с методами испытаний приведенными в приложении В. Количество образцов, отбираемых от партии АНК для проведения каждого вида испытаний (предел прочности при растяжении  $\sigma_s$ ; модуль упругости при растяжении  $E$ ; предельное напряжение сцепления с бетоном  $\tau_r$ ), должно быть не менее 6-ти штук. При получении неудовлетворительных результатов испытаний по любому из показателей потребитель вправе требовать замены партии арматуры.

## **6 Конструктивно-технологические решения по применению неметаллической композитной арматуры в бетонных конструкциях**

### **6.1 Условия и объекты применения**

6.1.1 Возможность применения АНК в конкретных типах бетонных несущих конструкциях должна определяться по результатам опытно-конструкторских работ, соответствующих натурных испытаний и мониторинга в процессе эксплуатации.

6.1.2 Следует предусматривать максимальное использование прочностных и физико-механических свойств армирующего материала, выбираемого на основе сравнения технико-экономических показателей возможных вариантов.

6.1.3 Наиболее рациональной и целесообразной областью применения АНК являются конструкции, предназначенные для работы в агрессивных средах.

6.1.4 АНК-С целесообразно применять в бетонных конструкциях с нейтральной и слабокислой средой, как наименее агрессивной по отношению к этой арматуре.

6.1.5 АНК в составе бетонных конструкций может быть использована без дорогостоящих и трудоёмких мероприятий по антикоррозионной защите.

6.1.6 Классификация бетонных конструкций (по объектам и видам конструктивных решений), в которых возможно применение АНК приведено на рисунке 6.1.

Примечание - Примеры конструктивно-технологических решений по применению АНК в бетонных конструкциях приведены в приложении Д.

### **6.2 Сборные бетонные конструкции**

6.2.1 При соответствующем расчетном и экспериментальном обосновании (в т.ч. обеспечении сцепления с бетоном) в типовых проектных решениях сборных бетонных конструкций массового применения допускается замена стальной арматуры на равнопрочную АНК меньшего диаметра. Монтажные петли сборных



Рисунок 6.1 – Классификация бетонных конструкций с возможным применением АНК

элементов следует выполнять из стальной арматуры.

6.2.2 Для сборных бетонных конструкций рекомендуется применение АНК взамен следующих видов стальной арматуры:

- рабочая (продольная) горячекатаная арматурная сталь периодического профиля класса АIII (А400) по ГОСТ 5781;
- поперечная конструктивная и монтажная арматурная сталь класса А-I (А240), класса А-II (А300) по ГОСТ 5781;
- проволока класса Вр-I по ГОСТ 6727 диаметром 4,5 мм.

6.2.3 АНК следует использовать для армирования сборных конструкций типа дорожных плит, которые работают на упругом основании (на выносливость), воспринимая многократно повторяемые нагрузки, вызывающие изгиб и растягивающие напряжения в арматуре.

6.2.4 Конструкции дорожных плит с применением АНК рассчитываются на максимальный срок службы при отсутствии текущего ремонта и эксплуатационных затрат, в том числе, в агрессивных грунтовых средах.

6.2.5 Проектирование сборных бетонных плит для покрытий городских дорог с применением АНК следует вести с учетом требований ГОСТ 21924.0. Пример конструктивного решения дорожной плиты приведен в приложении Д.

6.2.6 АНК может применяться в слабоармированных ограждающих конструкциях из крупнопористого бетона (стеновые блоки) и легкого конструкционно-теплоизоляционного бетона на пористых заполнителях (стеновые панели ленточной разрезки).

6.2.7 Целесообразно использование АНК в бетонных перемычках в кирпичных стенах жилых и общественных зданий, в частности в перемычках по ГОСТ 948.

### **6.3 Бетон и смеси бетонные. Требования к бетонным смесям и конструкционному бетону**

6.3.1 При применении для армирования бетонных конструкций АНК специальных требований к составляющим компонентам бетонной смеси (цементу, заполнителям, добавкам) не требуется. Армирование АНК допускается применять в

бетонах как на портландцементе по ГОСТ 10178 и его разновидностях (сульфатостойком, гидрофобном и т.д.), так и на шлакопортландцементе по ГОСТ 10178, сульфатостойком шлакопортландцементе по ГОСТ 10178 и т.д.

6.3.2 Качество бетонных смесей и технология их приготовления должны обеспечивать получение бетонов конструкций, удовлетворяющих требованиям по нормируемым показателям качества в соответствии с ГОСТ 25192, ГОСТ 25820, ГОСТ 26633.

6.3.3 Состав бетона подбирают по ГОСТ 27006. При выборе материалов для подбора состава бетона следует производить радиационно-гигиеническую оценку этих материалов.

6.3.4 Требуемые значения водоцементного отношения, объёма вовлечённого воздуха и минимальный расход цемента в бетонных смесях для конструкций с армированием АНК устанавливаются для отдельных видов бетона в зависимости от условий работы конструкций в соответствии с ГОСТ 26633 и изменениями №2 к ГОСТ 26633.

*Примечание* – Допускается изготовление бетонов, армированных АНК, с расходом цемента менее значений, указанных в таблице 3 ГОСТ 26633, но не ниже минимального по СП 28.13330 расхода для конструкций, эксплуатирующихся в агрессивных средах.

6.3.5 Для повышения качества и экономичности бетонов в бетонную смесь следует вводить добавки, приведённые в Приложении 4 ГОСТ 26633, удовлетворяющие требованиям ГОСТ 24211.

*Примечание* - В бетонах с применением АНК, выбор добавок, улучшающих и регулирующих их свойства (пластифицирующих, воздухововлекающих, ускоряющих схватывание и твердение бетона, противоморозных и т.д.), не ограничивается. В то же время можно не применять добавки, повышающие защитные свойства бетона к арматуре (нитрит натрия, ингибитор – тетраборат натрия, катапин – ингибитор и т.д.).

6.3.6 Приготовление и транспортирование бетонных смесей производят в соответствии с требованиями ГОСТ 7473.

6.3.7 Бетоны для конструкций, сооружаемых с применением АНК, следует изготавливать в соответствии с утверждённой в установленном порядке проектной и технологической документацией для данного конкретного объекта.

Примечание – Показатели бетона в проектном возрасте характеризуют классами прочности на сжатие, осевое растяжение, растяжение при изгибе, марками по морозостойкости и водонепроницаемости, установленными ГОСТ 26633.

#### **6.4 Требования к производству арматурных и бетонных работ. Приемка и контроль арматурных работ**

6.4.1 Бетонные работы при использовании для армирования конструкций АНК следует производить в соответствии с СП 70.13330 и разделами 4, 5, 6, отражающими характерные свойства данного вида арматуры.

6.4.2 Бетонные смеси следует укладывать в бетонируемые конструкции горизонтальными слоями одинаковой толщины без разрывов, с последовательным направлением укладки в одну сторону во всех слоях (см. рисунок 7.2).



Рисунок 6.2 – Общий вид опалубочных форм с бетонной смесью на этапе изготовления дорожных плит с АНК-Б

6.4.3 При уплотнении бетонной смеси не допускается опирание вибраторов на АНК и закладные детали.

6.4.4 Высота свободного сбрасывания бетонной смеси в опалубку конструкций с применением АНК должна быть не более 0,5 м.

6.4.5 При производстве арматурных работ следует руководствоваться СП 70.13330.

6.4.6 В бетонных конструкциях армированных АНК изготовление плоских и пространственных арматурных изделий осуществляется, в основном, безсварочными соединениями с перевязкой мест пересечения стержней синтетической нитью с последующей пропиткой эпоксидной смолой и отверждением эпоксидной

смолы. Допускается также крепление стержней в крестообразных узлах отожжённой стальной низкоуглеродной проволокой по ГОСТ 3282 (см. рисунки 6.3 и 6.4) с использованием крючков или механизированным способом с помощью специальных автоматических пистолетов (см. рисунок 6.5).



Рисунок 6.3 – Общий вид арматурных каркасов (сеток), уложенных в опалубочную форму опытного образца дорожной плиты



Рисунок 6.4 – Фрагменты арматурных каркасов из базальтопластиковых стержней, уложенных в опалубочную форму дорожной плиты с контролем их геометрических параметров

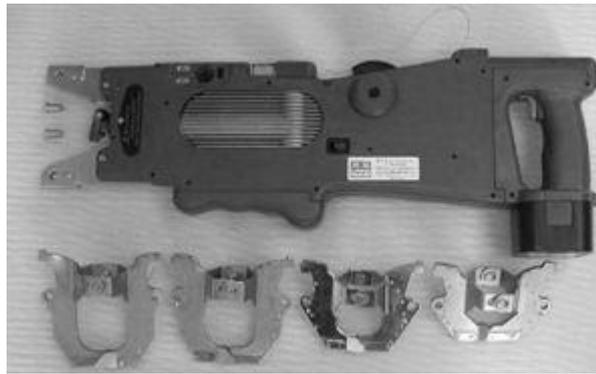


Рисунок 6.5 – Общий вид автоматического пистолета для вязки арматуры

6.4.7 При изготовлении арматурных изделий (каркасов и сеток) из АНК и их приёмке, фактические отклонения их линейных размеров не должны превышать допускаемых отклонений, указанных в проектной документации.

6.4.8 При отсутствии указаний в проектной документации для изделий из АНК, их предельные значения регламентируются общими требованиями как для стальной арматуры, согласно ГОСТ 10922 и СП 70.13330.

6.4.9 Толщину защитного слоя следует назначать из условия совместной работы АНК и бетона в соответствии с требованиями СП 63.13330, обеспечения анкеровки АНК в бетоне и возможности устройства стыков стержней из АНК, а также требований огнестойкости и пожарной безопасности для конкретного типа конструкций по СП 118.13330 и СНиП 21-01-97\*.

6.4.10 Толщина защитного слоя бетона должна приниматься не менее диаметра стержня из АНК и не менее 10 мм.

6.4.11 Толщина защитного слоя бетона при температуре нагрева от 100 °С до 200 °С должна быть увеличена на 5 мм и приниматься не менее 1,5 диаметра стержня из АНК. Толщина бетонного слоя до АНК с точки зрения коррозии не нормируется.

6.4.12 При бетонировании конструкций с применением АНК проектная толщина защитного слоя обеспечивается расположением опалубки или установкой фиксаторов из цементно-песчаного раствора, теплостойких и щёлочестойких полимерных материалов, например, из полиэтиленовых труб по ГОСТ 18599.

## 7 Конструктивно-технологические решения применения неметаллической композитной арматуры в ограждающих конструкциях в качестве гибких связей

7.1 Стержни мерной длины из АНК могут быть эффективно применены для устройства гибких связей (соединительных элементов) в составе многослойных ограждающих конструкций зданий и сооружений различного назначения. Гибкая связь из АНК должна обеспечить соединение несущей стены с наружным облицовочным и внутренним теплоизоляционным слоями ограждающей конструкции.

Примечание – Применение гибких связей из АНК, вследствие низкого коэффициента теплопроводности стеклопластика и базальтопластика (как правило, в 100 раз меньше чем у металла), исключает образование «мостиков холода», снижает теплотери и повышает энергоэффективность здания.

7.2 Гибкие связи из АНК применяются в составе следующих конструкций:

- трехслойные кирпичные, каменные и другие комбинированные стены из штучных материалов (см. рисунок 7.1);
- монолитные бетонные стены с кирпичной, каменной или другой мелкоштучной облицовкой;
- трехслойные сборные железобетонные стеновые панели для крупнопанельного домостроения;
- трехслойные теплоэффективные блоки для малоэтажного строительства.

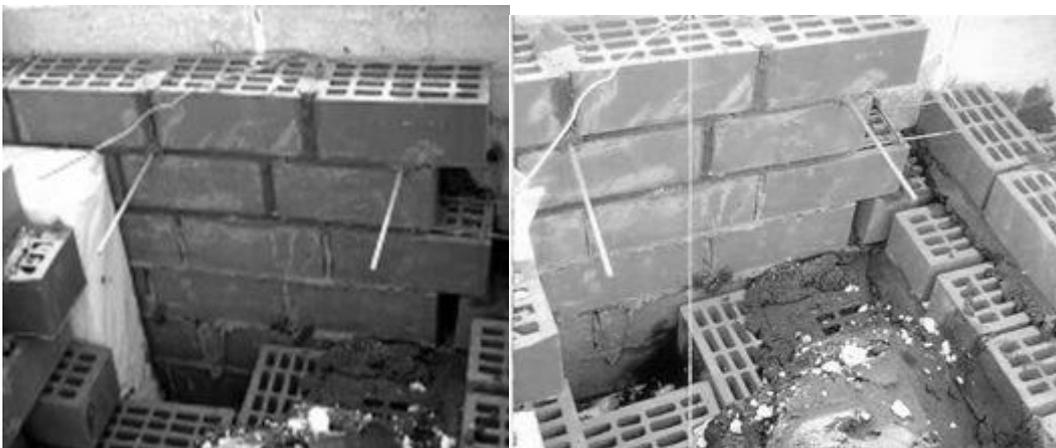


Рисунок 7.1 - Фрагменты кирпичной кладки стены с установкой «гибких связей» из АНК в швах кладки

7.3 Для гибких связей с применением АНК следует, как правило, использовать стержни из базальтопластика, обладающие высокой прочностью и устойчивостью к воздействию щелочной среды цементных растворов и бетонов.

Примечание – По данным экспериментальных исследований после 50 лет эксплуатации в насыщенном влагой бетоне толщина нарушенного щелочью поверхностного слоя стержня из АНК-Б менее 11 мкм, что практически не влияет на прочность и жесткость связи [8].

Допускается использование стержней из стеклопластика, пригодность которых для устройства гибких связей подтверждена соответствующим техническим свидетельством.

7.4 Конструктивно-технологическое решение гибкой связи из АНК должно обеспечить:

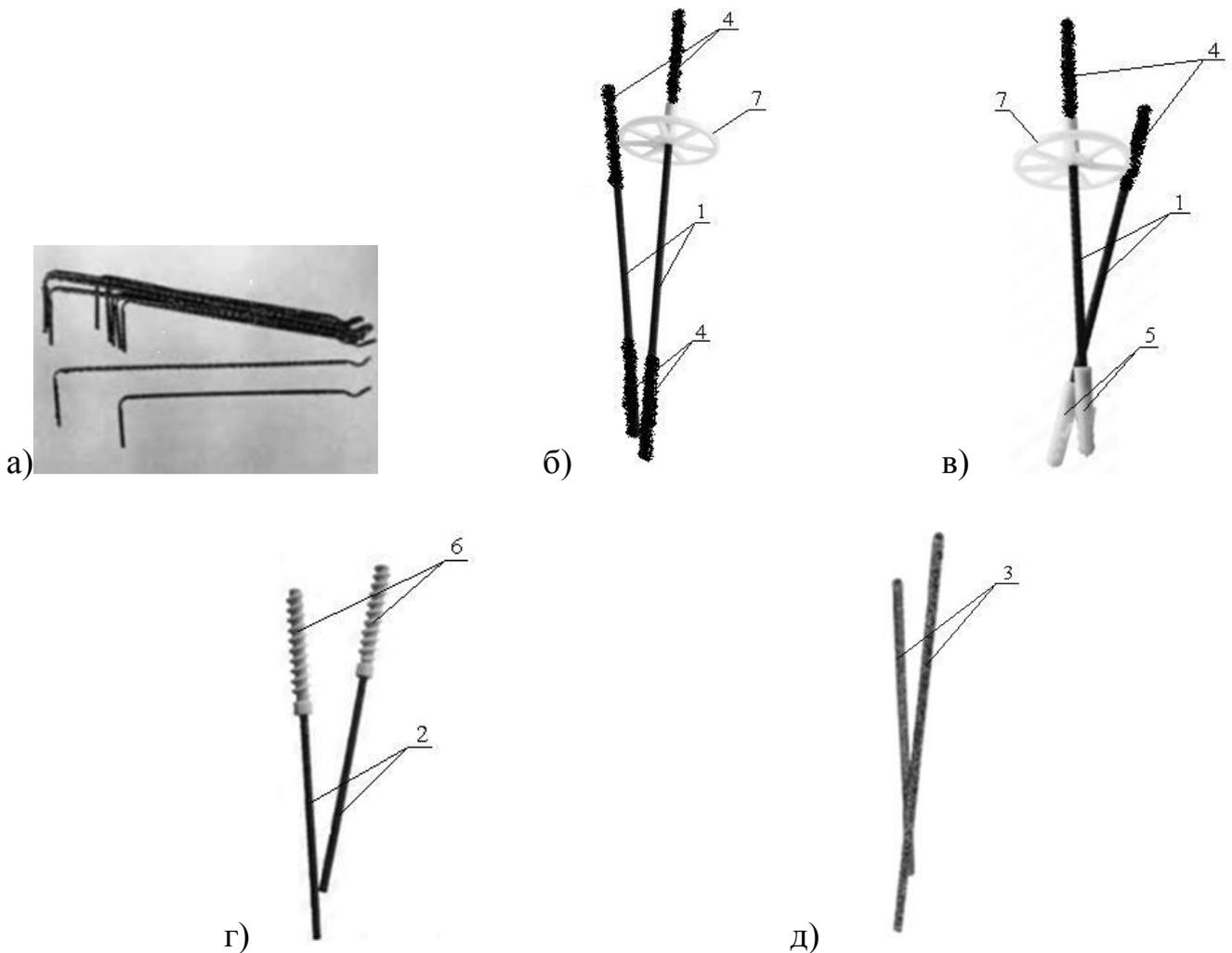
- надежное закрепление в швах кирпичной кладки, бетоне стены;
- прочность на растяжение и изгиб;
- устойчивость к щелочной среде цементных растворов и бетонов;
- однородность теплового сопротивления стены.

7.5 Следует применять конструкции гибких связей из АНК удовлетворяющие требованиям 6.4 и соответствующие специальным Техническим условиям и свидетельствам.

Примечание - Основные параметры и характеристики, а также конструктивно-технологические решения некоторых типов гибких связей из АНК-Б и АНК-С, выпускаемых по соответствующим Техническим условиям и свидетельствам приведены в приложениях Е - И.

7.6 Для обеспечения сцепления с бетоном или цементным раствором на концах стержней размещаются анкерные устройства в виде загибов (см. рисунок 7.2 а), уширений (в т.ч. из песка, см. рисунок 7.2 б), гильз дюбельного или винтового типа (см. рисунок 7.2 в, г). Стержень АНК может иметь песчаное покрытие по всей длине (см. рисунок 7.2 д). В конструкцию связи может входить распорный фиксатор для создания вентилируемого зазора, пластиковый наконечник для прокалывания утеплителя (см. рисунок 7.3).

7.7 Для кирпичных стен минимальная глубина заделки «гибких связей» из АНК в растворный шов внутренней стены составляет – 90 мм, максимальная – 150 мм. Глубина заделки в растворный шов наружной стены – 90 мм.

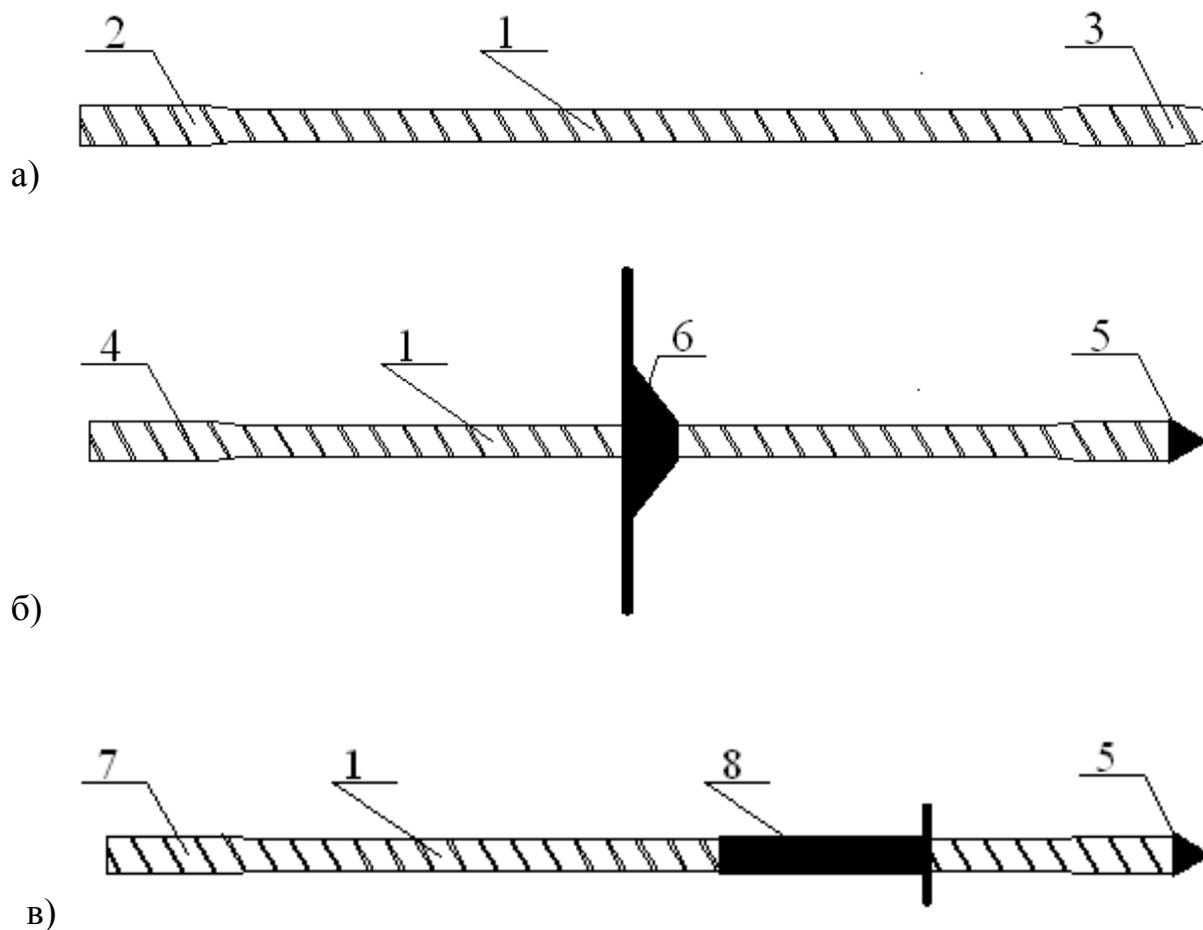


- 1 – стержень АНК-Б диаметром 6 мм;  
 2 – стержень АНК-Б диаметром 6 мм с песчаным покрытием;  
 3 – стержень АНК-Б диаметром 4 мм с песчаным покрытием;  
 4 – песчаный анкер;  
 5 – дюбельная гильза;  
 6 – винтовая гильза;  
 7 – фиксатор вентзазора

- а) диаметром 5 мм для трехслойной кирпичной кладки типа «МАТЕК» по ТУ 2296-003-23475912-00 [9];  
 б) диаметром 6 мм для трехслойной кирпичной кладки типа «ГАЛЕН» по ТУ-5714-006-13101102-2009[10];  
 в) диаметром 6 мм для монолитных бетонных стен с кирпичной облицовкой типа «ГАЛЕН» по ТУ-5714-010-13101102-2011 [10];  
 г) диаметром 6 мм для стен из газобетона с облицовкой из мелкоштучных материалов типа «ГАЛЕН» по ТУ-5714-013-13101102-2012 [10];  
 д) диаметром 4 мм для трехслойных теплоэффективных блоков типа «ГАЛЕН» по ТУ-5714-006-13101102-2009 [10]

Рисунок 7.2 – Конструкции гибких связей из АНК-Б\*

\* По информационным материалам [9, 10]



- 1 – стержень из АНК-С;  
 2 – анкерное уширение диаметром 5,6 мм;  
 3 – уширение с заточкой;  
 4 – анкерное уширение диаметром 7,7 мм;  
 5 – пластмассовый наконечник;  
 6 – распорная шайба;  
 7 – анкерное уширение диаметром 10,5 мм;  
 8 – технологический ограничитель

- а) диаметром 4 мм для изготовления трехслойных теплоэффективных блоков;  
 б) диаметром 5,5 мм для трехслойных каменных, кирпичных и комбинированных стен;  
 в) диаметром 7,5 мм для трехслойных железобетонных панелей

Рисунок 7.3 – Конструкции гибких связей из АНК-С\*

\* По информационным материалам [11]

7.8 Для монолитной стены с кирпичной облицовкой заделка в несущий слой соответствует длине дюбеля, а в облицовочный слой составляет 90 мм.

7.9 Количество «гибких связей» на  $1 \text{ м}^2$  глухой стены должно быть не менее 4 шт.

7.10 При утеплении кирпичных или бетонных стен минераловатными плитами по ГОСТ 22950 шаг установки «гибких связей» из АНК по вертикали должен быть равен высоте плиты (от 500 до 600 мм), а по горизонтали - 500 мм. Вентилируемый зазор между минплитой и облицовочным слоем создается закреплением на стержне АНК распорного фиксатора из ударопрочного и морозостойкого пластика (см. рисунок 7.2 б, в).

7.11 При утеплении кирпичных стен плитами из пенополистирола по ГОСТ 15588 или пенополиуретана по ТУ 5768-001-86901126-2011 [12] шаг «гибких связей» из АНК по вертикали равен высоте плиты, но не более 1000 мм, шаг гибких связей по горизонтали – 250 мм. Параметры установки «гибких связей» уточняются из условия их размещения по плоскости стены, как правило, 4 шт/ $\text{м}^2$ .

7.12 При утеплении монолитных железобетонных стен и изготовлении железобетонных изделий шаг установки «гибких связей» из АНК по вертикали и по горизонтали равен 500 мм.

7.13 «Гибкие связи» из АНК дополнительно устанавливаются с шагом 300 мм по периметру проемов, у деформационных швов, у парапета, а также в углах здания.

## **8 Конструктивно-технологические решения по применению неметаллической композитной арматуры в геотехнических конструкциях**

### **8.1 Условия и объекты применения**

8.1.1 Временные геотехнические конструкции с применением АНК-С под воздействием механизированного тоннелепроходческого и землеройного оборудо-

дования, по сравнению со стальной арматурой, могут легко разрушаться, за счет низкой прочности на восприятие поперечных нагрузок при срезе и скалывании.

Примечание - Технико-экономическая целесообразность применения АНК для геотехнических конструкций обусловлена высокой коррозионной стойкостью к агрессивной среде и высокой прочностью на растяжение.

8.1.2 АНК-Б в составе постоянных геотехнических конструкций может быть использована без дорогостоящих и трудоемких мероприятий по антикоррозионной защите.

8.1.3 Применение АНК в несущих конструкциях геотехнических сооружениях (мосты, тоннели, фундаменты, подпорные стены, крепления и т.п.) требует выполнения специальных расчетов, обоснования и, при необходимости, проведения специальных испытаний.

8.1.4 Наиболее рациональной и целесообразной областью применения АНК являются конструкции, предназначенные для работы в агрессивных средах, например, в дорожных покрытиях, проезжей части мостов, ограждениях, подпорных стенах, насыпях, коллекторах и т.п.

8.1.5 Виды и классификация геотехнических конструкций, в которых возможно применение АНК приведены на рисунке 8.1.

## **8.2 Устройство фундаментных конструкций**

8.2.1 Указания по применению АНК в фундаментных конструкциях приведены в 8.2.1.1 - 8.2.1.11.

8.2.1.1 Проектирование оснований и фундаментов с применением АНК должно выполняться с учетом требований СП 22.13330, СП 45.13330, СП 24.13330. Следует предусматривать максимальное использование прочностных и физико-механических свойств армирующего материала, выбираемого на основе вариантов сравнения технико-экономических показателей.

8.2.1.2 Конструкции фундаментов с применением АНК рассчитываются на максимальный срок службы при отсутствии текущего ремонта и эксплуатационных затрат, в т.ч. в агрессивных грунтовых средах.



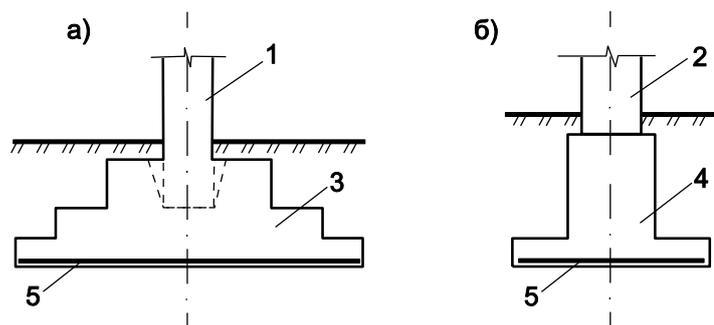
Рисунок 8.1 – Классификация геотехнических конструкций с возможным применением АНК

8.2.1.3 Фундаменты мелкого заложения с применением АНК могут выполняться в монолитном варианте непосредственно в котловане или в сборном варианте из сборных элементов.

8.2.1.4 Для монолитных ленточных и плитных фундаментов следует учитывать невозможность выполнения конструктивных сгибов готовых стержней АНК на стройплощадке при арматурных работах. Могут быть применены стальные вставки со сгибами.

8.2.1.5 Применение АНК является эффективным для армирования плоской или ступенчатой плитной части гибких фундаментов мелкого заложения для восприятия растягивающих напряжений, возникающих при изгибе плиты (см. рисунок 8.2).

Примечание - Для гибкого фундамента отношение ширины уступа\* к его высоте, а также отношение выноса плиты к высоте фундамента\*\* должно быть не менее 1,5.



- 1 – колонна;
- 2 – стена;
- 3 – ступенчатая плитная часть;
- 4 – плоская плитная часть;
- 5 – сетка АНК

а) отдельно стоящий фундамент; б) ленточный фундамент;

Рисунок 8.2 – Схема армирования фундаментной плиты

\* Наименьший размер подошвы уступа (фундамента)

\*\* Расстояние от поверхности планировки грунта до подошвы фундамента

Армирование фундаментной плиты сеткой АНК показано на рисунке 8.3.

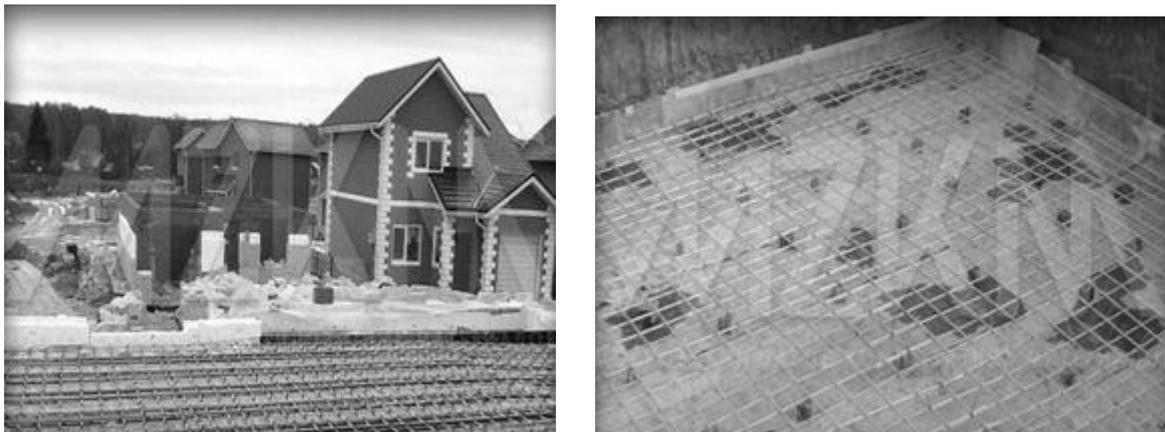


Рисунок 8.3 – Применение АНК для армирования фундаментной плиты \*

8.2.1.6 Для фундаментных конструкций допускается применение АНК взамен следующих видов стальной арматуры:

- рабочая (продольная) горячекатаная арматурная сталь периодического профиля класса АIII (А400) по ГОСТ 5781.

- поперечная конструктивная и монтажная арматурная сталь класса АI (А240) и АII (А300) по ГОСТ 5781.

- проволока класса ВII по ГОСТ 6727 и ГОСТ 7348 диаметром от 6 до 8 мм.

8.2.1.7 При соответствующем расчетном и экспериментальном обосновании (в т.ч. обеспечении сцепления с бетоном) в типовых проектных решениях бетонных конструкций фундаментов массового применения допускается замена стальной арматуры на равнопрочную АНК меньшего диаметра. Устройство сеток из АНК производится по 4.5, 4.6, 4.7.

8.2.1.8 Для бетонных фундаментов с АНК, при наличии агрессивных подземных вод, следует применять цементы соответствующих видов или устраивать поверхностную гидроизоляцию.

8.2.1.9 При устройстве бетонных монолитных и сборных фундаментов с применением АНК должен применяться бетон класса по прочности на сжатие не ниже В15 по СП 24.13330. Минимальные марки бетона по морозостойкости рекомендуется принимать по таблице К.2 приложения К, составленной по справочнику [13].

\* По информационным материалам [5]

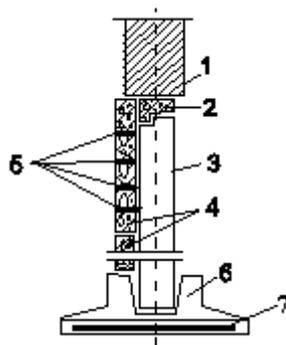
8.2.1.10 АНК следует применять для армирования каменной кладки из кирпича и бута при устройстве ленточных фундаментов и стен подвалов (см. рисунок 8.1).

8.2.1.11 В соответствии с рекомендациями ТР 013-1-04[14] допускается применение АНК в качестве связей растяжения в зимний период\*, когда в кладочный раствор вводятся ускорители твердения и противоморозные добавки – хлористые соли вызывающие коррозию стальной арматуры.

8.2.2 Примеры применения АНК для фундаментных конструкций приведены в 8.2.2.1 - 8.2.2.8.

### *Устройство столбчатых фундаментов*

8.2.2.1 В одиночном сборном фундаменте, представляющем столб из бетона, бута, цементогрунта и др. (см. рисунок 8.4), АНК может использоваться в качестве связей растяжения для панелей ограждения, а также для армирующих сеток плиты основания.



- |                         |                                     |
|-------------------------|-------------------------------------|
| 1 – надземная стена;    | 5 – гибкие связи из АНК;            |
| 2 – фундаментная балка; | 6 – фундамент стаканного типа;      |
| 3 – колонна;            | 7 – армирование АНК плиты основания |
| 4 – панели ограждения;  |                                     |

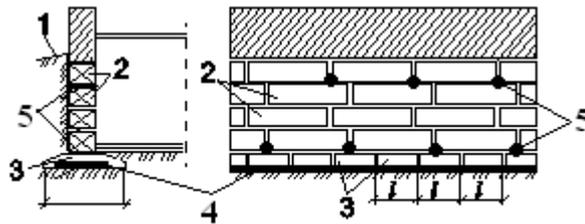
Рисунок 8.4 – Столбчатый фундамент с АНК под стену

\* Время года, в течение которого среднемесячные температуры наружного воздуха ниже естественной температуры грунта.

### Устройство ленточных фундаментов

8.2.2.2 При применении АНК монолитный фундамент данного типа целесообразно выполнять с нижней армированной плитой-лентой и неармированной фундаментной стеной, работающей на сжатие и передающей нагрузки на основание. Конструкция приведена на рисунке 8.2.

8.2.2.3 Сборные фундаменты состоят из армированных АНК фундаментных плит сплошного или прерывистого расположения и стены из бетонных блоков (см. рисунок 8.5). Благодаря высоким антикоррозионным свойствам композитного материала, плиты, армированные одиночными сетками или плоскими арматурными блоками из сеток АНК, могут быть заложены ниже уровня грунтовых вод.



- 1 – поверхность грунта;
- 2 – бетонные блоки стен;
- 3 – фундаментные плиты;
- 4 – армирование АНК;
- 5 – межблочные гибкие связи из АНК

Рисунок 8.5 – Сборный ленточный фундамент

8.2.2.4 В качестве рабочей арматуры сборных фундаментных плит должна применяться АНК, равнопрочная стержневой горячекатаной арматуре периодического профиля класса АШ (А 400) по ГОСТ 5781. При использовании стержней АНК в качестве распределительной арматуры, они должны быть равнопрочны стальной арматурной проволоке класса ВрI и ВрII по ГОСТ 6727, ГОСТ 7348.

8.2.2.5 При устройстве сборных фундаментов на сильносжимаемых, просадочных и других структурно неустойчивых грунтах, а также при неравномерном напластовании слоев грунта, АНК может быть использована для армирования обвязочных швов или продольных поясов поверх фундаментных плит или непосредственно ленточных фундаментов по периметру сооружения (см. рисунок 8.6).

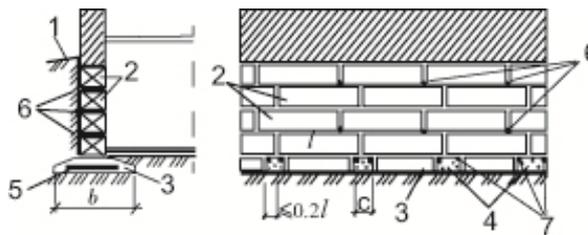


Рисунок 8.6 – Армирование фундамента по периметру сооружения \*

Продольные стержни АНК плоских сеток обвязочных швов или каркасов продольных поясов должны быть равнопрочны стальной арматуре класса АШ (А 400) диаметром не менее 10 мм.

#### **Устройство прерывистых фундаментов**

8.2.2.6 Прерывистые фундаменты устраиваются из железобетонных плит, укладываемых с интервалом, как правило, не более  $0,2 l$  ( $l$  - длина плиты). В данном типе фундаментов применение АНК аналогично 8.2.2.2, 8.2.2.3, 8.2.2.4, с возможным дополнительным армированием стержнями АНК грунтовых промежутков между плитами (см. рисунок 8.7).



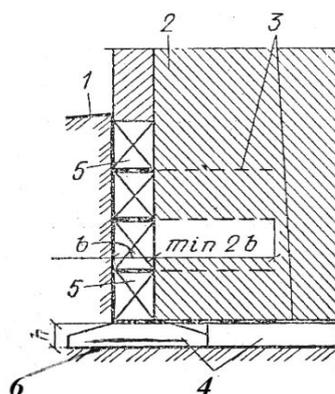
- 1 – поверхность грунта;
- 2 – бетонные блоки;
- 3 – фундаментные плиты;
- 4 – промежутки между плитами, заполненные грунтом;
- 5 – армирование АНК плиты основания (сетки);
- 6 – межблочные гибкие связи из АНК (стержни);
- 7 – армирование из АНК грунтовых промежутков (стержни)

Рисунок 8.7 - Прерывистый фундамент

\* По информационным материалам [15]

### Устройство примыканий

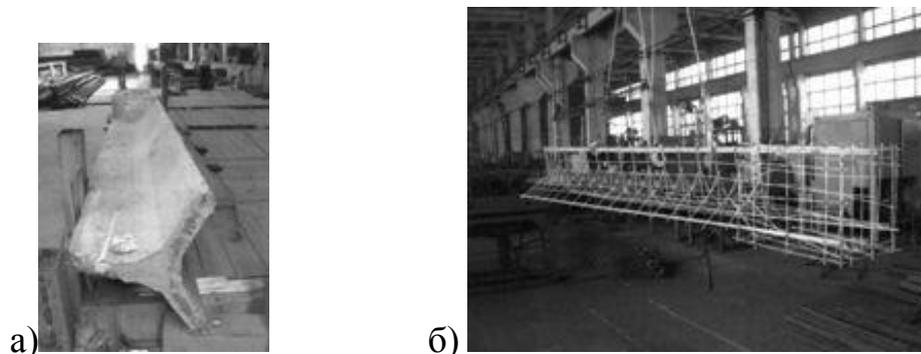
8.2.2.7 В случае примыкания к сборной фундаментной стене из бетонных блоков кирпичной стены (см. рисунок 8.8), связь между продольными и поперечными стенами может быть выполнена при помощи закладки в горизонтальные швы сеток из стержней АНК, равнопрочных стальной арматуре диаметром от 8 до 10 мм класса АIII (А 400) по ГОСТ 5781.



- |                         |                                     |
|-------------------------|-------------------------------------|
| 1 – поверхность грунта; | 4 – фундаментные плиты;             |
| 2 – кирпичная стена;    | 5 – бетонные блоки;                 |
| 3 – сетка АНК;          | 6 – армирование АНК плиты основания |

Рисунок 8.8 - Примыкание кирпичной стены к стене из бетонных блоков  
**Устройство фундаментных опор мачтового типа**

8.2.2.8 Высокая коррозионная стойкость, низкая теплопроводность, диэлектрические и прочностные свойства допускают использовать АНК в фундаментах опор контактной сети, осветительных опор, опор ЛЭП и изолирующих траверсах ЛЭП. Общий вид трехлучевого фундамента опоры и конструкции арматурного каркаса приведены на рисунке 8.9.



- а) - общий вид;      б) - конструкция каркаса из АНК

Рисунок 8.9 – Трехлучевой фундамент под мачтовую опору

### 8.3 Устройство нагельного крепления

8.3.1 Указания по применению АНК для нагельного крепления приведены в 8.3.1.1 - 8.3.1.7.

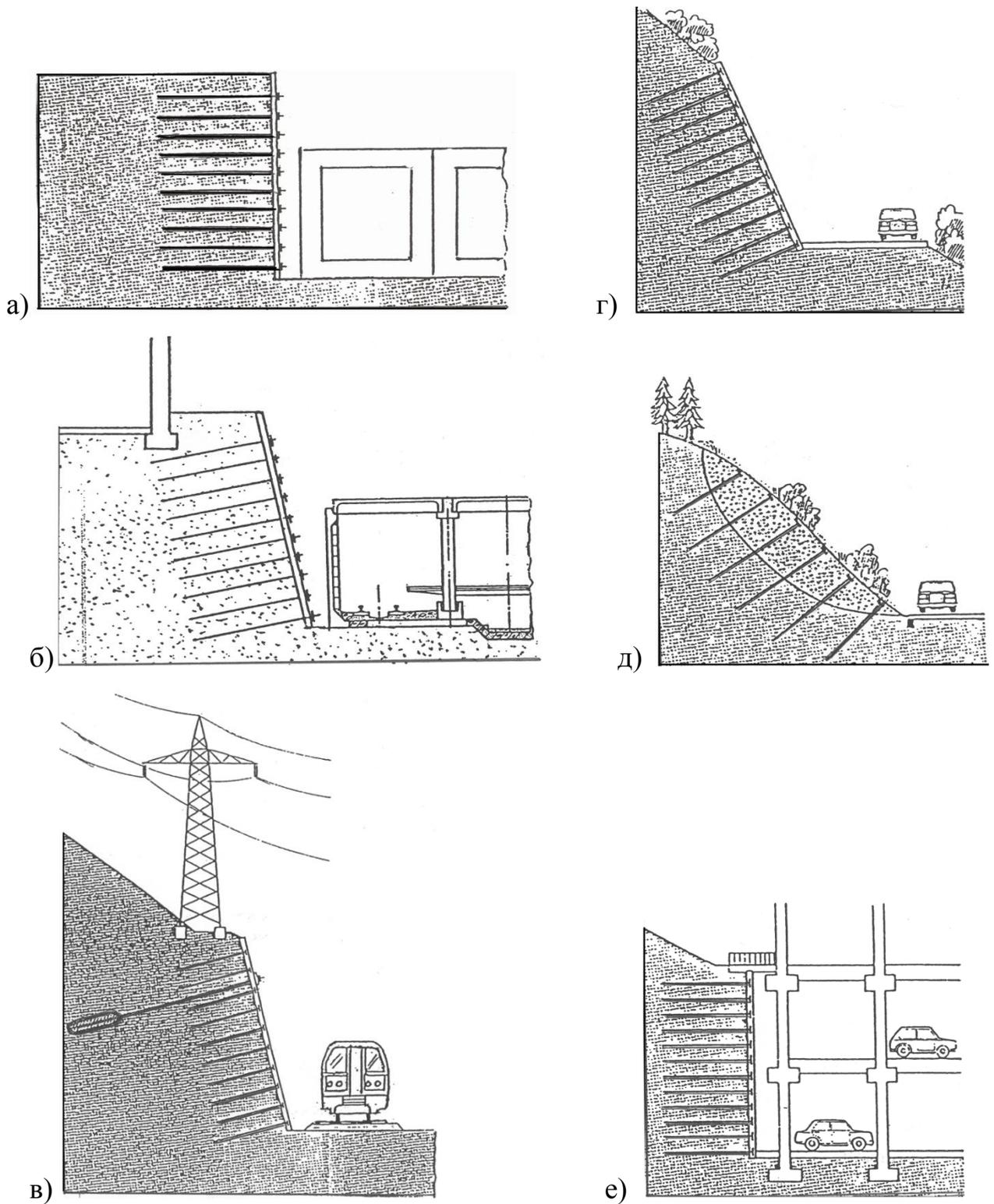
8.3.1.1 Нагельное крепление с применением АНК должно обеспечивать устойчивость вертикальных стенок, а также крутонаклонных откосов строительных котлованов и выемок глубиной, как правило, не более 15 м, путем укрепления, в процессе разработки, прилегающего грунтового массива системой армирующих элементов или микросвай (грунтовых нагелей) и устройства защитного покрытия поверхности стенки (откоса). Примеры применения приведены на рисунке 8.10.

*Примечание* - Нагели связывают грунтовый массив по всей своей длине, образуя самонесущую массивную подпорную стенку из армированного грунта.

8.3.1.2 При проектировании и производстве работ по устройству нагельного крепления с применением АНК следует руководствоваться указаниями СП 22.13330, СП 45.13330, СТО-ГК «Трансстрой»-013-2007 [16].

8.3.1.3 Нагельное крепление, как экономичный метод, не требующий возведения подпорной ограждающей конструкции (свайная, шпунтовая, железобетонная и др. подпорные стенки) усиленной анкерами или распорками, следует применять при соответствующем технико-экономическом обосновании во всех случаях, когда это возможно по инженерным и гидрогеологическим условиям, а разработка котлована с естественными откосами невозможна или нецелесообразна по условиям существующей застройки.

8.3.1.4 Устройство нагельного крепления с применением АНК допускается в пылевато-глинистых связных грунтах (супеси, суглинки, глины) твердой, полутвердой и тугопластичной консистенции (показатель текучести  $J_1 \leq 0,5$ ), за исключением просадочных и набухающих, а также в искусственно уплотненных в природном залегании грунтах, способных удерживать на период возведения защитного покрытия откос заданной крутизны, высотой не менее расчетного шага нагелей по вертикали и обеспечивающих необходимое по расчету сцепление с армирующим элементом (нагелем) [16].



- а) крепление вертикальной стены котлована;  
 б) крепление откоса котлована;  
 в) постоянное крепление откоса железной дороги;  
 г) постоянное крепление откоса автомобильных дорог;  
 д) постоянное крепление откоса с неустойчивым грунтом;  
 е) постоянное крепление подпорной стены

Рисунок 8.10 – Примеры применения нагельного крепления котлованов и ОТКОСОВ

8.3.1.5 Нагельное крепление с применением АНК может служить как временное (до возведения постоянного сооружения и обратной засыпки котлована) или постоянное, при отсутствии текущего ремонта и эксплуатационных затрат, в т.ч. в агрессивных грунтовых средах.

8.3.1.6 Нагельное крепление с применением АНК может выполняться в монолитном варианте с набрызг-бетонным покрытием или в сборном варианте со сборной защитной стенкой из плит.

8.3.1.7 Для несущих элементов погружных и буроинъекционных нагелей допускается применение АНК как сплошного так и трубчатого поперечного сечения взамен следующих видов стальной арматуры:

- горячекатаная арматурная сталь периодического профиля класса АIII (А 400), АIV (А 600), AV (А 800) по ГОСТ 5781;
- термомеханически упрочненная арматурная сталь периодического профиля класса Ат400с, Ат500с, Ат600, Ат600с, Ат800 по ГОСТ 10884;
- сталь арматурная винтового профиля по ТУ-14-2-686-86 [17], ТУ-14-1-5492-2004 [18].

8.3.1.8 Для армирования набрызг-бетонного покрытия откосов, вертикальных стен или сборных плит покрытия применяются сетки из АНК с заменой стальной арматуры на равнопрочную (см. рисунок 8.11).



Рисунок 8.11 – Сетка из АНК под покрытие стены крепления котлована

8.3.2 Примеры применения для нагельного крепления приведены в 8.3.2.1 - 8.3.2.15.

### ***Устройство нагельного крепления с набрызг-бетонным покрытием***

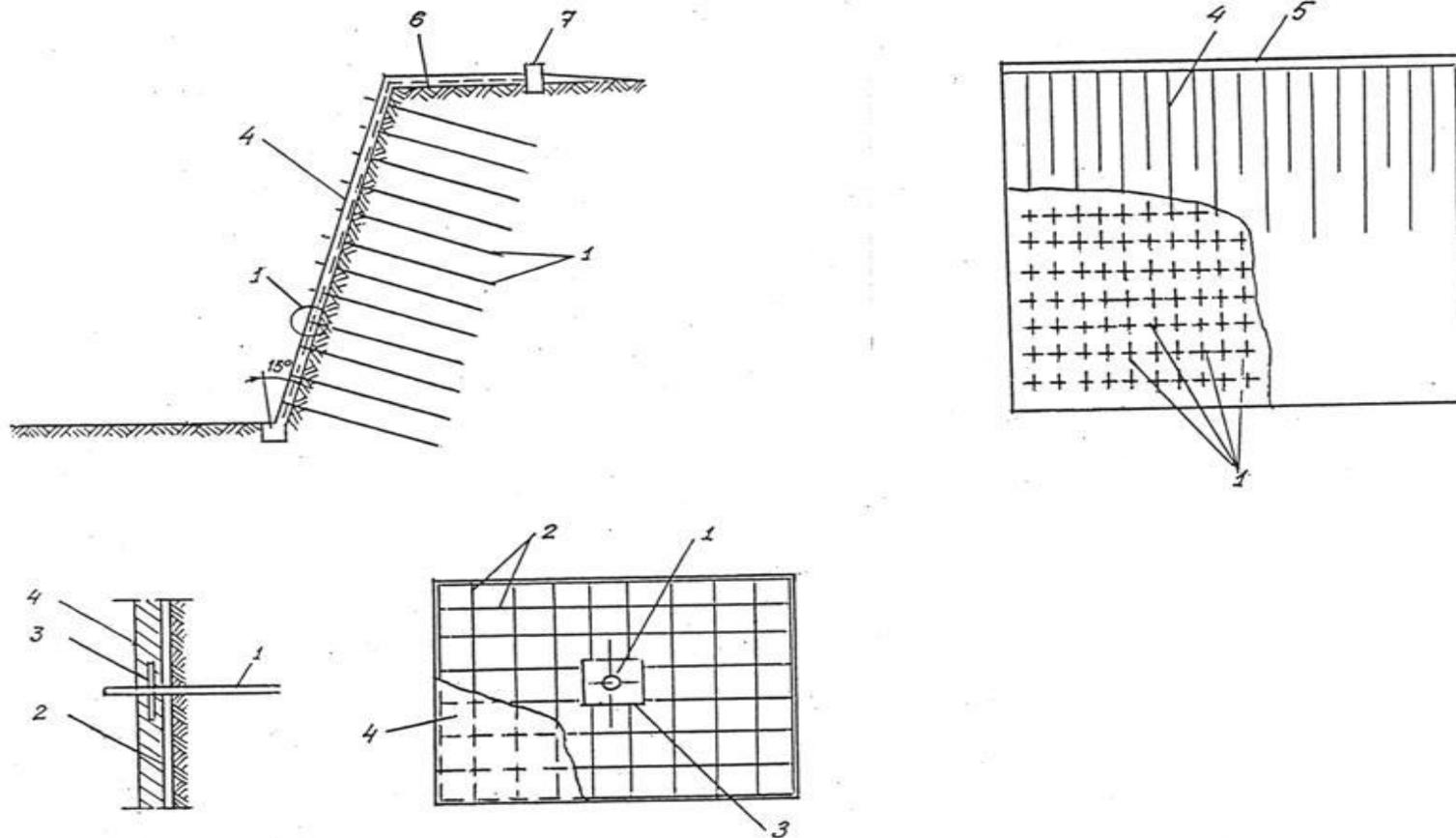
8.3.2.1 Нагельное крепление с набрызг-бетонным покрытием при применении АНК, при опережающем погружении армирующих стержней в грунт, следует, как правило, применять в качестве временного в устойчивых связных грунтах (суглинки, глины) для котлованов и выемок, глубиной до 8 м. Типовой вариант конструкции приведен на рисунке 8.12, технические характеристики в таблице 8.2.

Таблица 8.2 - Технические характеристики нагельной крепи с набрызг-бетонным покрытием и погружными нагелями из АНК

<b>Конструктивный параметр</b>	<b>Значение</b>
Высота закрепляемых откосов, м	3-8
Крутизна, град.	70-90
Длина нагелей, м	2-7
Тип армирующих стержней АНК, мм	Сплошного или трубчатого сечения периодического профиля с высотой выступов не менее 2
Диаметр армирующих стержней АНК, мм	20-50
Прочность на растяжение армирующих стержней, кН	70-400
Шаг нагелей, м	0,6-1,0
Угол наклона нагелей к горизонту, град.	0-30
Толщина набрызг-бетонного покрытия, мм	50-70

8.3.2.2 В состав работ по креплению стен котлованов и откосов при опережающем погружении армирующих стержней АНК в грунт и набрызг-бетонном защитным покрытием входят следующие операции:

- механизированная разработка грунта на глубину одного или двух ярусов (от 0,6 до 2,0 м) с последующей доработкой откоса до проектной крутизны в соответствии с ППР;
- погружение в откос армирующих стержней из АНК;
- навеска и закрепление сетки или арматурного каркаса из АНК;
- нанесение набрызг-бетонного покрытия;
- фиксирование стержней на покрытии.



- 1 – армирующие стержни АНК;
- 2 – сетка из АНК;
- 3 – упорная пластина;
- 4 – слой набрызг-бетона;
- 5 – слой бетона;
- 6 – слой щебня, втрамбованного в землю;
- 7 – бетонный бортик

Рисунок 8.12 – Типовая конструкция нагельного крепления с защитной поверхностью откоса котлована набрызг-бетоном

Цикл работ полностью повторяют на следующих захватках и ярусах до достижения проектной глубины.

8.3.2.3 Нагельное крепление с набрызг-бетонным покрытием при буроинъекционных нагелях из АНК допускается применять в качестве как временного, так и постоянного, в сухих связных грунтах (супеси, суглинки, глины) для котлованов и выемок, как правило, глубиной до 15 м. Техническая характеристика приведена в таблице 8.3. Для буроинъекционных нагелей из АНК рекомендуется использовать полые стержни трубчатого поперечного сечения по ТУ 5769-001-00243240-2010 [19], через которые можно подавать раствор закрепления, без использования дополнительной инъекционной трубки.

Таблица 8.3 - Техническая характеристика нагельной крепи с набрызг-бетонным покрытием и буроинъекционными нагелями из АНК

Конструктивный параметр	Значение
Высота закрепляемых откосов, м	7-15
Крутизна, град.	70-90
Диаметр скважин, мм	60-170
Длина нагелей, м	5-12
Тип несущего стержня из АНК	трубчатого сечения периодического профиля или с анкерными уширениями
Диаметр несущего стержня АНК, мм	20-36
Прочность на растяжение несущего стержня АНК, кН	70-360
Шаг нагелей, м	1,0-1,5
Угол наклона нагелей к горизонту, град.	0-30
Толщина набрызг-бетонного покрытия, мм	60-150

8.3.2.4 В состав работ по креплению стен котлованов и откосов, при набрызг-бетонном покрытии и буроинъекционных нагелях с несущим стержнем АНК трубчатого сечения, должны входить следующие технологические операции (см. рисунок 8.13):

- механизированная разработка грунта на глубину одного или двух ярусов (от 1,0 до 3,0 м) по длине захватки, с последующей доработкой откоса до проектной крутизны в соответствии с ППР;

- установка арматурной сетки (армокаркаса) из АНК и последующее набрызг-бетонирование подготовленного участка грунтового откоса;

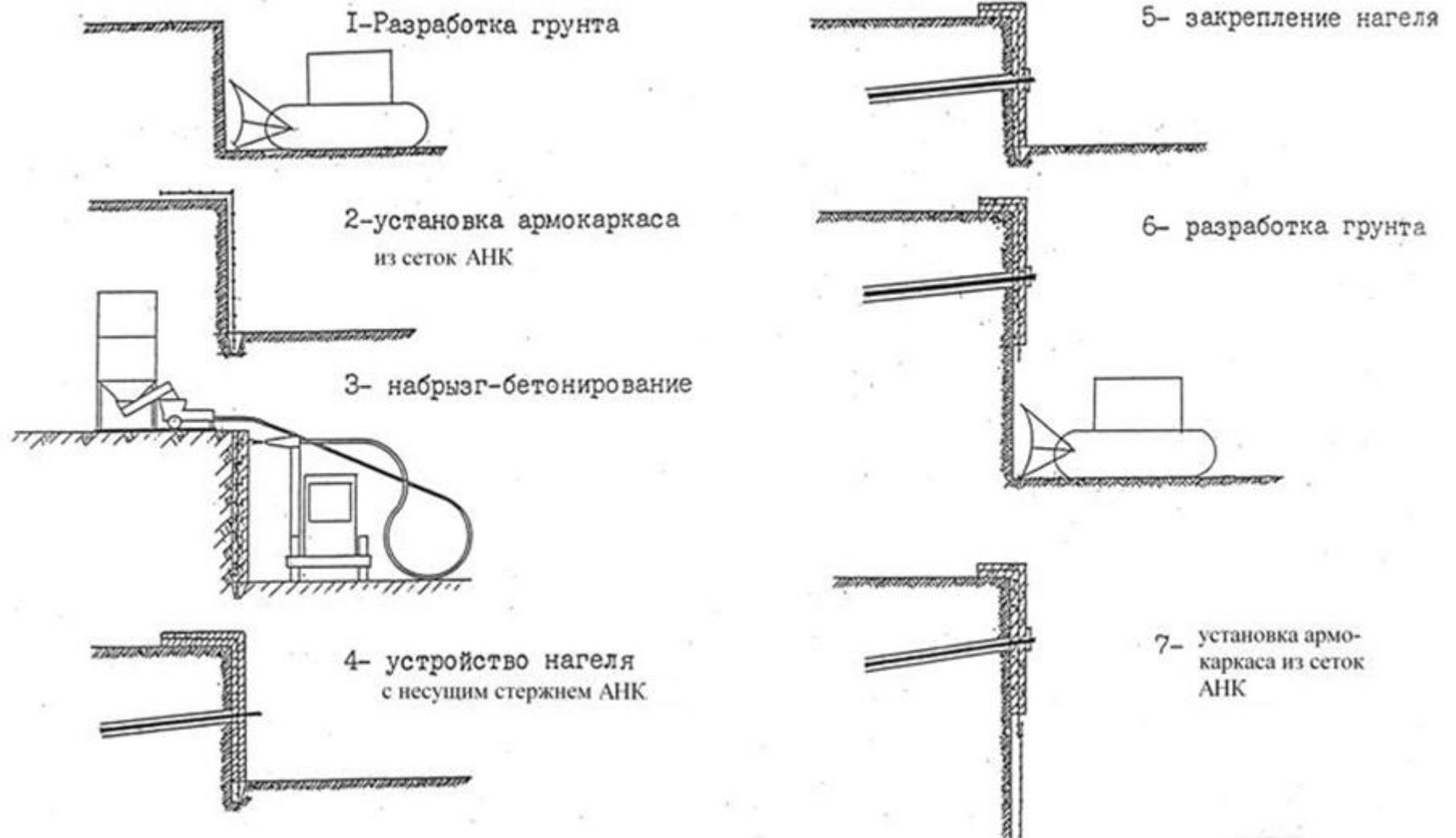


Рисунок 8.13 – Технология устройства нагельного крепления с набрызг-бетонным экраном и буриноинъекционным нагелем с несущим стержнем АНК

- проходка горизонтальных или наклонных (под углом от 0 до 30 °) скважин с погружением несущих стержней АНК;
- инъекция закрепляющего цементного раствора с В/Ц от 0,4 до 0,6 через полость стержня АНК;
- фиксирование стержней на поверхности набрызг-бетонного покрытия;
- при необходимости нанесения 2-го слоя набрызг-бетона;
- разработка грунта последующего яруса и повторение операций.

8.3.2.5 Закрепление нагелей на покрытии производят навинчиванием фиксирующих гаек на резьбовые переходники или приваркой закрепленных на выпуске стержнем АНК стальных обойм через закладную упорную пластину. Закрепление следует производить после набора набрызг-бетоном прочности не менее 1,5 МПа (ориентировочно через 12 часов).

8.3.2.6 Арматурный каркас защитного покрытия откоса (стенки) допускается выполнять из 2-х слоев сетки АНК, установленной со сдвигом по вертикали и горизонтали.

8.3.2.7 Арматурный каркас последующих ярусов должен соединяться с выпусками армокаркаса предыдущего яруса вязальной проволокой.

8.3.2.8 В арматурном каркасе в местах установки нагелей должны устанавливаться закладные детали, например, в виде отрезков труб или извлекаемых деревянных, пластиковых и др. элементов, соответствующих диаметру бурения (рисунок 8.14).

8.3.2.9 Нижний конец сетки каждого яруса устанавливается в углублении глубиной 20 см в дне яруса и прикапывается для исключения замоноличивания при набрызг-бетонировании.

#### ***Устройство нагельного крепления со сборной защитной стенкой***

8.3.2.10 Нагельное крепление со сборной защитной стенкой при применении АНК (см. рисунок 8.15) допускается применять, в качестве как временного, так и постоянного в устойчивых связных грунтах (глины, суглинки, супеси) для котлованов и выемок глубиной до 15 м.

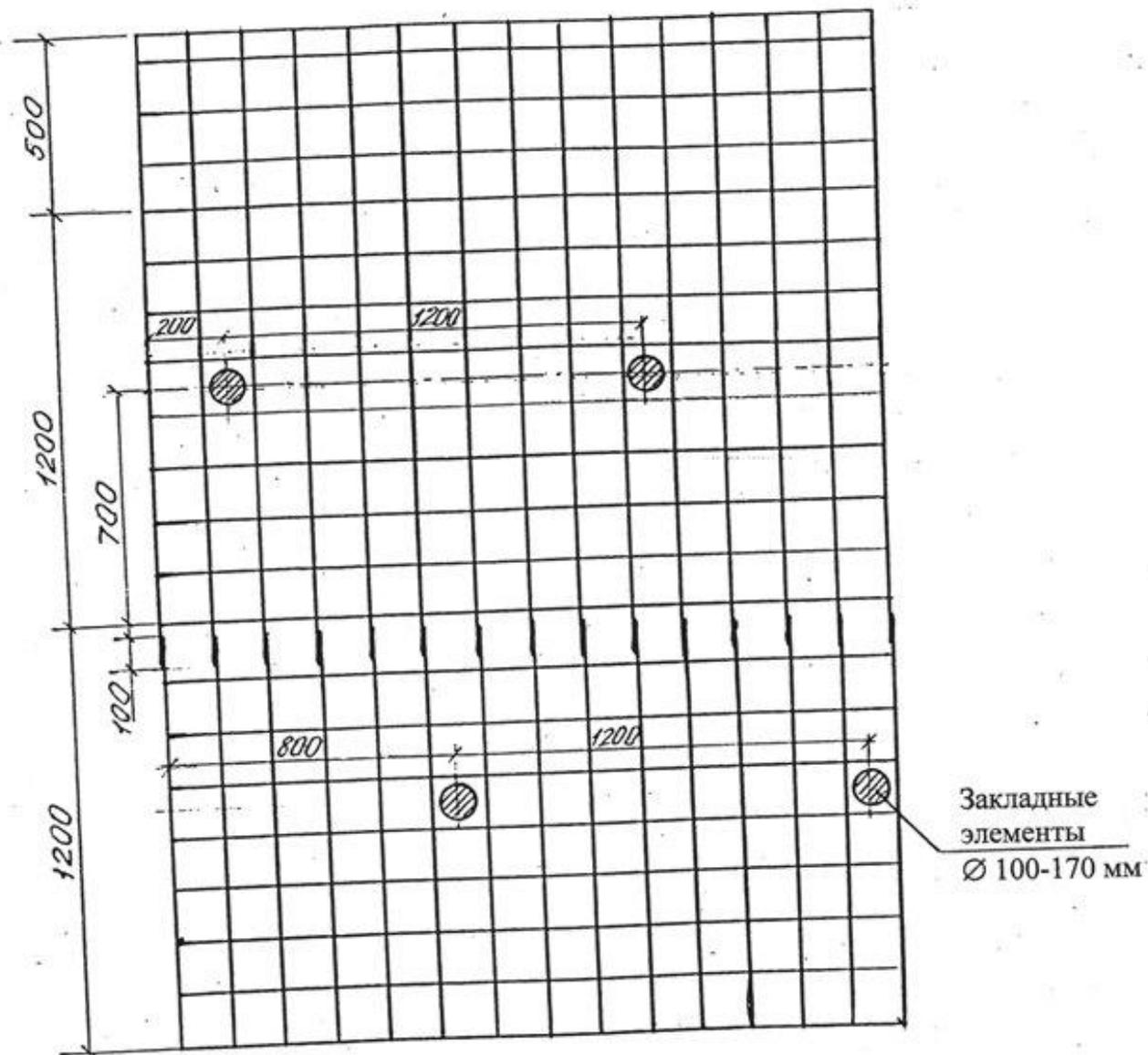
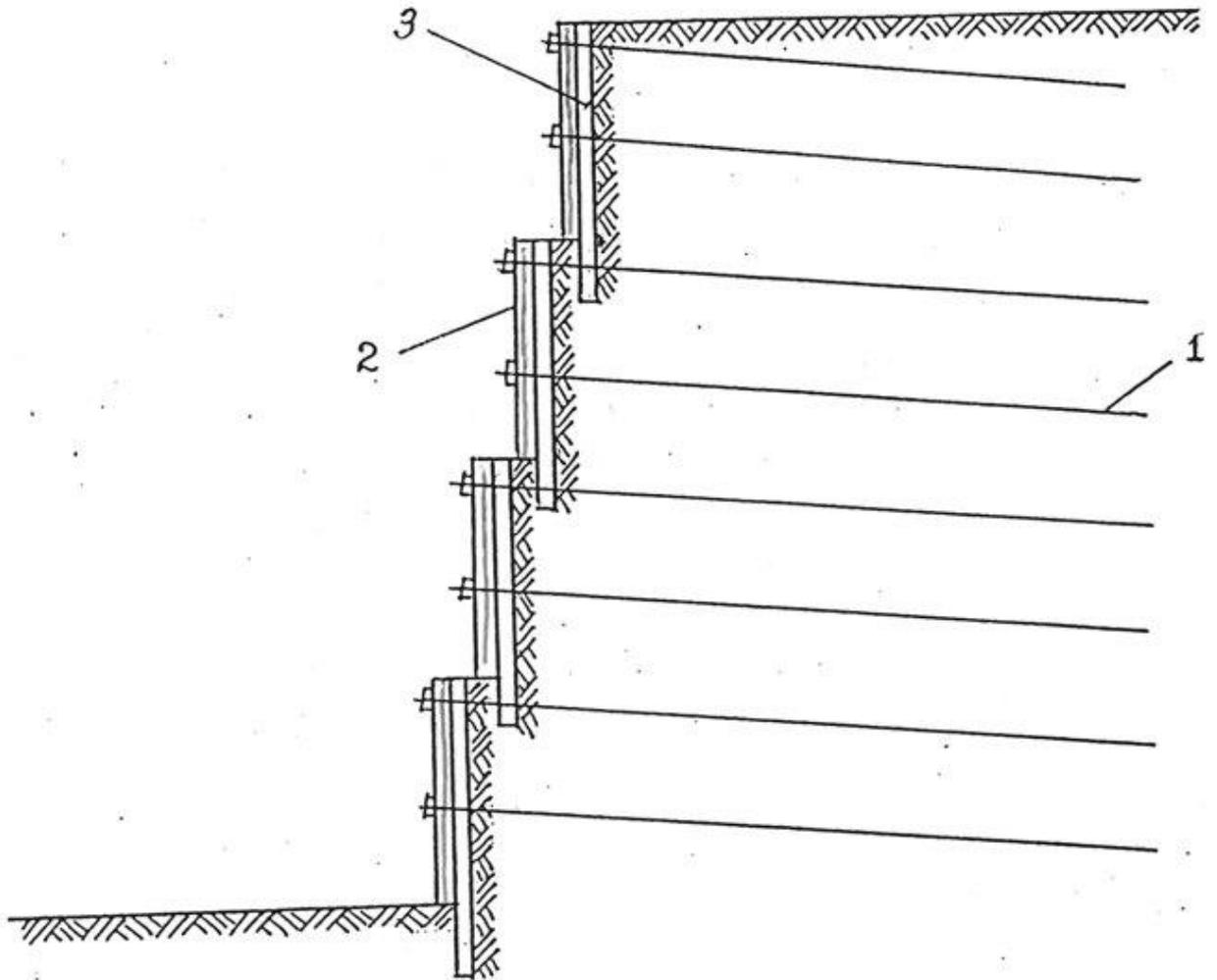


Рисунок 8.14 – Конструкция арматурной сетки из АНК с закладными элементами (приведены размеры для справки)



- 1 – нагели из АНК;  
2 – оградительные плиты армированные сетками из АНК;  
3 – сваи-стойки

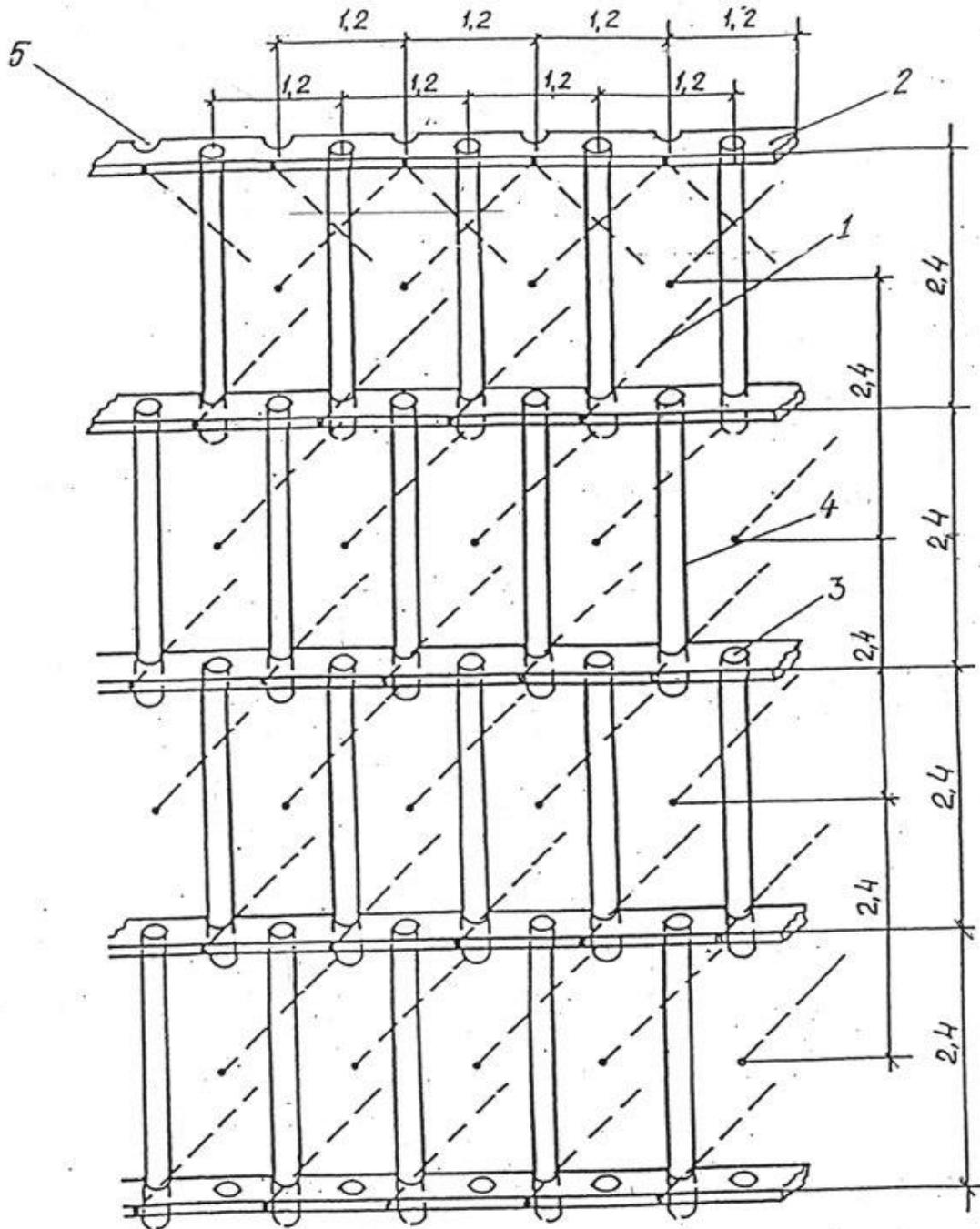
Рисунок 8.15 – Типовая конструкция нагельного крепления со сборной защитной стенкой при применении АНК

8.3.2.11 Конструкция крепления представляет собой соединение возводимых поярусно стен из ограждающих рам и грунтовых буроинъекционных нагелей с несущим стержнем из АНК (см. рисунок 8.16). Стенка включает несущие вертикальные стойки, объединенные горизонтальными балками продольных поясов и оградительные щиты, притянутые к укрепляемому грунту, как правило, буроинъекционными нагелями. В горизонтальных балках продольных поясов должны быть специальные отверстия, снабженные кондукторами для устройства вертикальных стоек в виде трубчатых свай или двутавровых балок.

8.3.2.12 В качестве оградительных щитов используются, как правило, тонкостенные плиты толщиной от 60 до 80 мм армированные сетками из АНК. При соответствующем обосновании, допускается использование металлических листов или щитов из композиционных материалов. Техническая характеристика крепления приведена в таблице 8.4.

Таблица 8.4 - Техническая характеристика нагельного крепления со сборной защитной стенкой с применением АНК

Конструктивный параметр	Значение
Высота стенки, м	5-15
Длина нагелей, м	4-12
Типоразмер тяги	Арматурные стержни 12-32 кл. АП - А VI; ТВШ Ø30-60 мм
Шаг нагелей, м	1-1,5
Угол наклона нагелей, град.	0-30
Диаметр вертикальных стоек, мм	80-160
Длина вертикальных стоек, м	2,9-3,9
Размер оградительного щита, м.	От 1 x 2 до 1,5 x 3
Глубина разработки яруса котлована, м	до 3,0
Время затяжки борта котлована защитными щитами, час	не позже 8 - 24
Диапазон рабочих температур, °С	-10...+ 40



- 1 – грунтовый нагель с несущим стержнем из АНК;
- 2 – горизонтальная балка продольного пояса;
- 3 – кондуктор для устройства стойки;
- 4 – вертикальная стойка;
- 5 – стыковочный паз

Рисунок 8.16 – Устройство несущей конструкции нагельного крепления

- бурение вертикальных скважин через кондукторы продольного пояса, погружение несущих элементов стоек и омоноличивание;
- механизированная разработка грунта 1-го яруса;
- ручная доработка и зачистка грунта у стены котлована, установка оградительных щитов в проектное положение;
- устройство промежуточного ряда нагелей с фиксацией на оградительных щитах;
- установка нижней балки 1-го яруса встык с вертикальными стойками и со смещением относительно верхней балки;
- прикрепление нижней балки к грунту наклонными нагелями;
- повторение предыдущих операций в строго установленном порядке до достижения проектного дна котлована.

8.3.2.14 Заглубление вертикальных стоек в грунт должно составлять не менее 1/3 высоты разработки яруса грунта. Отклонение продольной оси скважин под стойки от проектного положения допускается не более 1°. В качестве стоек могут быть использованы стальные трубы, буронабивные микросваи с каркасом из стержней АНК или вертикальные сваи «Титан» [20].

8.3.2.15 Стойки и нагели следует устанавливать через один в шахматном порядке. Каждый ограждающий щит после установки в проектное положение должен быть притянут к грунту нагелем.

#### **8.4 Земляное полотно железных и автомобильных дорог**

8.4.1 При устройстве земляного полотна железных и автомобильных дорог, а также насыпей и выемок различного назначения АНК может применяться для:

- укрепления основания земляного полотна;
- армирования тела земляного полотна, насыпей и выемок;
- защиты и укрепления откосов насыпей, выемок, водоотводных канав;
- монтажного и конструктивного крепежа георешеток на конусах путепроводов и малых мостов, на откосах насыпей, выемок, водоотводных канав и в др. подобных случаях.

8.4.2 Использование АНК для укрепления основания насыпей автомобильных и железных дорог, сооружаемых в различных грунтовых условиях, приведен на рисунке 8.17. Для основания сложенного грунтами средней прочности по ГОСТ 25100 (предел прочности на одноосное сжатие  $R_c$  от 15 МПа до 50 МПа), на дренирующем слое укладывается арматурная сетка АНК (см. рисунок 8.17 а). Для малопрочного грунта основания по ГОСТ 25100 ( $R_c$  от 15 МПа до 15 МПа), сетка АНК в основании насыпи укладывается на слое геотекстильного материала (см. рисунок 8.17 б). Для слабых оснований по ГОСТ 25100 ( $R_c$  от 3 МПа до 5 МПа), сетка АНК в основании насыпи сочетается с подстилающим геотекстильным материалом и сеткой АНК на промежуточном слое дренирующего грунта в средней части насыпи (см. рисунок 8.17 в). Толщина дренирующего слоя должна составлять от 0,5 до 1 м для сбора и удаления дренирующих вод.

8.4.3 Для арматурных сеток укрепления оснований насыпей применяется АНК номинальным диаметром от 8 до 12 мм.

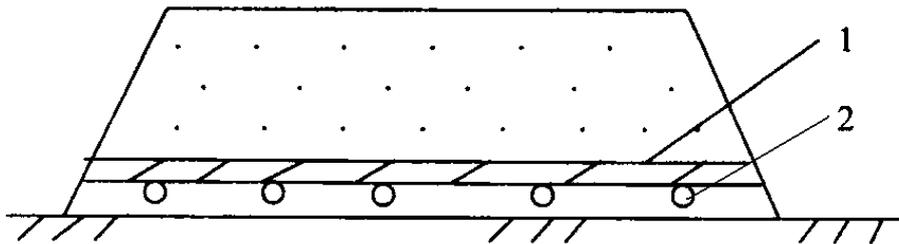
8.4.4 АНК может быть использована для укрепления грунтового основания под различными строительными конструкциями, в т.ч. под водопропускными сооружениями, заложенными в теле насыпей различного назначения.

8.4.5 Типовая схема двухъярусного водопропускного сооружения включает фильтрующую насыпь, расположенную в первом ярусе (2 рисунка 8.18), насыпь с металлической трубой в армогрунтовой обойме (3 рисунка 8.18), расположенную во втором ярусе.

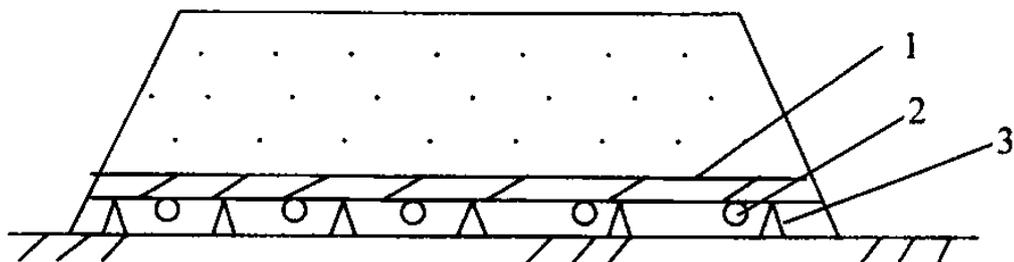
Первый ярус (2 рисунка 8.18) отсыпается свободной наброской камня рваного или окатанного, крупностью до 0,3 м, морозостойких, неразмягчаемых пород.

По верху фильтрующего первого яруса укладывается обратный фильтр (4 рисунка 8.18), исключая просачивание грунта насыпи в сечение фильтрующей части насыпи и его кольматацию. Обратный фильтр выполнен в виде чередующихся слоев уплотненного сыпучего водонепроницаемого материала толщиной не менее 400 мм в обойме из армирующего синтетического материала (3 рисунка 8.18). В качестве последнего используют геотекстиль тканый или нетканый

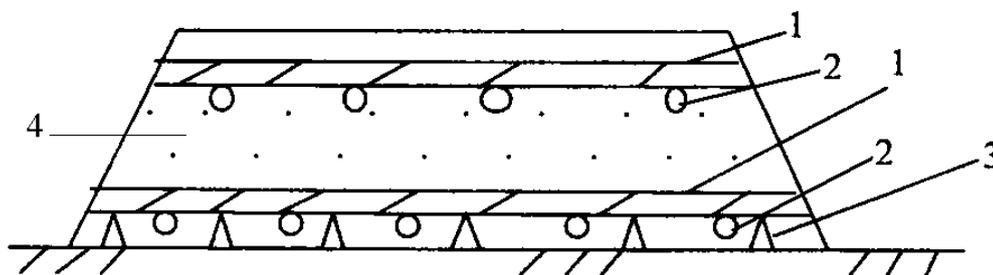
а) грунтовое основание средней прочности



б) малопрочное грунтовое основание



в) слабое грунтовое основание



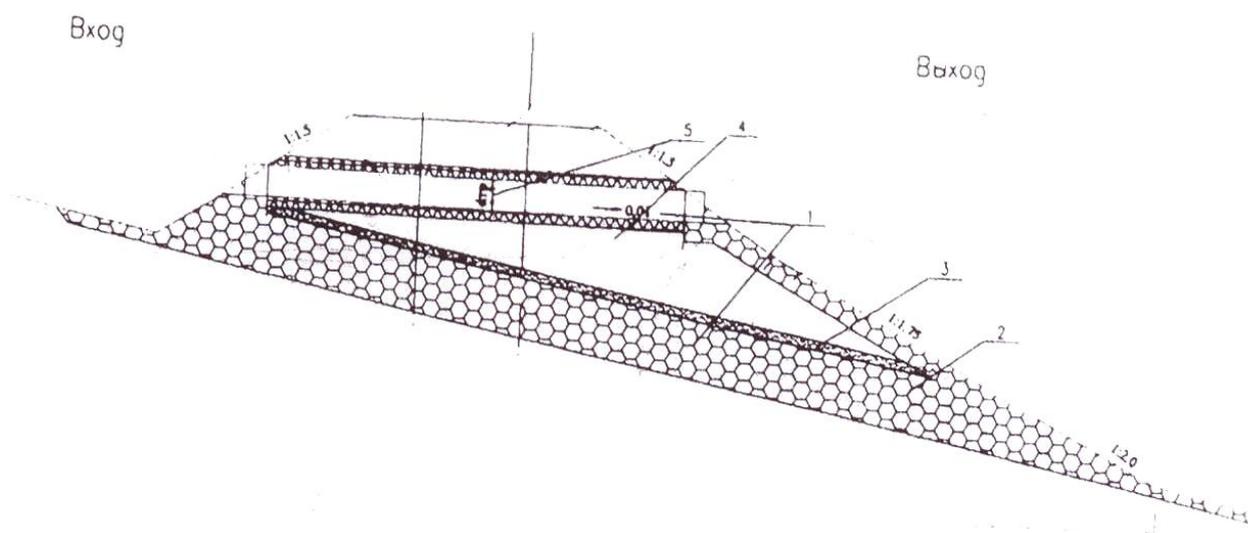
- 1 – армирующая сетка АНК;  
 2 – слой дренирующего грунта;  
 3 – геотекстильный материал;

Рисунок 8.17 – Применение композитной арматуры для укрепления основания и тела насыпи\*

\* По стандарту организации [8]

или композитные комбинации с геотекстильными материалами. На обратный фильтр отсыпается насыпь второго яруса с гофрированной трубой (1 рисунка 8.18).

В основании гофрированной трубы (а также в насыпи над трубой) укладывают распределяющий давление от нагруженной насыпи армирующий слой (5 рисунка 8.18) в виде сетки из АНК диаметром от 8 до 12 (стеклопластиковой или базальтопластиковой).



- 1 – насыпь второго яруса с гофрированной трубой;
- 2 – первый ярус;
- 3 – армогрунтовая обойма;
- 4 – обратный фильтр;
- 5 – армирующий слой

Рисунок 8.18 – Конструкция водопропускного сооружения, опирающегося на основание укрепленное АНК\*

8.4.6 Армогрунтовая насыпь создается отсыпкой послойно уплотняемых слоев грунта с укладкой между ними арматурных сеток из АНК (или стальных), геотекстильных полотнищ, металлических полос, расположенных горизонтально и способных воспринимать значительные по сравнению с грунтом растягивающие усилия.

Примечание – Техничко-экономическими преимуществами армогрунтовых конструкций с применением АНК является:

- отсутствие необходимости устройства заглубленного фундамента;

\* По стандарту организации [8]

- сокращение металлоемкости;
- повышение коррозионной стойкости в агрессивных грунтах, при увеличении сопротивления растяжению в контактных зонах армогрунтового основания.

8.4.7 При применении в качестве армирующих элементов стержней АНК периодического профиля грунт засыпки должен соответствовать следующим рекомендациям [21]:

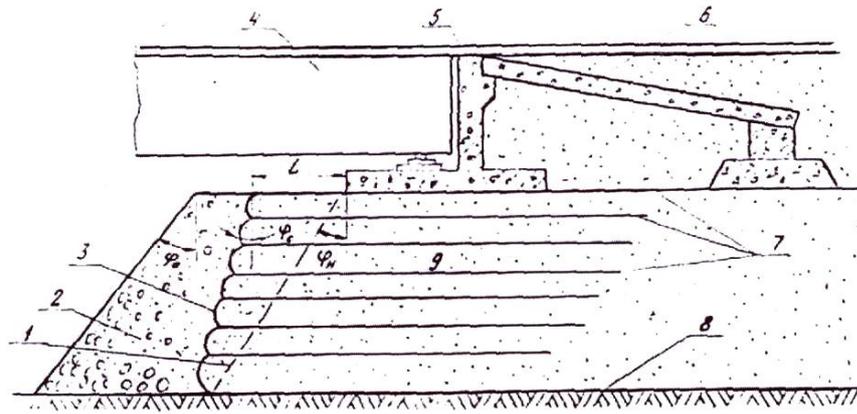
- отсутствие органических примесей;
- содержание частиц мельче 0,015 мм не более 15% по массе;
- содержание частиц крупнее 150 мм не более 25% по массе;
- отсутствие включений крупнее 350 мм.

8.4.8 Высокие антикоррозионные свойства АНК допускают наличие в грунте засыпки хлоридов и сульфатов.

8.4.9 Технологическая схема устройства армогрунтовых конструкций должна включать следующие последовательно выполненные операции: подготовку основания; укладку арматуры; установку первого ряда внешних облицовочных элементов покрытия откоса; транспортирование, подачу, разравнивание и уплотнение первого (нижнего) слоя грунта засыпки с последующей планировкой, дальнейший повтор операций. Строительство должно осуществляться с внутренней стороны насыпи, что исключает применение дополнительных технологических устройств (например, подмостей).

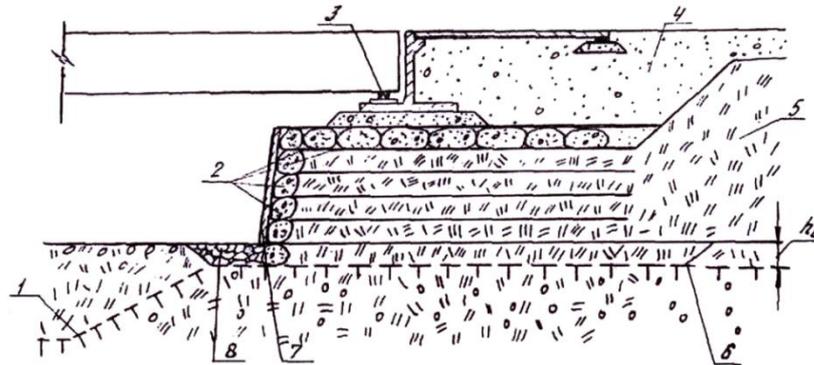
8.4.10 В качестве примера на рисунках 8.19 и 8.20 приведены типовые решения армогрунтовых насыпей с применением АНК под мостовые устои диванного типа, сооружаемых на талых грунтах и в районах вечной мерзлоты.

8.4.11 Стержни АНК применяются в качестве монтажных и конструктивных анкеров для укладки и крепления георешетки в геотехнических конструкциях в соответствии с 8.4.11.1 - 8.4.11.2.



- 1 – линия распределения давления от диванного блока;  
 2 – защитное покрытие;  
 3 – лицевая поверхность армогрунтового основания;  
 4 – пролетное строение;  
 5 – диванный блок;  
 6 – переходная плита из бетона с композитной арматурой;  
 7 – армирующие элементы (прослойки из геотекстиля и сеток АНК);  
 8 – естественное основание с уложенной сверху сеткой типа АНК-Б;  
 9 – армогрунтовое основание.

Рисунок 8.19 – Конструкция под мостовой устой армогрунтовой насыпи диванного типа



- 1 – граница вечномёрзлого грунта;  
 2 – мешки из геотекстиля с дренирующим грунтом (геотубы), образующие вместе с «4» и «7» противопучинный пояс;  
 3 – блок регулировки положения пролетного строения;  
 4 – привозной дренирующий грунт;  
 5 – местный недренирующий грунт;  
 6 – откос котлована с уложенной сверху сеткой из композитной арматуры типа «АНК-Б»;  
 7 – защитная сетка из композитной арматуры типа АНК с набрызгбетоном, огибающая геотубы;  
 8 – рисберма из геотекстиля - обратный фильтр;  
 $h_b$  – глубина выторфовывания.

Рисунок 8.20 – Конструкция армогрунтовой насыпи под мостовой устой диванного типа из местных недренирующих грунтов для районов с вечной мерзлотой

8.4.11.1 Анкер крепления георешетки состоит из стержня АНК (чаще используется стеклопластиковая арматура) периодического профиля диаметром от 6 до 12 мм с насадкой-зацепом из ударопрочного и морозостойкого полимерного материала (см. рисунок 8.21). Насадка должна быть плотно надета на протыкающий ее арматурный стержень. При забивке анкера в грунт удары следует наносить не по насадке, а по самому стержню АНК.

Примечание – Композитные анкера обладают следующими преимуществами:

- малый вес;
- высокая прочность в широком диапазоне температур;
- не подвержены коррозии;
- возможность использования в условиях вечной мерзлоты и в грунтах с включениями щебня, гравия, валунов и т.п.

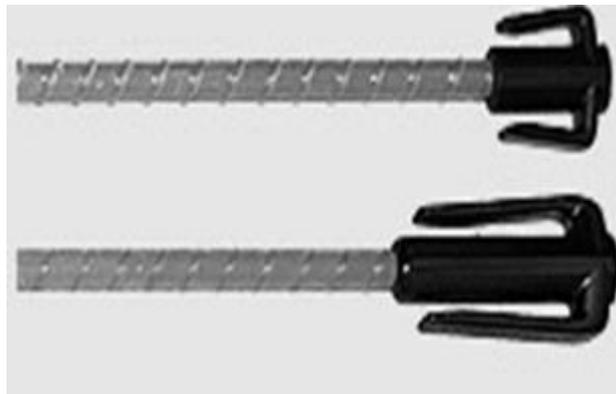


Рисунок 8.21 – Анкер крепления георешетки

8.4.11.2 Укладка на откосе объемной георешетки с применением для крепления забивных анкеров из АНК выполняется в следующей последовательности:

- на месте укладки георешетки, вдоль верхней кромки её модуля, анкера следует наполовину длины забить в грунт с шагом, равным ширине ячейки (см. рисунок 8.22).

- растянуть секцию георешетки и надеть каждую растянутую ячейку крайнего ряда секции на соответствующий ей анкер. После этого забить анкера из АНК заподлицо с верхней кромкой георешетки. Далее растянуть секцию георешетки вниз по откосу на полную её длину (см. рисунок 8.23).

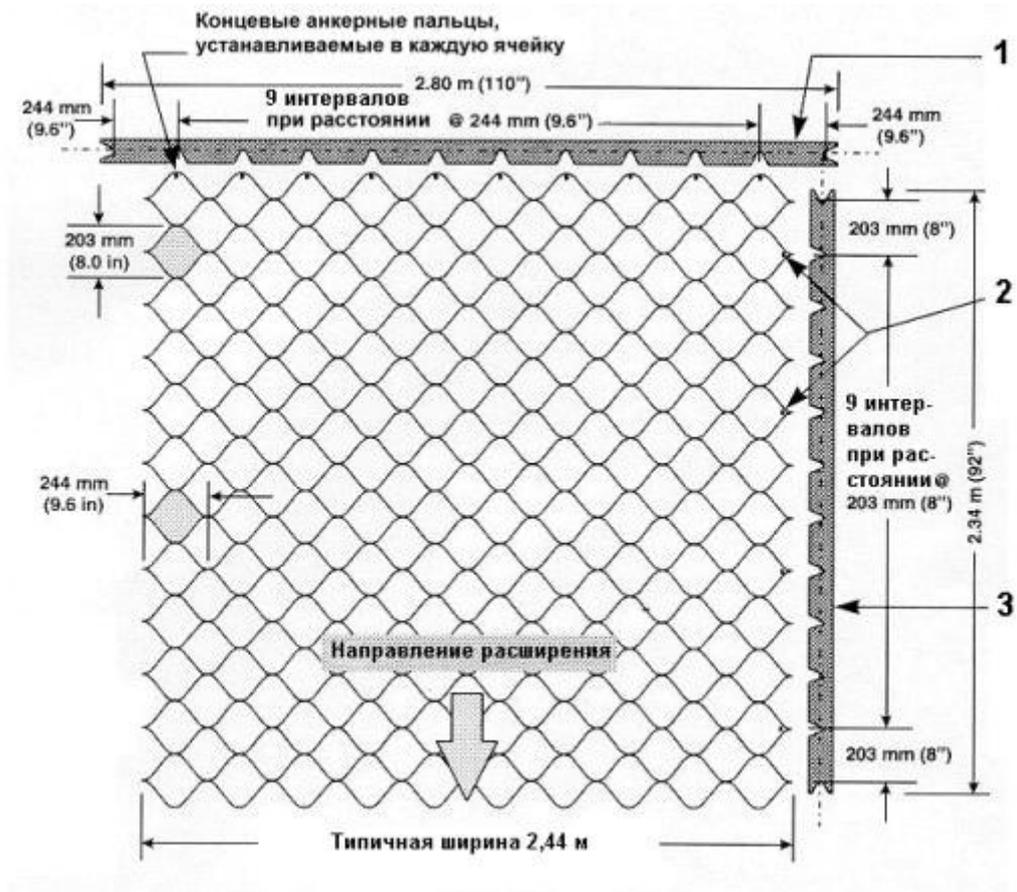
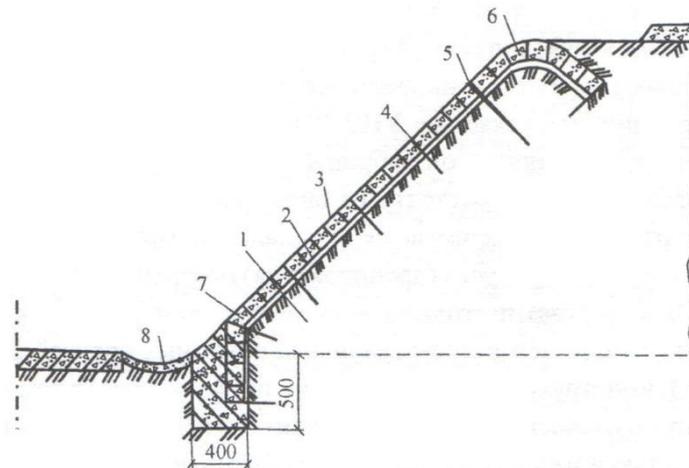


Рисунок 8.22 – Схема растягивания секции георешетки (размеры ячеек и секции георешетки приведены для справки)



1 – уплотненный слой грунта; 2 – нетканый материал; 3 – объемные модули георешетки; 4 – монтажные анкера из АНК-С; 5 – несущие анкера из АНК-С; 6 – наполнитель объемных ячеек; 7 – упор; 8 – водосточный лоток.

Рисунок 8.23 – Конструкция укрепления откоса насыпей и выемок с применением объемных георешеток и стеклопластиковых анкеров\*

\* По стандарту организации [8]

## 8.5 Устройство берегозащитных сооружений

8.5.1 Для берегозащитных сооружений, предназначенных для удержания естественных (искусственных) пляжей и защиты от размыва береговых склонов, АНК может применяться для армирования бетонных подпорных стен и элементов волногасящих берм, бун, грунтовых дамб и гравитационных застенных насыпных массивов, устройства защитных объемных коробчатых габионов и гибких геотуб, укрепления защиты оснований под сооружениями от просадок и вымывания.

8.5.2 Пример использования сетки из АНК для армирования бетонного покрытия пляжеудерживающей буны приведен на рисунке 8.24.

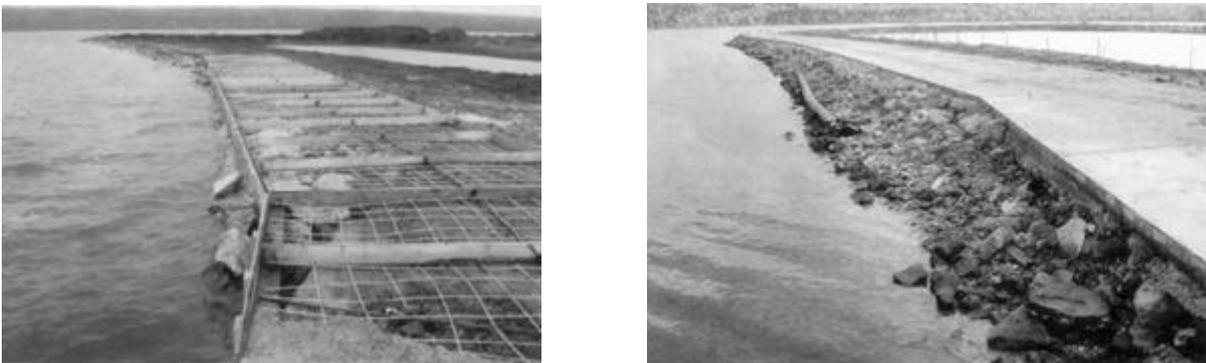
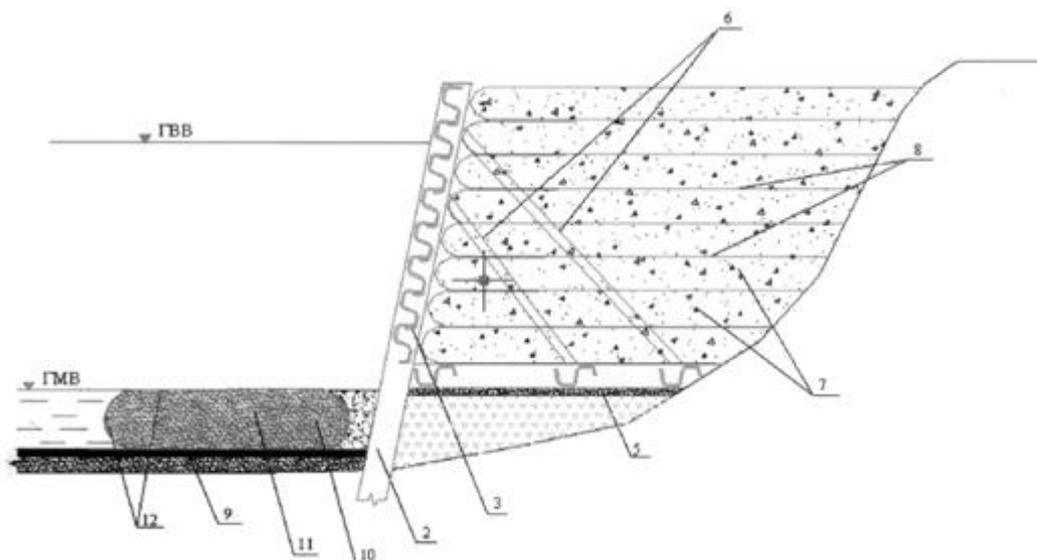


Рисунок 8.24 – Сооружение буны с использованием композитной арматуры\*

8.5.3 В качестве примера комплексного применения АНК на рисунках 8.25 и 8.26 приведены варианты конструкции берегозащитного сооружения, которое может быть использовано как откосоукрепительное и подпорно-удерживающее для защиты берегов от волновых воздействий [8].

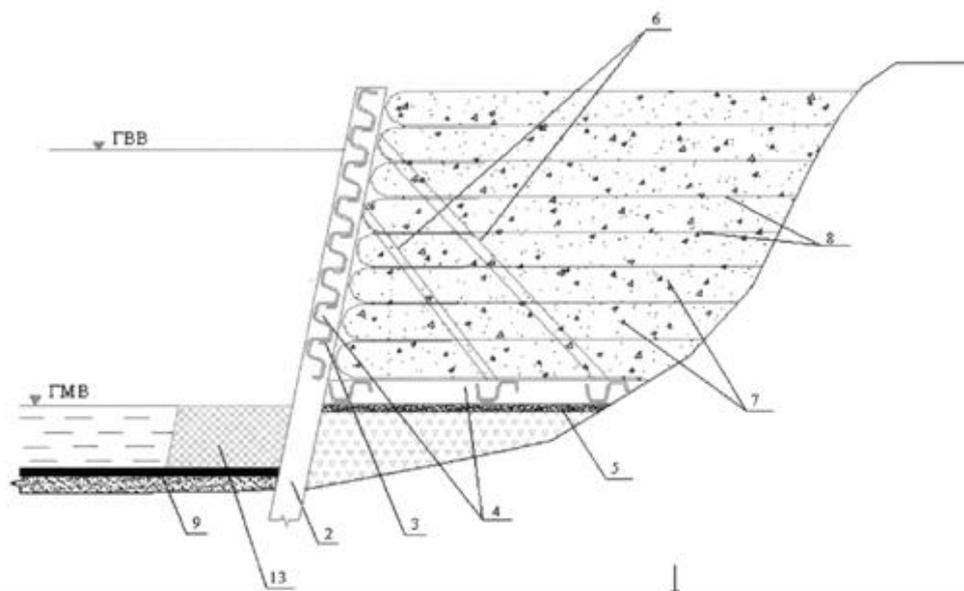
Конструкция включает переднюю сборную стенку из профильных стальных несущих вертикальных (2 рисунков 8.25 и 8.26) и продольных элементов (3 рисунков 8.25 и 8.26), объединяемых в модульные секции (4 рисунка 8.26). Основание сетки опирается на выравнивающий слой (5 рисунков 8.25 и 8.26) гравийно-галечникового грунта при помощи наклонных стоек (6 рисунков 8.25 и 8.26). АНК применяется для устройства в застенной части стены армогрунтовой конструкции (7 рисунков 8.25 и 8.26) из чередующихся слоев уплотнительного дренирующего грунта (8 рисунков 8.25 и 8.26), проложенных укрепляющими сетками либо

\* По рекомендациям [8, 14]



2 – стальные передние вертикальные элементы; 3 – металлические элементы из гофрированной листовой стали; 5 – выравнивающий слой из гравийно-галечникового грунта; 6 – соединяющие металлические тяги; 7 – армогрунтовая конструкция в застенной части подпорной стены; 8 – слои уплотненного дренирующего грунта; 9 – сетка из стеклопластиковой арматуры; 10 – геотубы; 11 – заполнение геотуб грунтом; 12 – высокопрочный тканый геотекстильный материал.

Рисунок 8.25 – Берегозащитное подпорно-удерживающее сооружение с геотубами с армогрунтом в застенной части



2 – стальные передние вертикальные элементы; 3 – металлические элементы из гофрированной листовой стали; 4 – металлические модульные секции; 5 – выравнивающий слой из гравийно-галечникового грунта; 6 – соединяющие металлические тяги; 7 – армогрунтовая конструкция в застенной части подпорной стены; 8 – слои уплотненного дренирующего грунта; 9 – сетка из стеклопластиковой арматуры; 13 – габионы

Рисунок 8.26 - Берегозащитное подпорно-удерживающее сооружение с габионами, уложенными со стороны акватории

обернутых полотнищами из геотекстильного материала. Возможна комбинация композитных и геотекстильных материалов.

## **8.6 Устройство подпорных стен**

8.6.1 Целесообразность применения АНК в конструкциях подпорных стен должна определяться исходя из технико-экономического сравнения вариантов с учетом условий эксплуатации (наличие агрессивных сред, необходимость устройства проемов), возможности снижения материалоемкости и стоимости строительства. Проектирование разных типов подпорных стен с применением АНК должно выполняться в соответствии с требованиями СП 43.13330, СП 22.13330, СП 63.13330, СП 45.13330, Пособия [22].

8.6.2 Применение АНК следует рассматривать для следующих типов подпорных стен:

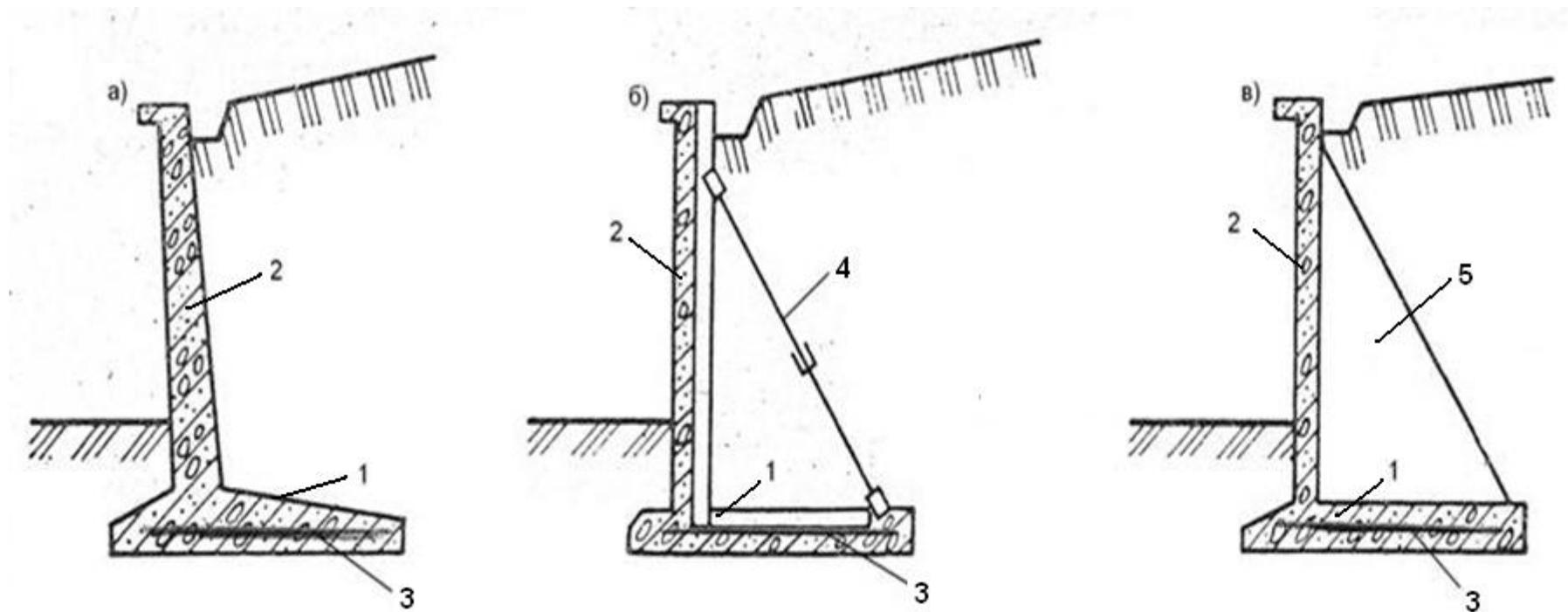
- тонкостенные уголкового типа (консольные, анкерные, контрфорсные);
- гибкие (консольные, распорные или с анкерным креплением);
- гравитационные армогрунтовые.

8.6.3 Для стен уголкового типа, состоящих из жестко или шарнирно-сопряженных лицевой и фундаментной плит (см. рисунок 8.27), применение АНК является эффективным при армировании подстенных фундаментных плит.

*Примечание* – В полносборных конструкциях лицевые и фундаментные плиты выполняются из готовых элементов. В сборно-монолитных конструкциях лицевая плита сборная, а фундаментная – монолитная. Возможно устройство полностью монолитных подпорных стен.

8.6.4 Армирование фундаментных плит подпорных стен с применением АНК следует предусматривать из плоских сеток, выполняемых в соответствии с ГОСТ 23279, 4.4 и 8.2.2.3.

8.6.5 Для монолитных стен армирование может быть осуществлено отдельными стержнями. При этом стержни АНК применимы также в качестве противосадочной арматуры для лицевых плит и дополнительного армирования шва бетонирования в месте сопряжения подошвы и стенки.



- 1 – фундаментная плита;  
 2 – лицевая плита;  
 3 - армирование АНК подстенкой фундаментной плиты;  
 4 - анкерные тяги из АНК;  
 5 – жесткий контрфорс

а) консольная;    б) с анкерными тягами;    в) контрфорсные

Рисунок 8.27 – Подпорные стены углового типа

8.6.6 Для анкерных тяг (см. рисунок 8.27 б), соединяющих фундаментные и лицевые плиты, может быть применена АНК-Б, соответствующая по прочности арматурной стали классов АIII (А 400), АIV (А 600), AV (А 800) по ГОСТ 5781 или Ат600, Ат800 по ГОСТ 10884.

8.6.7 Толщина защитного слоя для рабочей АНК подпорных стен уголкового типа должна приниматься не менее 30 мм и не менее диаметра стержней арматуры. В монолитных фундаментных плитах, при отсутствии бетонной подготовки, защитный слой бетона для нижней рабочей АНК-Б рекомендуется принимать не менее 50 мм.

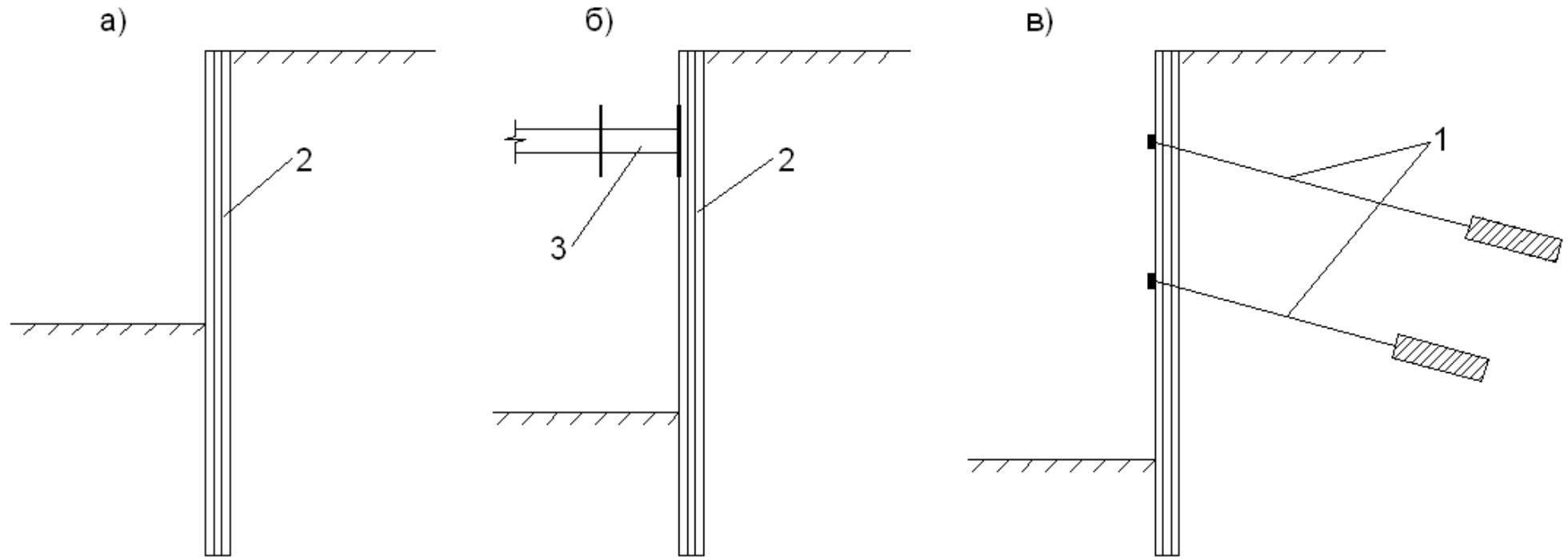
8.6.8 Для тонкостенных подпорных стен с АНК рекомендуется применять бетоны по прочности на сжатие не ниже класса В20.

8.6.9 Для конструкций, подвергающихся попеременному замораживанию и оттаиванию, в проекте должна быть оговорена марка бетона по морозостойкости и водонепроницаемости. Проектная марка бетона устанавливается в зависимости от температурного режима, возникающего при эксплуатации сооружения, значений расчетных зимних температур наружного воздуха в районе строительства и принимается в соответствии с рекомендациями приложения К, таблица К.2, составленная по справочнику [22].

8.6.10 Для гибких подпорных и временных ограждающих стен, выполняемых из буронабивных свай или методом «стена в грунте» (см. рисунок 8.28) применение АНК является эффективным для:

- устройства проемов в сплошной стене для перепуска коммуникаций, обеспечения выхода (входа) тоннелепроходческого щита (см. 8.6.11);
- несущих тяг грунтовых анкеров или анкерных свай, обеспечивающих прочность и устойчивость подпорной стены, ограждения котлована (см. 8.7).

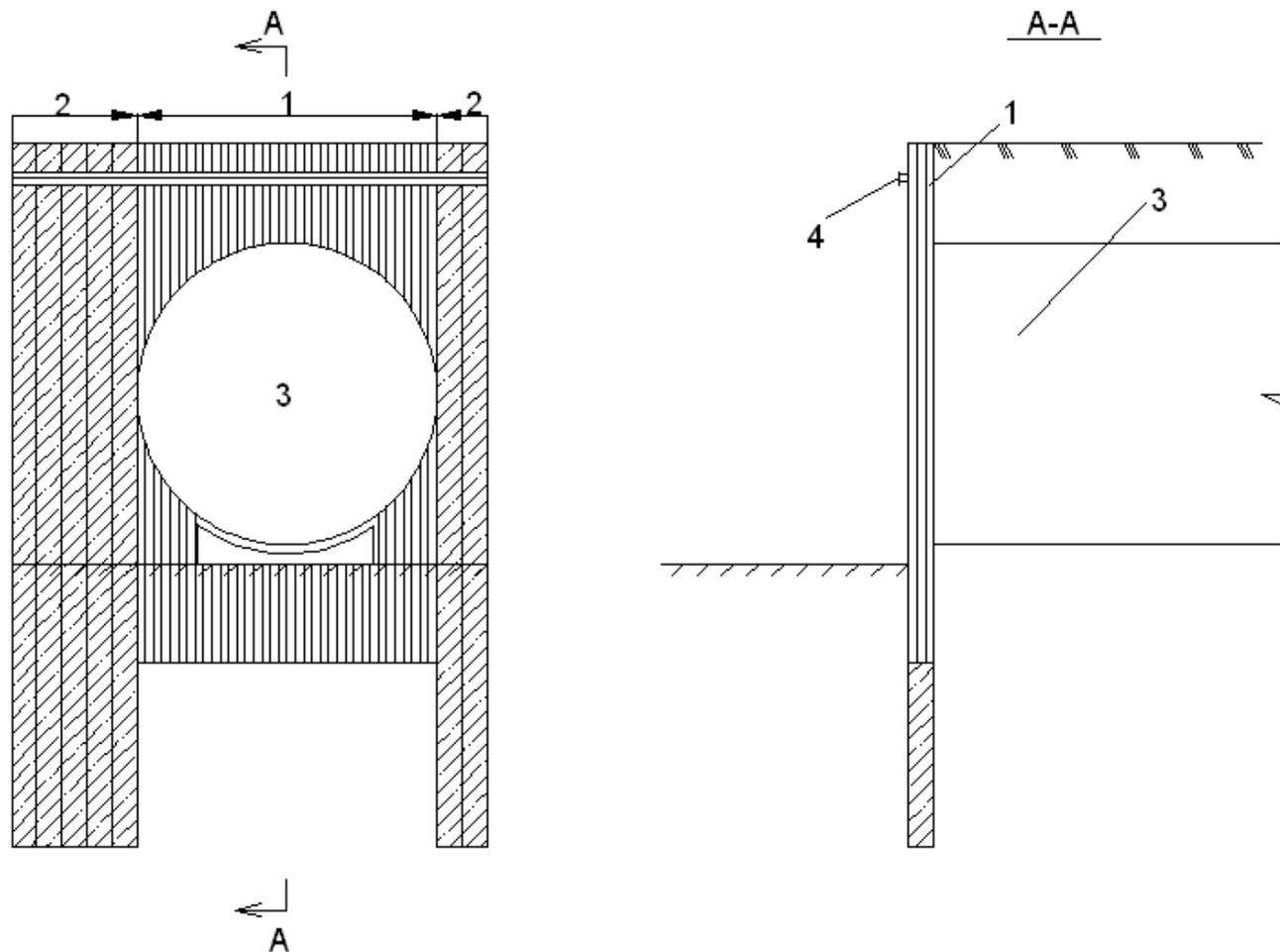
8.6.11 На рисунке 8.29 в качестве примера приведена типовая схема армирования ограждающей свайной стены щитовой монтажной (демонтажной) камеры в зоне врезки тоннелепроходческого щита, путем замены традиционных



1 – тяги анкеров крепления из АНК;  
 2 – армокаркасы из АНК;  
 3 – распорные элементы

а) консольная; б) с распорным креплением; в) с грунтовыми анкерами

Рисунок 8.28 – Схемы гибких подпорных стен



1 – сваи ограждения с каркасами из АНК;

2 – сваи ограждения с каркасами из стальной арматуры;

3 – зона врезки щита;

4 – продольный пояс

Рисунок 8.29 – Схема армирования ограждающей стены щитовой монтажной (демонтажной) камеры в зоне врезки тоннелепроходческого щита

армокаркасов из рабочей стальной арматуры АIII (А 400) диаметром от 20 до 32 мм на пространственный каркас из равнопрочного АНК-С. Конструкция и детали свайного каркаса из АНК-С показаны на рисунках 8.30 - 8.32.

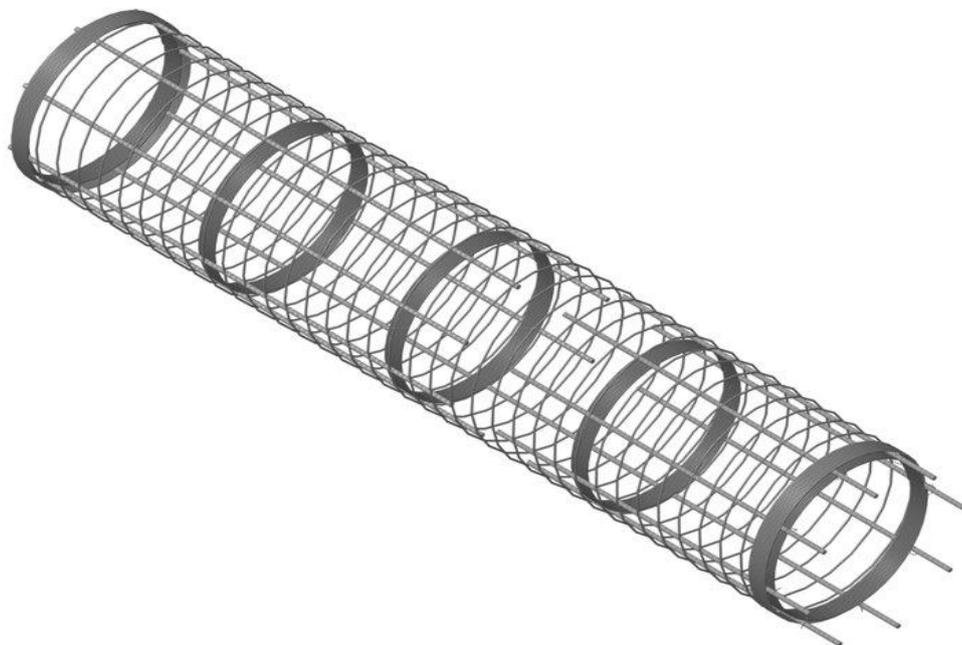


Рисунок 8.30 – Конструкция каркаса буронабивной сваи из АНК\*

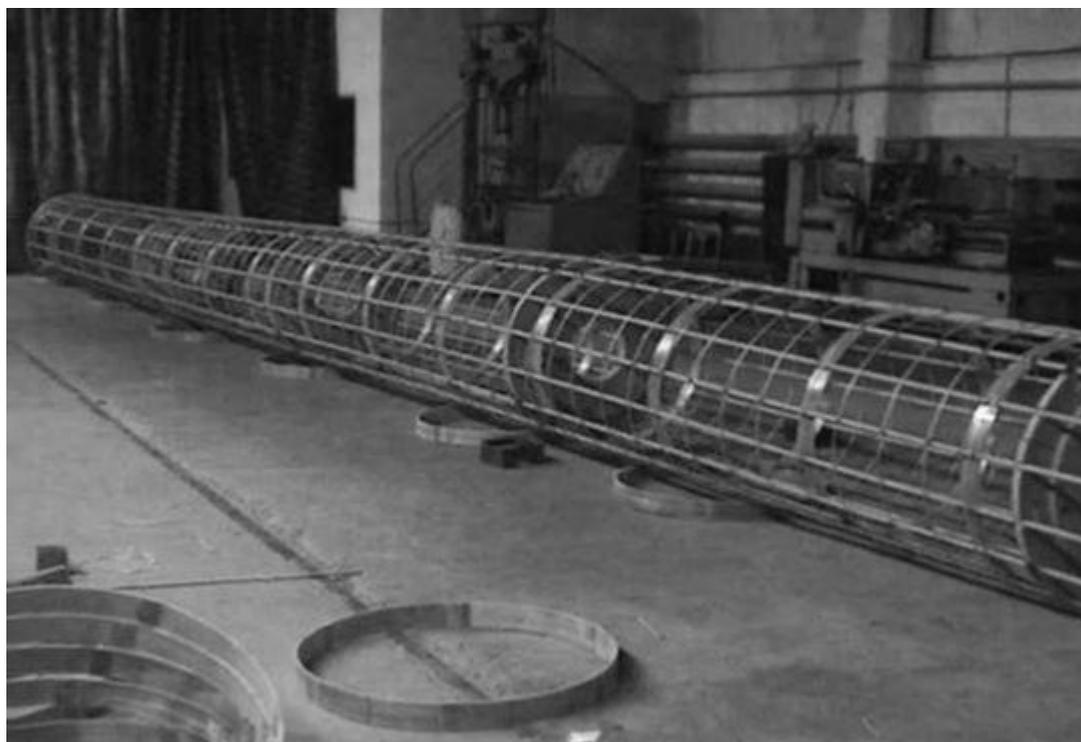


Рисунок 8.31 – Каркас буронабивной сваи из АНК-С в сборе\*

\* По информационным материалам [11]



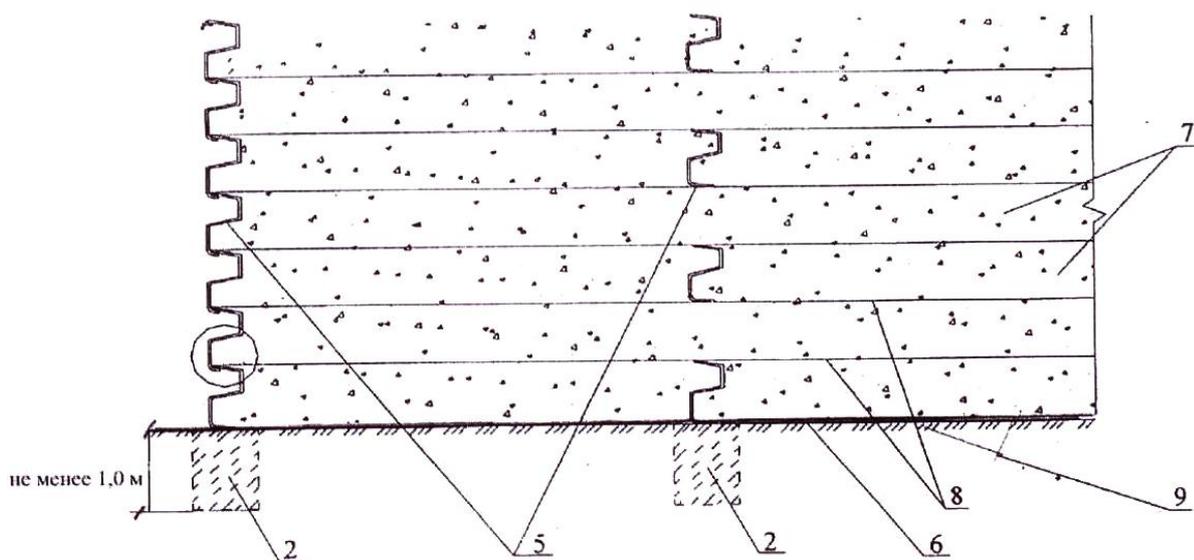
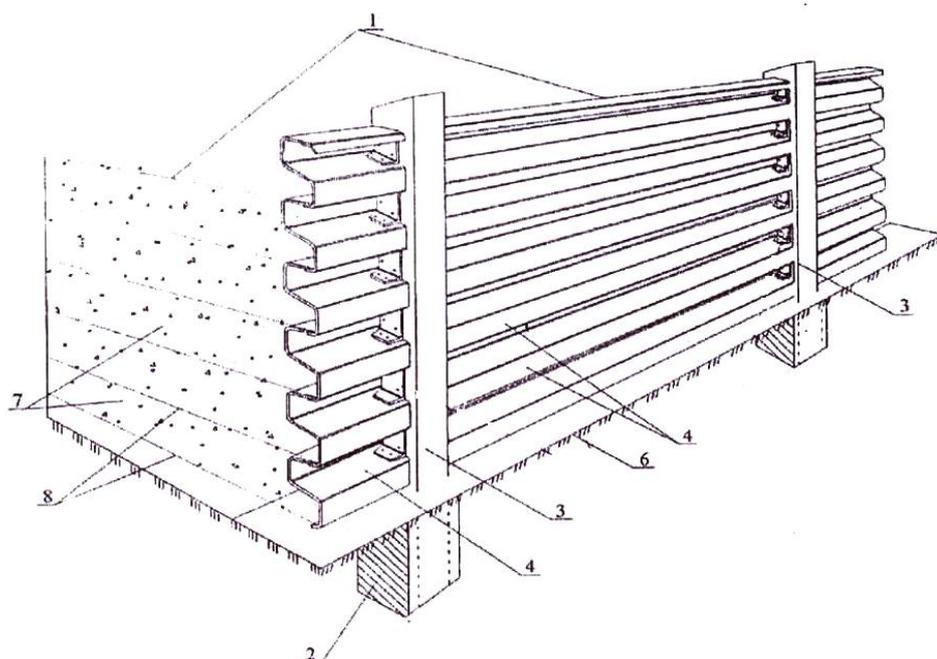
Рисунок 8.32 – Деталь крепления рабочего стержня АНК-С к кольцу жесткости\*

8.6.13 Характеристика и пример конструкции гравитационной подпорной стены приведены в 8.6.13.1 – 8.6.13.2.

8.6.13.1 Массивные гравитационные подпорные конструкции, сооружаемые с применением АНК, включают, как правило, массив насыпного или грунта естественного строения, армированный сетками или отдельными стержнями АНК и поверхностную плоскую или профильную защитную стену. Данный тип подпорных стен может эксплуатироваться в сложных инженерно-геологических условиях.

8.6.13.2 В качестве примера на рисунке 8.33 приведена конструкция объемной гравитационной подпорной стены с застенной частью армированной с применением АНК, которая может быть использована в транспортном и промышленно-гражданском строительстве в сложных инженерно-геологических условиях [8].

\* По информационным материалам [11]



- 1 – застенная армогрунтовая конструкция;
- 2 – бетонный фундамент;
- 3 – стальные профильные вертикальные стойки;
- 4 – стальные гофрированные продольные элементы;
- 5 – секции защитной стены;
- 6 – гравийно-песчаный выравнивающий слой толщиной 150 – 200 мм;
- 7 – слой уплотненного дренирующего грунта;
- 8 – армирующие сетки из АНК (преимущественно АНК-Б);
- 9 – естественное грунтовое основание

Рисунок 8.33 – Объемная подпорная стена с застенной частью армированной с применением АНК

## 8.7 Устройство анкерного крепления

8.7.1 Грунтовые анкеры и анкерные сваи с несущими тягами из АНК могут быть применены для крепления подпорных стен, ограждений котлованов, днищ доков и опускных колодцев, мачт освещения и электропередач, фундаментов и опор различного назначения и др.

8.7.2 Крепление подпорных стен и других конструкций грунтовыми анкерами или анкерными сваями, в которых в качестве несущих тяг использована АНК, должно обеспечивать их прочность, устойчивость и малую деформируемость в течение всего периода эксплуатации.

8.7.3 При проектировании и производстве работ по устройству анкерного крепления с применением АНК следует руководствоваться указаниями СП 22.13330, СП 45.13330, СП 24.13330, Руководства [23], ВСН-506-88 [24].

8.7.4 Грунтовые анкеры с тягами из АНК должны применяться как предварительно-напряженные. Величина усилия предварительного натяжения ( $A_6$ ) должна составлять:

$$0,8 \cdot A_p \leq A_6 \leq 1,2 \cdot A_p, \quad (8.1)$$

где  $A_p$  – расчетная нагрузка на анкер, определяемая на стадии проектирования по 8.7.3.

Значение преднапряжения анкеров устанавливается проектом.

8.7.5 Анкерные сваи с тягами из АНК перед закреплением на подпорной стене (ограждающей конструкции или другом объекте), должны подвергаться технологическому натяжению усилием не менее  $0,2 \cdot A_p$ .

8.7.6 Для обеспечения надежности крепления расчетная выдергивающая нагрузка ( $A_p$ ) в период эксплуатации крепления не должна превышать прочности на растяжения тяги из АНК, с учетом соответствующих коэффициентов запаса

$$A_p \leq \frac{\gamma_c \cdot \sigma_v \cdot F_m}{\gamma_m \cdot K_m}, \quad (8.2)$$

где  $\sigma_v$  - значение предела прочности при растяжении;

$F_m$  - расчетная площадь сечения тяги из АНК;

$\gamma_c = 0,9$  – коэффициент условий работ для растянутой тяги при расчете на прочность по неослабленному сечению в соответствии с СП 16.13330;

$\gamma_m = 1,1 \div 1,2$  – коэффициент надежности по материалу тяги при расчете по предельным состояниям первой группы;

$K_m = 1,5$  – коэффициент надежности по нагрузке, в соответствии с СП 45.13330.

8.7.7 В качестве несущих тяг временных анкеров допускается использовать как АНК-С так и АНК-Б. Для условий городского строительства тяги временных анкеров крепления котлованов необходимо выполнять из АНК-С.

Примечание – Характеристики прочности на срез и смятие тяг из АНК-С позволяют прокладку подземных коммуникаций в стесненных городских условиях без извлечения анкеров.

8.7.8 Для несущих тяг постоянных анкеров и свай крепления подпорных стен, а также анкеров и свай используемых для обеспечения устойчивости сооружений от всплытия, следует применять долговечную и более высокопрочную АНК-Б.

8.7.9 При условии равнопрочности и ограничения деформируемости под нагрузкой АНК может быть применена взамен следующих типов стальной арматуры и проката:

- горячекатаная арматурная сталь периодического профиля класса АIII (А 400), АIV (А 600), AV (А 800) по ГОСТ 5781, диаметром от 25 мм до 40 мм;
- термомеханически упрочненная арматурная сталь периодического и винтового профиля класса Ат500с, Ат600, Ат600с, Ат800, Ат1000 по ГОСТ 10884, ТУ-14-2-686-86 [17], ТУ-14-1-5492-2004 [18] диаметром от 18 мм до 36 мм;
- канаты стальные арматурные  $1 \times 7$ , соответствующие ГОСТ 13840;
- трубчатые винтовые штанги, соответствующие СТО-ГК «Трансстрой-023-2007» [20].

8.7.10 Для тяг грунтовых анкеров и анкерных свай рекомендуется, преимущественно, использовать АНК расчетной несущей способностью на растяжение от 300 до 900 кН, включая:

- стержни арматурные трубчатого поперечного сечения, выполненные из стеклянных и базальтовых волокон с гладкой и рифленой поверхностью по ТУ 5769-001-00243240-2010 [19];

- стержни арматурные композитные сплошного сечения с повышенным модулем упругости по ТУ 2296-290-36554501-2010 [25];

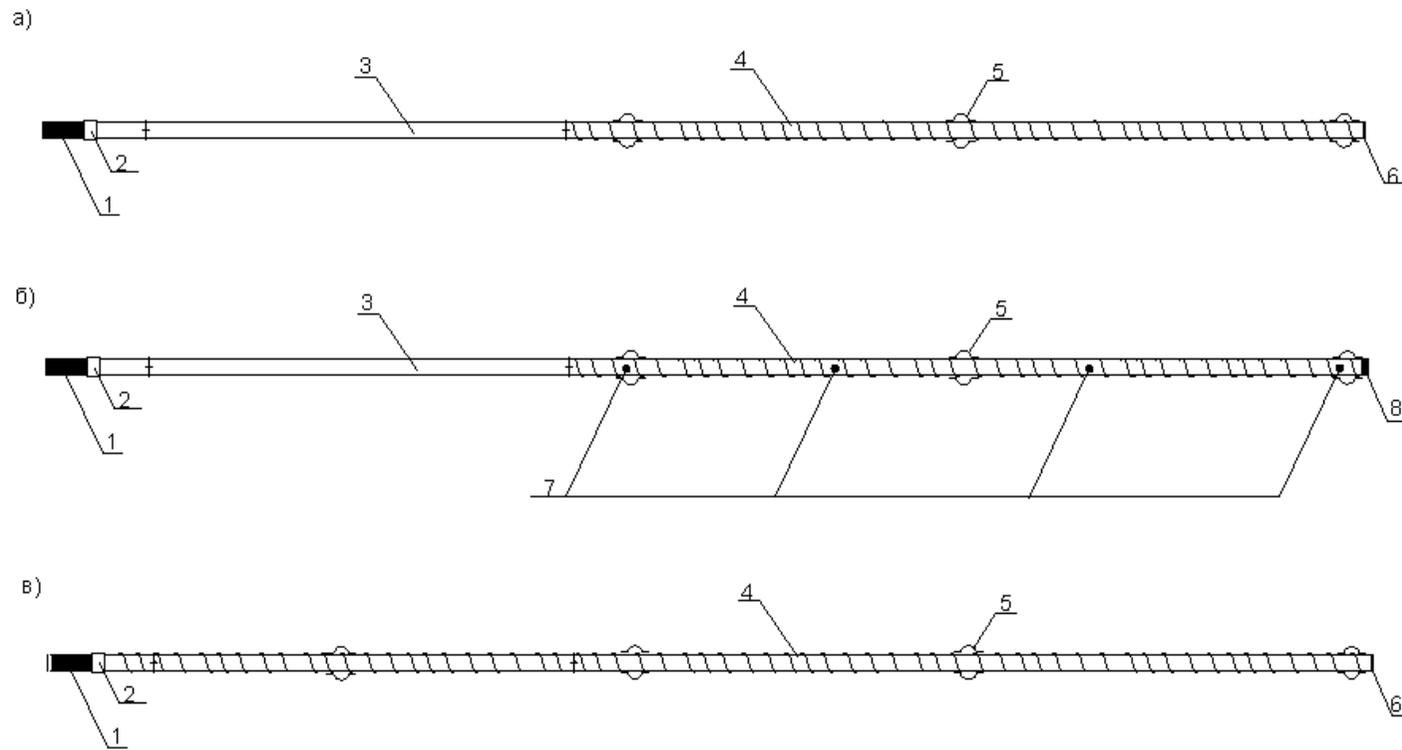
- стержни арматурные периодического профиля стеклопластиковые номинальным диаметром по ТУ 2296-016-20994511-2009 [26].

8.7.11 Для закрепления в грунте анкера или анкерной сваи с тягой из АНК следует использовать инъекционные методы, при которых заделка создается путем нагнетания в рабочую зону твердеющих растворов на основе портландцемента М400 – М500 по ГОСТ 10178.

8.7.12 Технологическая схема устройства анкеров и анкерных свай с применением АНК должна включать следующие последовательно выполненные операции:

- буровая проходка наклонной скважины на полную длину;
- комплектование анкера на строительной площадке и погружение его в предварительно пробуренную скважину;
- формирование тела заделки анкера в грунте;
- выстойка анкера до набора цементным раствором проектной прочности;
- испытание и закрепление анкера на ограждающей конструкции.

8.7.13 В качестве примера на рисунке 8.34 приведены конструкции анкера и анкерной сваи из АНК трубчатого сечения для крепления подпорных стен и ограждений котлованов.



1 – оголовок из стальной арматуры винтового профиля;

2 – соединительная муфта;

3 – тяга анкерная (гладкая часть стержня);

4 – тяга анкерная (рифленая часть стержня, навивка, высота ребра 3 – 5 мм);

5 – пластиковый фиксатор;

6 – временная пробка;

7 - выпускные инъекционные отверстия  $d= 5 - 8$  мм перекрытые защитной манжетой;

8 – постоянная заглушка

а) анкер с выходом раствора через нижний торец;

б) анкер с выпускным отверстием по длине;

в) анкерная свая с выходом раствора через нижний конец

Рисунок 8.34 – Конструкция анкера и анкерной сваи из АНК трубчатого сечения

## 8.8 Опережающее крепление грунта по трассе проходки тоннелей

8.8.1 При механизированной проходке транспортных тоннелей и других подземных выработок сплошным забоем, для предотвращения вывалов, обрушений и осадок дневной поверхности, армирующие элементы из АНК-С могут быть применены для опережающего крепления грунта по трассе проходки (см. рисунок 8.35).

Примечание – Армирующие элементы из АНК-С, имеющие высокую прочность на растяжение, обладают низким сопротивлением на срез и смятие, легко разрушаются несущим органом ТПМК\* или экскаваторным рабочим органом, а фрагменты разрушенной АНК-С не создают помех и безопасны при работе механизмов.

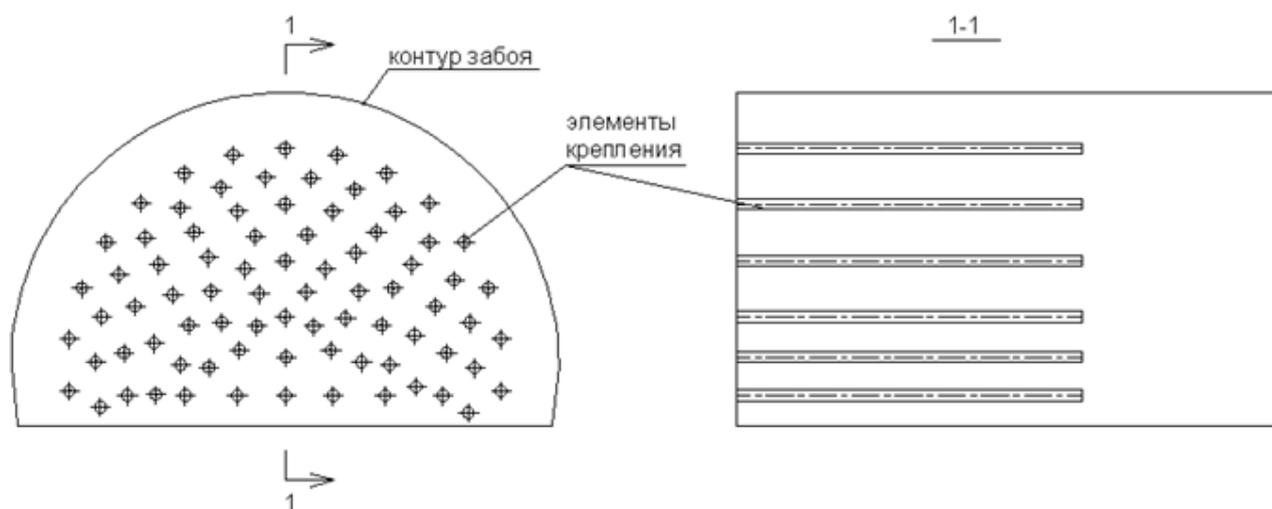


Рисунок 8.35 – Опережающее крепление забоя по трассе проходки при помощи армирующих элементов из АНК-С

8.8.1.2 Армирующие элементы из АНК-С (см. рисунок 8.36) устанавливаются в предварительно пробуренные по сечению забоя горизонтальные (слабо наклонные до  $5^\circ$ ) шпурсы, в которых закрепляются, как правило, при помощи нагнетания цементного раствора. В более устойчивых грунтах стержни из АНК-С могут быть погружены непосредственно в грунт путем забивки, задавливания, закручивания.

\* Тоннелепроходческий механизированный комплекс

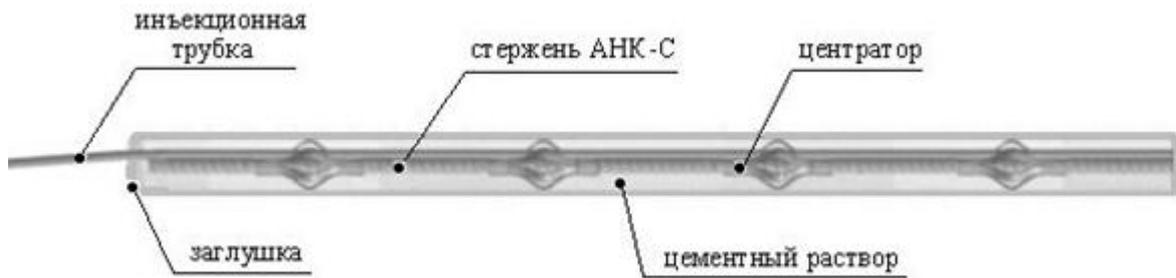


Рисунок 8.36 – Конструкция армирующего элемента из АНК-С\*

8.8.1.3 Для армирующих элементов закрепляемых на цементном растворе целесообразно использование АНК-С трубчатого сечения, с инъекционными отверстиями перекрытыми защитными манжетами или выходом раствора через нижний торец стержня, защищенный временной заглушкой (см. рисунок 8.37).

8.8.1.4 Частота размещения армирующих элементов из АНК-С по площади забоя определяется в ППР, в зависимости от характеристик проходимых грунтов и должна составлять, как правило, от 0,6 до 1 м для погружных стержней и от 1,0 до 1,5 м для стержней закрепляемых в буровых шпурах.

8.8.1.5 Длина армирующих элементов из АНК-С, определяется темпами и конкретными инженерно-геологическими условиями по трассе механизированной проходки составляет, как правило, от 8 до 15 м.

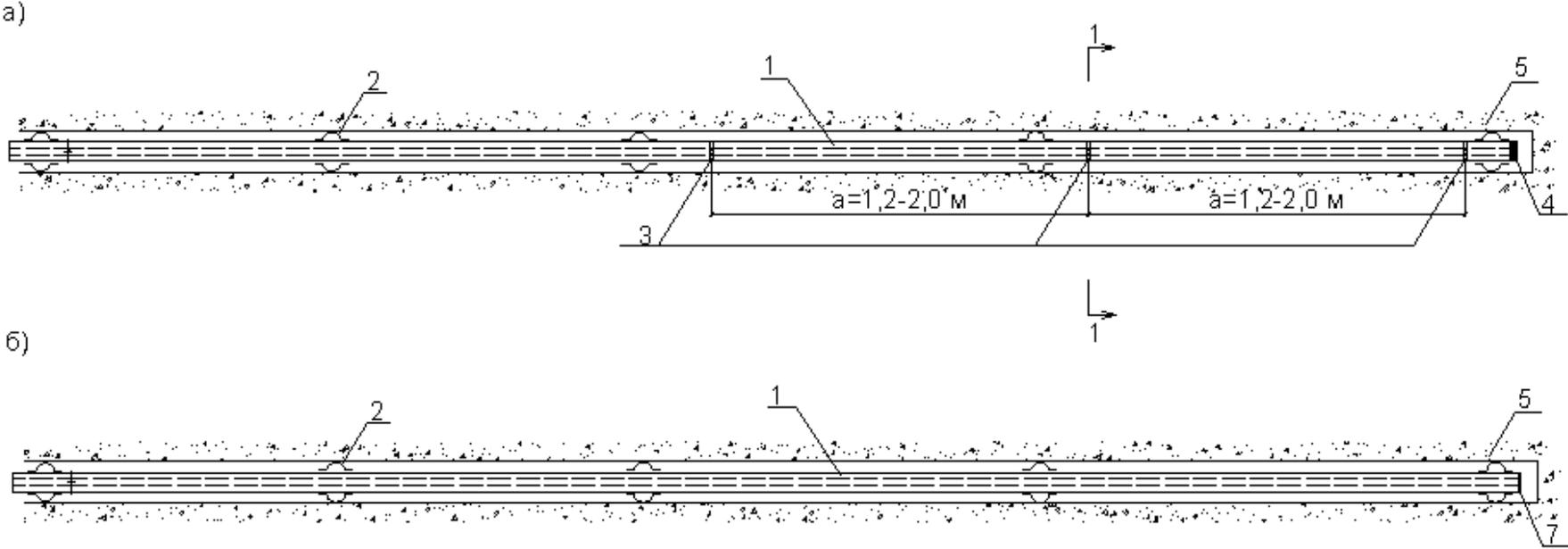
## 8.9 Крепление горных выработок стеклопластиковыми анкерами

8.9.1 Анкера из АНК-С (АС) применяются для временной или постоянной крепи кровли и боков (бортов) подготовительных, капитальных или очистных горных выработок, а также откосов насыпей и выемок.

Примечание – Преимуществами такого типа инвентарных АС являются: небольшой вес и высокая прочность на растяжение, отсутствие металла в конструкции (исключает возможность фрикционного искрения при забурировании), высокая коррозионная стойкость к агрессивным средам, возможность легкого разрушения.

8.9.2 Конструкция АС и его параметры должны соответствовать условиям применения и обеспечивать устойчивое состояние кровли и боков горной выработки в течение срока их службы (не менее 10 лет).

\* По информационным материалам [11]



- 1 – армирующий элемент из АНК-С;
- 2 – пластиковый фиксатор;
- 3 – выпускные инъекционные отверстия  $d= 5 – 8$  мм перекрытые защитной манжетой;
- 4 – постоянная заглушка;
- 5 – грунтовый массив;
- 6 – шпур;
- 7 – временная пробка

а) с выпускными отверстиями по длине;

б) с выходом раствора через нижний торец

Рисунок 8.37 – Конструкция армирующего элемента из АНК-С трубчатого сечения

8.9.3 В состав конструкции АС для крепления горных выработок (см. рисунок 8.38), как правило входят следующие элементы [27]:

- стержни АНК-С периодического профиля сплошного или трубчатого поперечного сечения с наружным диаметром от 16 до 26 мм, нижний конец стержня скошен под острым углом;

- опорная втулка с граненым торцом, диаметром от 40 до 60 мм и длиной не менее 80 мм;

- опорная пластина-шайба диаметром от 100 до 150 мм из стеклопластика или стали.

8.9.4 Длина АС должна быть не менее 1,2 м. Максимальная длина АС определяется инженерно-геологическими условиями и размерами выработки. Как правило, используются АС длиной до 3,0 м.

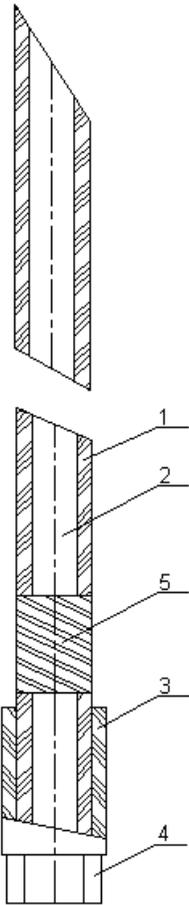
8.9.5 Основные прочностные характеристики АНК-С для стеклопластикового анкера крепления горных выработок должны соответствовать требованиям приведенным в таблице 8.5.

Таблица 8.5 – Прочностные характеристики

Характеристика	Единица измерения	Расчетное значение
Предел прочности при растяжении, не менее	МПа	600
Предел прочности при поперечном срезе, не менее	МПа	150
Предельный крутящий момент, не менее	Н·м	40

8.9.6 Закрепление АС в предварительно пробуриваемых шпурах осуществляется инъекционным или ампульными способами быстротвердеющими составами на цементном или полимерном вяжущем. Закрепление анкерного стержня следует проводить по всей длине шпура. Диаметр шпура для установки АС должен быть больше диаметра анкерного стержня на величину, как правило, от 6 до 20 мм.

8.9.7 При инъекционном способе пробуренный шпур с помощью пневмонагнетателя следует на две трети длины заполнить закрепляющим составом, затем ввести АС. По мере продвижения АС внутрь шпура вытесняется



- 1 – стержень АНК-С трубчатого сечения;  
 2 – внутренний канал;  
 3 – втулка;  
 4 – торец нижний граненый  
 5 – опорная пластина

Рисунок 8.38 – Анкер крепления горных выработок АС

закрепляющий состав, который тем самым заполняется шпур полностью.

8.9.8 При ампульном способе в пробуренный шпур с помощью забойника необходимо подать необходимое количество ампул с закрепляющим составом. В оставшуюся часть шпура, свободную от ампул, вводят стержень анкера. Внешний конец АС вставляют в шпindelь вращательно-подающего механизма (сверло, перфоратор и др.). В течение 15...30 с вращающийся анкер равномерно проталкивают (подают) в шпур [27].

8.9.9 На внешние концы АС, при необходимости, могут быть установлены шайбы, дохваты, металлическая или полимерная сетка, которые должны быть плотно прижаты к закрепляемой поверхности выработки, насыпи или откоса.

## **9 Правила безопасного выполнения работ с применением неметаллической композитной арматуры**

9.1 Строительные работы с применением АНК следует выполнять в соответствии с требованиями СП 49.13330, СНиП 12-04-2002. Часть 2, СанПин 2.2.3.1384-03 [28], ПБ 01-2003 [29], ПБ 03-428-02 [30], ВСН 37-84 [31], а также ведомственных и специализированных руководящих технических документов на данный вид работ.

9.2 При применении эпоксидных смол для пропитки мест пересечений стержней при формировании арматурных сеток необходимо соблюдать требования Правил ПОТ Р М-024-2002 [32].

9.3 Применяемое производственное оборудование, должно соответствовать требованиям безопасности согласно ГОСТ 12.2.003.

9.4 Защита от статического электричества на производстве – по ГОСТ 12.1.045.

9.5 Параметры микроклимата регламентируются ГОСТ 12.1.005.

9.6 При работе с изделиями из стеклопластика необходимо соблюдать требования пожарной безопасности в соответствии с ГОСТ 12.1.004.

По горючести в соответствии с ГОСТ 30244 материал стержней относится к группе Г4.

Примечание - При горении стеклопластика выделяются: углекислый газ, углеводороды метанового ряда. Способность взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом и другими веществами отсутствует. Огнетушащие средства при возникновении пожара: вода, пена, песок, кошма, углекислотные, пенные и порошковые огнетушители.

9.7 При работе с АНК необходимо использовать индивидуальные средства защиты кожи рук по ГОСТ 12.4.068 и специальную одежду по ГОСТ 12.4.011 и ГОСТ 12.4.103. При резке арматуры дополнительно использовать индивидуальные средства защиты органов дыхания по ГОСТ 12.4.034 и защиты глаз по ГОСТ Р 12.4.230.1.

9.8 Неметаллическая композитная арматура в процессе хранения и эксплуатации не выделяет веществ, вредных для человека и окружающей среды и по ГОСТ 12.1.007 относится к 4 классу опасности (малоопасные вещества). При работе с АНК выделения вредных химических веществ не должны превышать среднесуточные ПДК для атмосферного воздуха населенных пунктов в соответствии с ГОСТ 12.1.005 (см. таблица 9.1).

Таблица 9.1 – ПДК вредных веществ при работе с АНК

Наименование вещества	ПДК рабочей зоны, мг/м <sup>3</sup>	ПДК атм. воздуха, мг/м <sup>3</sup>	Класс опасности
Эпихлоргидрин	1,0	0,2	2
Толуол	50,0	0,6	3
Формальдегид	0,5	0,01	2
Окись углерода	20,0	3,0	4
Уксусная кислота	5,0	0,06	3

9.9 Предельно допустимая концентрация пыли в воздухе рабочей зоны должна соответствовать требованиям ГОСТ 12.1.005 и не должна быть более 4 мг/м<sup>3</sup>.

9.10 Для удаления вредных выделений помещения для работы с АНК должны быть оборудованы механической приточно-вытяжной вентиляцией, а рабочие места – местной вытяжной вентиляцией по ГОСТ 12.4.021.

## **10 Охрана окружающей среды**

10.1 Мероприятия по охране окружающей среды должны осуществляться в соответствии с ГОСТ 17.2.3.02.

10.2 Нормативная санитарно-защитная зона для работы со стеклопластиковой и базальтопластиковой арматурой должна соответствовать требованиям СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 [31], п.4.1.1.

10.3 Утилизация отходов производства должна производиться в соответствии с СанПиН 2.1.7.1322-03 [34].

## Приложение А

(справочное)

## Сравнение физико-механических характеристик стальной и неметаллической композитной арматуры

Таблица А.1 - Значения характеристик

Характеристики	Арматурная сталь класса А-III (А400С) ГОСТ 5781-82	Неметаллическая композитная арматура АНК	
		АНК-С	АНК-Б
Материал	Сталь горячекатаная 35ГС, 25Г2С, Ст3КП, Ст3ПС и др.	стеклянные волокна связанные полимером	базальтовые волокна связанные полимером
Предел прочности при растяжении (временное сопротивление), МПа	590	600 ÷ 1750	800 ÷ 1850
Модуль упругости при растяжении, МПа	200000	45000 ÷ 70000	50000 ÷ 80000
Относительное удлинение, %	14	1,5 ÷ 3,0	
Характер поведения под нагрузкой (зависимость «напряжение-деформация»)	Кривая линия с площадкой текучести под нагрузкой	Прямая линия с упруголинейной зависимостью под нагрузкой до разрушения	
Плотность, т/м <sup>3</sup>	7,8	1,8 ÷ 1,9	1,9 ÷ 2,1
Коррозионная стойкость к агрессивным средам	Корродирует с выделением продуктов ржавчины	Нержавеющий материал первой группы химической стойкости, в том числе к щелочной среде бетона	
Теплопроводность	Теплопроводна	Нетеплопроводна	
Электропроводность	Электропроводна	Неэлектропроводна - диэлектрик	
Наружные диаметры выпускаемых профилей, мм	6-40	4 - 80	
Длина	Стержни длиной 6-12 м	Любая длина по требованию заказчика	
Экологичность	Экологична	Не выделяет вредных и токсичных веществ при хранении и эксплуатации	
Долговечность	По строительным нормам	Не менее 50 лет	Не менее 80 лет

Таблица А.2 - Показатели равнопрочной замены стальной арматуры А III (А 400С) на АНК-С

№ п/п	Стальная арматура по ГОСТ 5781			Равнопрочная АНК-С		
	Номер профиля	Масса 1 м профиля, кг	Длина арматуры в 1-й тонне проката, м	Номинальный диаметр, мм	Масса 1 м профиля, не более, кг	Количество арматуры из 1-й тонны, не менее, м
1	6АIII	0,222	4504	4	0,025	40000
2	8АIII	0,395	2531	6	0,055	18182
3	12АIII	0,888	1126	8	0,098	10204
4	14АIII	1,210	826	10	0,153	6536
5	16АIII	1,580	632	12	0,221	4525
6	18АIII	2,000	500	14	0,300	3333

## Приложение Б

(справочное)

### Примеры параметров и характеристик выпускаемых типов АНК

Б.1 Основные параметры и характеристики АНК по ТУ 2296-016-20994511-2009 [26]

Б.1.1 Технические условия распространяются на стержни арматурные периодического профиля стеклопластиковые, предназначенные для армирования обычных и предварительно напряженных бетонных конструкций различного назначения, в том числе при ремонте конструкций зданий и сооружений, а также для армирования грунтов и горных пород при горнопроходческих работах, проходке тоннелей и выемке котлованов.

Б.1.2 Номера профилей и расчетные площади поперечного сечения стержней приведены в таблице Б.1.

Т а б л и ц а Б.1 – Расчетные характеристики СППС\*

Номер профиля (номинальный диаметр стержня, $d$ , мм)	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	30
Расчетная площадь поперечного сечения стержня, $A$ , мм <sup>2</sup>	28,3	50,3	78,5	113,1	153,9	201,0	254,3	314,0	379,9	491,6	615,4	706,5
Расчётная масса стержня длиной 1 м, кг	0,055	0,098	0,153	0,221	0,300	0,392	0,496	0,612	0,741	0,959	1,200	1,377

Б.1.3 Профиль и обозначение размеров стержней приведены на рисунке Б.1.

Примечание - Номер профиля соответствует внутреннему диаметру профиля стержня – диаметру  $d$ , над которым с шагом  $t$  возвышаются волнообразные выступы высотой  $h$ , формирующие наружный диаметр стержня  $d_n$

\* Стержни арматурные периодического профиля стеклопластиковые

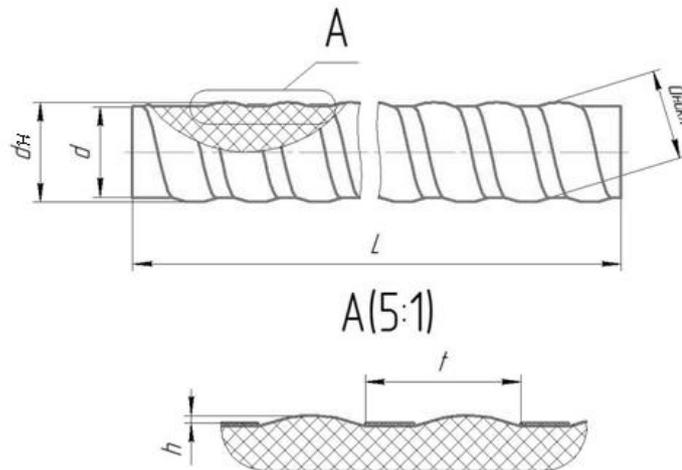


Рисунок Б.1 – Профиль стержня

Б.1.4 Размеры стержней и предельные отклонения размеров должны соответствовать значениям, приведенным в таблице Б.2

Таблица Б.2

Номер профиля	$d$ , мм		$d_n$ не менее, мм	$d_{накл}$ , мм		$h$ не менее, мм	$t$ , мм
	номинал	пред. откл.		номинал	пред. откл.		
6	6,0	+0,8 -0,5	7,0	6,5	+0,8 -0,5	0,50	5-7
8	8,0		9,5	8,4		0,75	5-8
10	10,0		12,0	10,5		1,00	7-9
12	12,0		14,5	12,5		1,00	7-10
14	14,0		16,5	14,4		1,20	7-10
16	16,0		18,5	16,5		1,20	8-12
18	18,0		21,0	18,4		1,5	8-12
20	20,0		23,0	20,4		1,5	8-12
22	22,0		24,5	22,4		1,5	8-12
25	25,0		28,0	25,4		1,5	8-13
28	28,0		32,0	28,4		2,0	9-14
30	30,0		34,0	30,4		2,0	10-15

## Примечания

- 1 Размеры, на которые не установлены предельные отклонения, приведены для справки (построения калибров, разработки технологического процесса и т.п.) и на готовом стержне не контролируются;
- 2 Диаметр  $d_n$  задан для производственного и приёмо-сдаточного контроля;
- 3 Допускаются единичные отклонения значений  $d_{накл}$ , превосходящие верхнее значение поля допуска в 2 раза;
- 4 Шаг укладки винтового профиля  $t$  устанавливают по согласованию с потребителем.

Б.1.5 Минимально допустимые диаметры барабанов, на которые следует наматывать стержни (минимальный диаметр мотка), приведены в таблице Б.3

Таблица Б.3

Номер профиля	Минимальный диаметр мотка, мм
6	800
8	1100
10	1500

Б.1.6 Физико-механические характеристики стержней, контролируемые в процессе производства приведены в таблице Б.4.

Таблица Б.4

Наименование показателя	Единица измерения	Значение показателя
1 Разрушающее напряжение при изгибе ( $\sigma_u$ ), не менее	МПа	500
2 Модуль упругости не менее	МПа	45000
3 Разрушающее напряжение при срезе поперек волокон ( $\tau_{cp}$ ), не менее	МПа	165

Б.1.7 Механические характеристики стержней, необходимые для проектирования и расчета прочности конструкций, приведены в таблице Б.5.

Таблица Б.5

Наименование показателя	Единица измерения	Значение показателя
1 Разрушающее напряжение при растяжении ( $\sigma_p$ ), не менее	МПа	890
2 Разрушающее напряжение при сдвиге вдоль волокон ( $\tau_{cd}$ ), не менее	МПа	30
3 Температура стеклования $T_c$ , не менее	°С	80

Б.2 Основные параметры и характеристики АНК по ТУ 5769-248-35354501-2007 [35]

Б.2.1 Технические условия распространяются на неметаллическую композитную арматуру периодического профиля, выполненную из стеклянных или базальтовых волокон и предназначенную для армирования бетонов, асфальтобетонов в условиях воздействия агрессивных сред.

Б.2.2 Геометрические размеры, предельные отклонения от номинальных размеров, расчетная площадь сечения, масса 1 метра длины арматуры должны соответствовать величинам, приведенным в таблице Б.6.

Таблица Б.6

Параметры арматуры		Номер профиля				
		5	6	7	8	10
Наружный диаметр, $d_n$	номин.	5,0	6,0	7,0	8,0	10,0
	пред.откл.	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$
Внутренний диаметр, $d_{вн}$	номин.,	3,0	4,0	5,0	6,0	8,6
	пред.откл.	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$
Расчетный диаметр, $d_o$	номин.	2,7	3,6	4,6	5,6	7,6
	пред.откл.	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$
Величина Рельефности, $h$	номин.	1,0	1,0	1,0	1,0	0,7
		$\pm 0,2$	$\pm 0,2$	$\pm 0,2$	$\pm 0,2$	$\pm 0,1$
Шаг профиля, $t$	номин.	15	15	15	15	15
	пред.откл.	$\pm 1$	$\pm 1$	$\pm 1$	$\pm 1$	$\pm 1$
Ширина спиральной обмотки, $b$	номин.	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
	пред.откл.	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$
Расчетная площадь сечения, мм <sup>2</sup>		5,72	10,17	16,61	24,62	45,34
Масса 1 м профиля, г номин. пред. отклонения %	номин.	20	25	45	60	105
	пред.откл.	$\pm 5$	$\pm 5$	$\pm 5$	$\pm 5$	$\pm 5$

Б.2.3 Продольный профиль и обозначения приведены на рисунке Б.2.

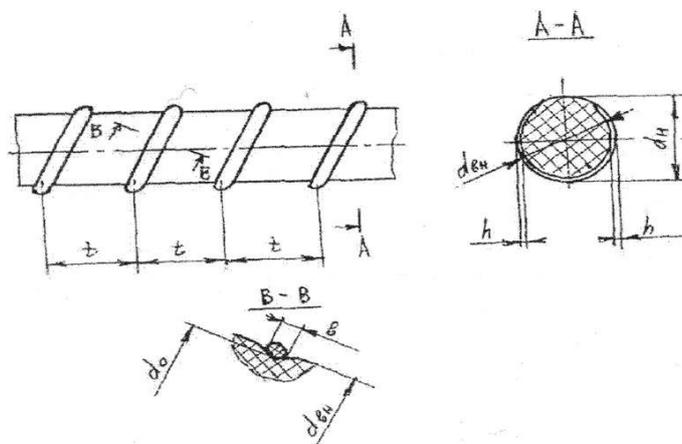


Рисунок Б.2 – Профиль композитной арматуры

Б.2.4 Предельные отклонения по длине мерных стержней должны соответствовать приведенным в таблице Б.7

Таблица Б.7

Длина стержней, м	Предельное отклонение по длине, мм
До 1	$\pm 1$
До 2	$\pm 2$
Свыше 2	$\pm 5$

Б.2.5 Физико-механические свойства арматуры должны соответствовать нормам и требованиям, приведенным в таблице Б.8.

Таблица Б.8

Наименование показателя	Единица измерения	Норма, не менее		Метод испытания
		АНК-С	АНК-Б	
Временное сопротивление разрыву	МПа	1200	1300	ГОСТ 12004
Модуль упругости	МПа	55000	71000	ГОСТ 12004
Относительное удлинение после разрыва	%	2,2	2,2	ГОСТ 12004
Плотность	т/м <sup>3</sup>	1,9	1,9	ГОСТ 15139
Внешний вид		Цвет от светло-желт. до темно-коричн.	От темно-коричн. до черного	п. 1.1.3 ТУ 5769-248-35354501-2007

Б.3 Основные параметры и характеристики АНК по ТУ 2296-290-36554501-2010 [25]

Б.3.1 ТУ распространяются на неметаллическую высокопрочную композитную арматуру с повышенным модулем упругости ромбовидного периодического профиля «ЛИАНА» ВМ предназначенную для армирования бетонов, асфальтобетонов, предварительно напряженных конструкций эксплуатирующихся при воздействии агрессивных и неагрессивных сред. Арматура изготавливается из стеклянных или базальтовых волокон на модифицированном эпоксидном связующим методом безфильерной протяжки «плейнтрузии» со спиральным периодическим профилем.

Б.3.2 Продольный профиль и обозначения приведены на рисунке Б.3.

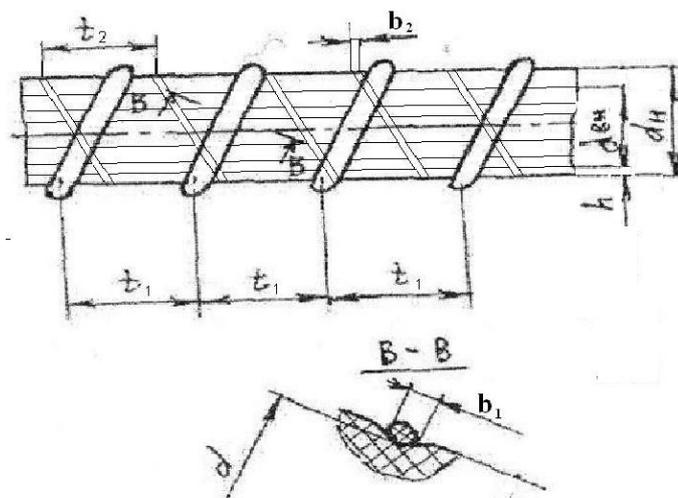


Рисунок Б.3 – Профиль композитной арматуры

Б.3.3 Геометрические параметры АНК приведены в таблице Б.9.

Таблица Б.9

Геометрические размеры, мм	Номер профиля													
	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
Наружный номин. диаметр, $d_n$	4,0 ±0,3	6,0 ±0,3	8,0 ±0,3	10,0 ±0,3	12,0 ±0,3	14,0 ±0,3	16,0 ±0,3	18,0 ±0,3	20,0 ±0,3	22,0 ±0,3	24,0 ±0,3	26,0 ±0,3	28,0 ±0,3	30,0 ±0,3
Внутренний номин. диаметр, $d_{вн}$	2,0 ±0,3	4,0 ±0,3	6,0 ±0,3	8,0 ±0,3	10,0 ±0,3	12,0 ±0,3	14,0 ±0,3	16,0 ±0,3	18,0 ±0,3	20,0 ±0,3	22,0 ±0,3	24,0 ±0,3	26,0 ±0,3	28,0 ±0,3
Расчетный номин. диаметр, $d_o$	1,7 ±0,3	3,5 ±0,3	5,0 ±0,3	6,5 ±0,3	8,0 ±0,3	10,5 ±0,3	12,5 ±0,3	14,0 ±0,3	16,0 ±0,3	18,0 ±0,3	20,0 ±0,3	22,0 ±0,3	24,0 ±0,3	26,0 ±0,3
Величина номин. рельефности, $h$	1,0 ±0,2	1,0 ±0,2	1,0 ±0,2	1,0 ±0,2	1,0 ±0,2	1,0 ±0,2	1,0 ±0,2	1,0 ±0,2	1,0 ±0,2	1,0 ±0,2	1,0 ±0,2	1,0 ±0,2	1,0 ±0,2	1,0 ±0,2
Шаг первичной об- мотки, $t_1$	15 ±1	15 ±1	15 ±1	15 ±1	15 ±1	15 ±1	15 ±1	15 ±1	15 ±1	15 ±1	15 ±1	15 ±1	15 ±1	15 ±1
Шаг вторичной об- мотки, $t_2$	15 ±1	15 ±1	15 ±1	15 ±1	15 ±1	15 ±1	15 ±1	15 ±1	15 ±1	15 ±1	15 ±1	15 ±1	15 ±1	15 ±1
Ширина первичной обмотки, $b_1$	3,5 ±0,5	3,5 ±0,5	3,5 ±0,5	3,5 ±0,5	3,5 ±0,5	3,5 ±0,5	3,5 ±0,5	3,5 ±0,5	3,5 ±0,5	3,5 ±0,5	3,5 ±0,5	3,5 ±0,5	3,5 ±0,5	3,5 ±0,5
Ширина вторичной обмотки, $b_2$	3,0 ±1,0	3,0 ±1,0	3,0 ±1,0	3,0 ±1,0	3,0 ±1,0	3,0 ±1,0	3,0 ±1,0	3,0 ±1,0	3,0 ±1,0	3,0 ±1,0	3,0 ±1,0	3,0 ±1,0	3,0 ±1,0	3,0 ±1,0
Расчетная площадь сечения, мм <sup>2</sup>	2,26	9,61	19,62	33,16	50,24	86,54	122,65	153,86	200,96	254,34	314,00	379,94	452,16	530,66
Масса 1 м профиля, г номин. Пред. Отклонения %	25 ±5	42 ±5	84 ±5	125 ±5	160 ±5	258 ±5	336 ±5	430 ±5	525 ±5	634 ±5	760 ±5	920 ±5	1028 ±5	1200 ±5

Б.3.4 Предельные отклонения по длине мерных стержней должны соответствовать приведенным в таблице Б.10.

Таблица Б.10

Длина стержней, м	Предельное отклонение по длине, мм
До 1	±1
До 2	±2
Свыше 2	±5

Б.3.5 Физико-механические свойства арматуры «ЛИАНА» ВМ должны соответствовать нормам и требованиям, приведенным в таблице Б.11.

Таблица Б.11

Наименование показателя	Единица измерения	Норма, не менее		Метод испытания
		«ЛИАНА» ВМ		
		АНК-С	АНК-Б	
Временное сопротивление разрыву, не менее	МПа	1750	1850	ГОСТ 12004
Модуль упругости, не менее	МПа	70000	100000	ГОСТ 12004
Относительное удлинение после разрыва, не менее	%	2,2	2,2	ГОСТ 12004
Плотность	т/м <sup>3</sup>	1,9	1,9	ГОСТ 15139
Внешний вид		Цвет от светло-желт. до темно-коричн.	От темно-коричн. до черного	по п. 5.1 ТУ 2296-290-36554501-2010
Средний коэффициент теплопроводности	Вт/м·°С	0,5	0,5	по ГОСТ 7076

Примечание – Арматура неметаллическая «ЛИАНА» ВМ выпускается в виде стержней длиной до 24 м.

## Б.4 Основные параметры и характеристики АНК по ТУ 5769-001-00243240-2010 [19]

Б.4.1 Технические условия распространяются на неметаллическую композитную арматуру трубчатого поперечного сечения, выполненную из стеклянных и базальтовых волокон с гладкой и рифленой поверхностью, а также сплошного поперечного сечения, предназначенную для армирования бетонов.

Б.4.2 Геометрические параметры и масса стеклопластиковой арматуры трубчатого поперечного сечения приведены в таблице Б.12

Таблица Б.12

Параметры арматуры	Номер профиля						
	20/12	20/14	22/12	22/14	22/16	24/14	24/16
<b>Геометрические параметры:</b>							
Наружный номин. диаметр, $d_H$ , мм пред.откл.	<b>20</b> $\pm 0,5$	<b>20</b> $\pm 0,5$	<b>22</b> $\pm 0,5$	<b>22</b> $+0,5$ $-0,2$	<b>22</b> $\pm 0,5$	<b>24</b> $+0,4$ $-0,5$	<b>24</b> $+0,4$ $-0,5$
Внутренний номин. диаметр, $d_{BH}$ , мм, пред.откл.	<b>12</b> $\pm 0,5$	<b>14</b> $-0,5$	<b>12</b> $\pm 0,5$	<b>14</b> $-0,5$	<b>16</b> $-0,5$	<b>14</b> $-0,5$	<b>16</b> $-0,5$
Величина рельефности, $h$ , мм номин. пред.откл.	<b>2,2</b> $+0,4$ $-0,5$	<b>2,2</b> $+0,4$ $-0,5$	<b>1,1</b> $\pm 0,5$	<b>1,1</b> $+0,5$ $-0,3$	<b>1,1</b> $+0,5$ $-0,3$	<b>1,1</b> $+0,5$ $-0,3$	<b>1,1</b> $+0,5$ $-0,3$
Шаг профиля, $t$ , мм номин. пред.откл.	<b>23,5</b> $\pm 1$	<b>23,5</b> $\pm 1$	<b>22,3</b> $\pm 1$	<b>22,3</b> $\pm 1$	<b>22,3</b> $\pm 1$	<b>22,3</b> $\pm 1$	<b>22,3</b> $\pm 1$
Ширина спиральной обмотки, $b$ , мм номин. пред.откл.	<b>3,5</b> $\pm 0,5$	<b>3,5</b> $\pm 0,5$	<b>5,3</b> $\pm 0,5$	<b>5,3</b> $\pm 0,5$	<b>5,3</b> $\pm 0,5$	<b>5,3</b> $\pm 0,5$	<b>5,3</b> $\pm 0,5$
Расчетная площадь сечения, $mm^2$ номин.	<b>202</b>	<b>160</b>	<b>267</b>	<b>226</b>	<b>179</b>	<b>298</b>	<b>251</b>
<b>Масса 1 м профиля, г</b> номин. пред.откл., %	<b>380</b> $\pm 5,0$	<b>300</b> $\pm 5,0$	<b>510</b> $\pm 5,0$	<b>430</b> $\pm 5,0$	<b>340</b> $\pm 5,0$	<b>570</b> $\pm 5,0$	<b>480</b> $\pm 5,0$

Б.4.3 Продольный профиль и обозначения приведены на рисунке Б.4.

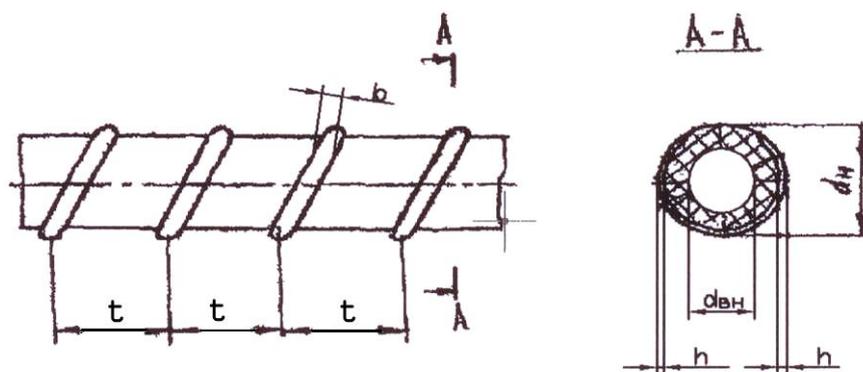


Рисунок Б.4 – Профиль композитной арматуры

Б.4.4 Геометрические параметры и масса стеклопластиковой и базальтопластиковой арматуры трубчатого поперечного сечения приведены в таблицах Б.13 и Б.14.

Т а б л и ц а Б.13 – Геометрические параметры стеклопластиковой арматуры

Параметры арматуры	Номер профиля				
	30/16	38/22	42/25	48/28	54/32
Наружный номин. диаметр, $d_H$ , мм пред.откл.	<b>30</b> $\pm 0,5$	<b>38</b> $\pm 0,5$	<b>42</b> $\pm 0,5$	<b>48</b> $\pm 0,5$	<b>54</b> $\pm 0,5$
Внутренний номин. диаметр, $d_{BH}$ , мм пред.откл.	<b>16</b> $\pm 0,5$	<b>22</b> $\pm 0,5$	<b>25</b> $\pm 0,5$	<b>28</b> $\pm 0,5$	<b>32</b> $\pm 0,5$
Расчетная площадь сечения, мм <sup>2</sup> номин.	<b>505</b>	<b>754</b>	<b>894</b>	<b>1193</b>	<b>1485</b>
Масса 1 м профиля, г номин. пред.откл., %	<b>925</b> $\pm 5,0$	<b>1430</b> $\pm 5,0$	<b>1700</b> $\pm 5,0$	<b>2300</b> $\pm 5,0$	<b>2800</b> $\pm 5,0$

Т а б л и ц а Б.14 – Геометрические параметры базальтопластиковой арматуры

Параметры арматуры	Номер профиля										
	4/1	5/2	6/2	8/3	10/4	12/4	12/6	14/6	16/6	16/8	18/6
Наружный номин. диаметр, $d_H$ , мм пред.откл.	<b>4</b> $\pm 0,2$	<b>5</b> $\pm 0,3$	<b>6</b> $\pm 0,3$	<b>8</b> $\pm 0,3$	<b>10</b> $\pm 0,3$	<b>12</b> $\pm 0,3$	<b>12</b> $\pm 0,3$	<b>14</b> $\pm 0,5$	<b>16</b> $\pm 0,5$	<b>16</b> $\pm 0,5$	<b>18</b> $\pm 0,5$
Внутренний номин. диаметр, $d_{BH}$ , мм пред.откл.	<b>1</b> $\pm 0,1$	<b>2</b> $\pm 0,1$	<b>2</b> $\pm 0,1$	<b>3</b> $\pm 0,1$	<b>4</b> $\pm 0,2$	<b>4</b> $\pm 0,2$	<b>6</b> $\pm 0,2$	<b>6</b> $\pm 0,2$	<b>6</b> $\pm 0,2$	<b>8</b> $\pm 0,2$	<b>6</b> $\pm 0,2$
Расчетная площадь сечения, мм <sup>2</sup> номин.	<b>11,8</b>	<b>16,5</b>	<b>25,1</b>	<b>43,2</b>	<b>65,9</b>	<b>100,5</b>	<b>84,8</b>	<b>125,6</b>	<b>172,7</b>	<b>150,7</b>	<b>226,1</b>
Масса 1 м профиля, г номин. пред.откл., %	<b>23</b> $\pm 5,0$	<b>32,2</b> $\pm 5,0$	<b>48,9</b> $\pm 5,0$	<b>84,2</b> $\pm 5,0$	<b>128,5</b> $\pm 5,0$	<b>196</b> $\pm 5,0$	<b>165</b> $\pm 5,0$	<b>220</b> $\pm 5,0$	<b>337</b> $\pm 5,0$	<b>294</b> $\pm 5,0$	<b>441</b> $\pm 5,0$

Продолжение таблицы Б.14

Параметры арматуры	Номер профиля										
	18/8	18/10	20/12	22/14	22/16	24/14	30/16	38/22	42/25	48/28	54/32
Наружный номин. диаметр, $d_H$ , мм пред.откл.	<b>18</b> $\pm 0,4$	<b>18</b> $\pm 0,4$	<b>20</b> $\pm 0,4$	<b>22</b> $\pm 0,5$	<b>22</b> $\pm 0,5$	<b>24</b> $\pm 0,5$	<b>30</b> $\pm 0,5$	<b>38</b> $\pm 0,5$	<b>42</b> $\pm 0,5$	<b>48</b> $\pm 0,5$	<b>54</b> $\pm 0,5$
Внутренний номин. диаметр, $d_{BH}$ , мм пред.откл.	<b>8</b> $\pm 0,2$	<b>10</b> $\pm 0,3$	<b>12</b> $\pm 0,4$	<b>14</b> $\pm 0,5$	<b>16</b> $\pm 0,5$	<b>14</b> $\pm 0,4$	<b>16</b> $\pm 0,5$	<b>22</b> $\pm 0,5$	<b>25</b> $\pm 0,5$	<b>28</b> $\pm 0,5$	<b>32</b> $\pm 0,5$
Расчетная площадь сечения, мм <sup>2</sup> номин.	<b>204,1</b>	<b>175,8</b>	<b>202</b>	<b>226</b>	<b>179</b>	<b>298</b>	<b>505</b>	<b>754</b>	<b>894</b>	<b>1193</b>	<b>1485</b>
Масса 1 м профиля, г номин. пред.откл., %	<b>398</b> $\pm 5,0$	<b>343</b> $\pm 5,0$	<b>380</b> $\pm 5,0$	<b>480</b> $\pm 5,0$	<b>380</b> $\pm 5,0$	<b>630</b> $\pm 5,0$	<b>1060</b> $\pm 5,0$	<b>1600</b> $\pm 5,0$	<b>1900</b> $\pm 5,0$	<b>2500</b> $\pm 5,0$	<b>3100</b> $\pm 5,0$

Б.4.5 Геометрические параметры и масса базальтопластиковой арматуры сплошного поперечного сечения приведены в таблице Б.15

Таблица Б.15

Параметры арматуры	Номер профиля										
	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22
Наружный номин. диаметр, $d_n$ , мм пред.откл.	<b>4</b> $\pm 0,2$	<b>5</b> $\pm 0,3$	<b>6</b> $\pm 0,3$	<b>8</b> $\pm 0,3$	<b>10</b> $\pm 0,3$	<b>12</b> $\pm 0,3$	<b>14</b> $\pm 0,3$	<b>16</b> $\pm 0,5$	<b>18</b> $\pm 0,5$	<b>20</b> $\pm 0,5$	<b>22</b> $\pm 0,5$
Расчетная площадь сечения, $\text{мм}^2$ номин.	<b>12,6</b>	<b>19,6</b>	<b>28,3</b>	<b>50,2</b>	<b>78,5</b>	<b>113</b>	<b>153,8</b>	<b>201,1</b>	<b>254,5</b>	<b>314,5</b>	<b>380,1</b>
Масса 1м профиля, г номин. пред.откл., %	<b>23,8</b> $\pm 5,0$	<b>38,2</b> $\pm 5,0$	<b>51,3</b> $\pm 5,0$	<b>97,8</b> $\pm 5,0$	<b>153</b> $\pm 5,0$	<b>165</b> $\pm 5,0$	<b>300</b> $\pm 5,0$	<b>392,1</b> $\pm 5,0$	<b>496,3</b> $\pm 5,0$	<b>613,3</b> $\pm 5,0$	<b>741,2</b> $\pm 5,0$

Продолжение таблицы Б.15

Параметры арматуры	Номер профиля										
	25	28	32	36	40	45	50	55	60	70	80
Наружный номин. диаметр, $d_n$ , мм пред.откл.	<b>25</b> $\pm 0,5$	<b>28</b> $\pm 0,5$	<b>32</b> $\pm 0,5$	<b>36</b> $\pm 0,5$	<b>40</b> $\pm 0,5$	<b>45</b> $\pm 0,5$	<b>50</b> $\pm 0,5$	<b>55</b> $\pm 0,5$	<b>60</b> $\pm 0,5$	<b>70</b> $\pm 0,5$	<b>80</b> $\pm 0,5$
Расчетная площадь сечения, $\text{мм}^2$ номин.	<b>491</b>	<b>615,8</b>	<b>804,2</b>	<b>1018</b>	<b>1256</b>	<b>1500</b>	<b>1963</b>	<b>2376</b>	<b>2827</b>	<b>3848</b>	<b>5027</b>
Масса 1м профиля, г номин. пред.откл., %	957,5 $\pm 5,0$	1200,8 $\pm 5,0$	1568,2 $\pm 5,0$	1985,1 $\pm 5,0$	2449,2 $\pm 5,0$	2925 $\pm 5,0$	3828 $\pm 5,0$	4633,2 $\pm 5,0$	5513 $\pm 5,0$	7503,6 $\pm 5,0$	9803 $\pm 5,0$

Б.4.6 Предельные отклонения по длине мерных стержней должны соответствовать приведенным в таблице Б.16.

Таблица Б.16

Длина стержней, м	Предельные отклонения по длине, мм
До 6	$\pm 1$
До 16	$\pm 2$
Свыше 16	$\pm 5$

Б.4.6 Физико-механические свойства стеклопластиковой и базальтопластиковой арматуры трубчатого поперечного сечения приведены в таблице Б.17.

Таблица Б.17

Наименование показателя	Единица измерения	Норма, не менее			
		СПпА $d = 20 \div 24$ мм	СПА $d = 30 \div 54$ мм	БПА $d = 4 \div 24$ мм	БПА $d = 30 \div 54$ мм
Временное сопротивление разрыву	МПа	600	600	700	700
Модуль упругости	МПа	51700	58240	46000	46000
Плотность	т/м <sup>3</sup>	1,8		2,1	
Внешний вид		Цвет светло-желтый		Цвет черный	
Относительное удлинение при разрыве	%	3,0		3,0	

Б.4.7 Физико-механические свойства базальтопластиковой арматуры сплошного поперечного сечения приведены в таблице Б.18

Таблица Б.18

Наименование показателя	Единица измерения	Норма, не менее			
		БПА $d = 4 \div 10$ мм	БПА $d = 12 \div 20$ мм	БПА $d = 22 \div 32$ мм	БПпА $d = 36 \div 80$ мм
Временное сопротивление разрыву	МПа	800	800	800	700
Модуль упругости	МПа	46000	46000	45600	45600
Плотность	т/м <sup>3</sup>	2,1			
Относительное удлинение при разрыве	%	3,0			

Б.5 Основные параметры и характеристики АНК по ТУ 5769-001-8326053-2010 [36]

Б.5.1 Технические условия распространяются на композитную арматуру периодического профиля, предназначенную для армирования цементобетона, асфальтобетона, полимербетона, гипсобетона; используемую для крепления различных грунтов, устройства кирпичной кладки, штроб, а также применяемую в качестве самостоятельного изделия или материала для производства сеток.

Б.5.2 Геометрические параметры и масса АНК приведены в таблице Б.19.

Б.5.3 На рисунке Б.5 представлена форма периодического ребра арматуры.

Таблица Б.19

Геометрические размеры	Номер профиля					
	4	6	8	10	12	14
Наружный диаметр, $d_n$ , мм	4,0 ±0,3	6,0 ±0,3	8,0 ±0,3	10,0 ±0,3	12,0 ±0,3	14,0 ±0,3
Внутренний диаметр, $d_{вн}$ , мм	2,0 ±0,3	4,0 ±0,3	6,0 ±0,3	8,0 ±0,3	10,0 ±0,3	12,0 ±0,3
Расчетный диаметр, $d_o$ , мм	--	--	5,7 ±0,1	7,7 ±0,1	9,7 ±0,1	11,7 ±0,1
Высота рельефности, $h$ , мм	1,0 ±0,2	1,0 ±0,2	1,0 ±0,2	1,0 ±0,2	1,0 ±0,1	1,0 ±0,1
Шаг профиля, $t$ , мм	10 ±1	10 ±1	10 ±1	10 ±1	10 ±1	10 ±1
Ширина спиральной обмотки, $b$ , мм	2,5 ±0,5	2,5 ±0,5	2,5 ±0,5	2,5 ±0,5	2,5 ±0,5	2,5 ±0,5
Расчетная площадь сечения, мм <sup>2</sup>	7,85	20,41	39,25	64,37	95,77	133,45
Масса 1п/м профиля, г	20 ±5	40 ±5	82 ±5	130 ±5	205 ±5	285 ±5

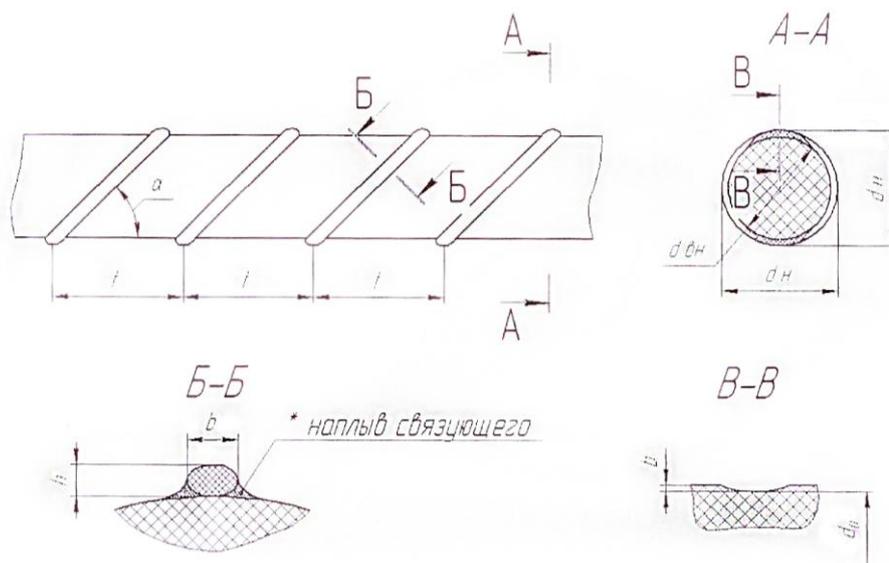


Рисунок Б.5 – Форма периодического ребра арматуры, сечение периодического ребра

Б.5.4 Предельные отклонения по длине стержней и характеристики арматуры приведены в таблицах Б.20 и Б.21.

Таблица Б.20 – Предельные отклонения по длине стержней

Длина стержней, м	Предельные отклонения по длине, мм
До 1	±1
До 2	±2
2–6	±5
Свыше 6	Не нормируется

Таблица Б.21 – Характеристики арматуры

№ п/п	Наименование показателей	Нормативное значение для марок арматуры	
		АСП	АБП
1	Разрушающее напряжение при статистическом изгибе поперек волокон, МПа, не менее	1200	1400
2	Разрушающее напряжение при растяжении, МПа, не менее а) для диаметров 4 – 8 мм б) для диаметров 10 – 14 мм	1500 1400	1600 1500
3	Удлинение при растяжении, %, не менее	2,2	2,2
4	Модуль упругости при растяжении, МПа, не менее	75000	90000
5	Ударная вязкость поперек волокон, кДж/м <sup>2</sup> , не менее	350	350
6	Стойкость к кратковременному нагреванию в течение 24 ч., °С, не менее в течение 5 ч., °С, не менее	200 220	230 250
7	Водопоглощение, %, не более	0,2	0,2

Б.6 Основные параметры и характеристики АНК «ROCKBAR» по ТУ 5714-007-13101102-2009 [10]

Б.6.1 АНК «ROCKBAR» предназначена для замены металлической арматуры при армировании различных строительных конструкций, включает стеклопластиковые и базальтопластиковые стержни диаметром от 2,5 до 32 мм, длиной 12 м с различным финишным покрытием. Для арматуры диаметром до 8 мм возможна форма выпуска в виде бухт.

Б.6.2 Геометрические параметры и масса АНК-С и АНК-Б «ROCKBAR» приведены в таблице Б.22.

Таблица Б.22

Параметры арматуры	Номер профиля										
	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20
Номинальный диаметр, мм	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20
Масса 1 м профиля, г	20	30	40	60	80	160	230	300	350	430	600

Б.6.3 Физико-механические свойства АНК «ROCKBAR» приведены в таблице Б.23.

Таблица Б.23

Наименование показателя	Единица измерения	Нормативное значение показателя	
		АНК-С	АНК-Б
Предел прочности на растяжение	МПа	1000	1300
Модуль упругости	МПа	55000	55000
Относительное удлинение при разрыве	%	2,2	2,2
Плотность	т/м <sup>3</sup>	2,0	2,0
Коэффициент теплопроводности, не более	Вт/(м·К)	0,46	0,46
Огнестойкость, до	°С	300	300
Электрическая проводимость		диэлектрик	диэлектрик

## Приложение В

(рекомендуемое)

### Методы испытаний

В.1.1 Внешний вид и качество поверхности АНК проверяют визуально без применения увеличительных приборов на соответствие установленным требованиям или эталонному образцу.

В.1.2 При отборе и подготовке образцов для испытаний следует избегать деформаций, нагревания, воздействия ультрафиолетового света и других условий окружающей среды, которые могут привести к изменениям свойств материала.

В.1.3 Количество образцов, отобранных для испытаний, должно соответствовать требованиям таблицы В.1.

Т а б л и ц а В.1 – Объемы испытаний для контроля качества АНК

Контролируемые характеристики	Объем выборки из партии
Внешний вид	не менее 10%
Размеры: - длина, $L$ - номинальный диаметр, $d$	не менее 3 шт. в каждую рабочую смену при приемосдаточных испытаниях; не менее 6 шт. при периодических и типовых испытаниях.
Предел прочности при растяжении ( $\sigma_b$ )	
Модуль упругости при растяжении, ( $E$ )	
Предельное напряжение сцепления с бетоном, ( $\tau_r$ )	
Устойчивость к щелочам	

В.1.4 Образцы АНК перед испытанием выдерживаются в соответствии с требованиями ГОСТ 12423.

В.1.5 Геометрические размеры проверяют с помощью штангенциркуля по ГОСТ 166, микрометров по ГОСТ 6507 линейки по ГОСТ 427, рулетки по ГОСТ 7502 с номинальной длиной шкалы 10, 20 м третьего класса точности. Допускается использование других стандартизованных средств измерений, обеспечивающих требуемую точность измерений.

В.1.6 Номинальный диаметр ( $d$ , мм) стержня контролируют измерением штангенциркулем в двух взаимно перпендикулярных направлениях с обоих концов образца. За результат принимается среднее арифметическое четырех измерений.

В.1.7 Длину стержня измеряют наложением стальной линейки или ленты рулетки по всей длине.

В.1.8 Средний коэффициент теплопроводности определяют в соответствии с требованиями ГОСТ 7076.

В.1.9 Группу горючести определяют в соответствии с требованиями ГОСТ 30244.

В.1.10 Удельную эффективную активность естественных радионуклидов  $A_{эфф}$  в материалах для изготовления АНК определяют в соответствии с требованиями ГОСТ 30108.

В.1.11 Статистическую обработку результатов испытаний проводят в соответствии с ГОСТ 8.736.

## **В.2 Метод определения площади поперечного сечения**

### **В.2.1 Общие положения**

Метод предназначен для определения площади поперечного сечения и номинального диаметра АНК гидростатическим взвешиванием. Методика учитывает основные положения ГОСТ 15139 с изменениями и дополнениями, изложенными в данном разделе.

### **В.2.2 Образцы**

Отбирают образцы длиной  $100 \pm 5$  мм.

Торцевые поверхности испытуемого образца необходимо покрыть тонким слоем парафина, чтобы избежать проникновения влаги в массив стержня.

### **В.2.3 Аппаратура и материалы**

Для измерения объема образца используют мерный цилиндр с ценой деления 10 мл наполненный водой или этанолом, с высотой и диаметром необходимым для помещения в него образца. Образцы измеряются штангенциркулями и линейками.

### **В.2.4 Проведение испытаний**

В.2.4.1 Наполнить сухой мерный цилиндр водой или этанолом до нужной высоты так, чтобы жидкость не вытекала при погружении образца в цилиндр.

В.2.4.2 Измерить длину каждого образца  $L$  три раза, поворачивая его на  $120^\circ$  при каждом измерении. Среднее значение трех измерений, округляется до 0,1 мм и принимается за длину образца.

В.2.4.3 Измерить объем воды или этанола в цилиндре до погружения образца  $V_0$ .

В.2.4.4 Определить увеличение объема  $V_1$ , погрузив образец в воду или этанол в цилиндр так, чтобы он был полностью покрыт жидкостью. Следует следить за тем, чтобы воздух не образовывался по линии образца при его погружении.

### **В.2.5 Обработка результатов испытаний**

В.2.5.1 Площадь поперечного сечения  $A$  вычисляют по формуле (В.1), как отношение изменения объема после погружения образца в воду или этанол на его длину  $L$  с округлением до ближайшего  $1 \text{ мм}^2$ .

$$A = \frac{\Delta V}{L} \times 1000 = \frac{V_1 - V_0}{L} \times 1000, \quad (\text{B.1})$$

где  $\Delta V$  – изменение объема в цилиндре после погружения образца в воду или этанол, мл;

$V_0$  – объём воды или этанола в цилиндре до погружения образца, мл;

$V_1$  – объём воды или этанола в цилиндре после погружения образца, мл;

$L$  – длина образца, мм.

В.2.5.2 Приняв поперечное сечение за круг, вычисляют номинальный диаметр ( $d$ , мм) по выражению (B.2)

$$d = 2\sqrt{\frac{A}{\pi}}, \quad (\text{B.2})$$

### В.2.6 Протокол испытаний

Протокол испытаний должен включать:

- сведения об образцах, приведенные в акте отбора образцов на испытания;
- дата проведения испытаний;
- сведения об условиях, при которых проведены испытания;
- результаты испытаний;
- значения измеряемых характеристик для каждого испытанного образца;
- значения определяемых характеристик каждого образца, полученные при обработке результатов испытания;
- средние значения и стандартное отклонение, определяемых характеристик и результаты статистической обработки полученных данных;
- сведения о лицах, проводивших испытания и их подписи.

## В.3 Метод определения предела прочности при растяжении

### В.3.1 Общие положения

В.3.1.1 Метод устанавливает требования к испытаниям для определения предела прочности при растяжении, модуля упругости и относительного удлинения после разрыва АНК номинальным диаметром от 4,0 до 30,0 мм.

В.3.1.2 Методика основана на разрушении образца на рабочем участке, при приложении к анкерам осевой растягивающей силы, без разрушения или проскальзывания стержня в зоне анкеровки.

В.3.1.3 Методика учитывает основные положения ГОСТ 28840, ГОСТ 11262, ГОСТ 14359, ГОСТ 9550 и ГОСТ 12004 с изменениями и дополнениями, изложенными в данном разделе.

### В.3.2 Образцы

В.3.2.1 Длина образца  $L_0$  до испытания определяется длиной рабочего участка  $L_p$ , который должен быть не менее  $40 \cdot d$  стержня и длиной двух концевых анкеров  $L_a$ , предназначенных для крепления образцов с захватами испытательной машины. Рекомендуемая конструкция анкера для проведения испытаний показана в приложении Л.

В.3.2.2 Допускается использование более коротких образцов при условии, если образец разрушается в пределах длины рабочего участка без проскальзывания в анкере.

### В.3.3 Аппаратура и материалы

В.3.3.1 Испытательная машина должна иметь предельную нагрузку, превышающую предел прочности при растяжении образца.

В.3.3.2 Система регистрации результатов должна обеспечивать непрерывную регистрацию нагрузки, деформации и перемещений со скоростью не менее две записи в секунду. Минимальная регистрируемая величина должна быть для нагрузки - 100 Н; для деформаций 0,01 мм; для перемещений – 0,001 мм.

В.3.3.3 В качестве тензометров применяются экстензометры или линейные датчики перемещений, которые должны записывать удлинение образца во время испытаний с точностью не менее 0,002 % от длины отрезка между датчиками.

В.3.3.4 Экстензометр или линейные датчики перемещений следует установить в центре рабочего участка в направлении растяжения образца, при этом длина базы для измерения модуля упругости и предельной деформации должно быть не менее  $8 \cdot d$  стержня и определяется расстоянием от анкеров, которое должно быть не менее  $8 \cdot d$  стержня.

### В.3.4 Проведение испытаний

В.3.4.1 При установке образца на испытательную машину следует контролировать точность совпадения продольной оси образца с линией соединения двух анкеров, смонтированных на испытательной машине. Систему получения данных следует включать за несколько секунд до начала нагружения. В ходе испытаний скорость нагружения должна быть постоянной и такой, чтобы разрушение образца происходило не ранее 3 мин.

В.3.4.2 Измерения деформации следует регистрировать до тех пор, пока нагрузка не достигнет 50 % от предела прочности при растяжении.

Если образец разрушается в зоне анкеровки или выскальзывает из нее, то на отдельном образце, взятом из той же партии что и разрушенный, следует провести дополнительное испытание.

Диаграмма «нагрузка-деформация» должна быть построена на основании измерений нагрузки и деформаций, регистрируемых экстензометром.

### В.3.5 Обработка результатов испытаний

В.3.5.1 Предел прочности при растяжении ( $\sigma_e$ , Мпа) определяют по формуле (В.3)

$$\sigma_e = \frac{P}{A}, \quad (\text{В.3})$$

где  $P$  – разрушающая нагрузка при растяжении, Н;

$A$  – площадь поперечного сечения стержня, мм<sup>2</sup>.

В.3.5.2 Модуль упругости при растяжении ( $E$ , Мпа) рассчитывают по формуле (В.4) как разницу между значениями нагрузки и деформаций 20 и 50 % от предела прочности при растяжении, если диаграмма «напряжение-деформация» в этом диапазоне является линейной.

$$E = \frac{P_1 - P_2}{(\varepsilon_1 - \varepsilon_2)A}, \quad (\text{В.4})$$

где  $P_1$  – нагрузка, составляющая (50 ± 2 %) от разрушающей нагрузки, Н;

$P_2$  – нагрузка, составляющая (20 ± 2 %) от разрушающей нагрузки, Н;

$\varepsilon_1$  – деформация, соответствующая нагрузке  $P_1$ .

$\varepsilon_2$  – деформация, соответствующая нагрузке  $P_2$ .

В.3.5.3 Относительное удлинение при разрушающей нагрузке рассчитывают по формуле (В.5)

$$\varepsilon_e = \frac{P}{EA}, \quad (\text{В.5})$$

### В.3.6 Протокол испытаний

Протокол испытаний должен включать:

- сведения об образцах, приведенные в акте отбора образцов на испытания;
- дата проведения испытаний;
- сведения об условиях, при которых проведены испытания;
- результаты испытаний;
- значения измеряемых характеристик для каждого опытного образца;
- значения определяемых характеристик каждого опытного образца, полученные при обработке результатов испытания;
- средние значения определяемых характеристик и результаты статистической обработки полученных результатов;
- диаграмма «нагрузки – деформация» каждого опытного образца;

- сведения о лицах, проводивших испытания и их подписи.

#### **В.4 Метод определения предельного напряжения сцепления выдергиванием из бетона**

##### **В.4.1 Общие положения**

Метод устанавливает требования к испытаниям по определению прочности сцепления стержней АНК с бетоном путем осевого выдергивания из бетона.

Метод основан на определении величины сдвиговых напряжений на границе сцепления стержня с бетоном до и после испытаний АНК в щелочной среде, моделирующей жидкую фазу бетона.

##### **В.4.2 Образцы**

В.4.2.1 Количество образцов, отобранных для испытаний, должно соответствовать требованиям таблицы В.1.

В.4.2.2 Образцы для испытаний (рисунок В.1) представляют собой центрально армированные бетонные кубы, размеры которых, в зависимости от номинального диаметра стержня АНК, приведены в таблице В.2.

Т а б л и ц а В.2 – Размеры образцов для испытаний, мм

Номинальный диаметр стержня	Размер бетонного куба	Длина участка сцепления стержня с бетоном
≤10	100×100	5d
От 12 до 18	150×150	5d
От 20 до 30	200×200	5d

В.4.2.3 Общая длина стержня должна быть достаточной для захвата при приложении нагрузки от испытательной машины и определяется условиями заделки стержня в бетон, конструкцией анкера и условиями установки образца в испытательную машину.

В.4.2.4 Вне зоны сцепления, заделанный в бетон стержень должен быть защищен поливинилхлоридным вкладышем или другим материалом.

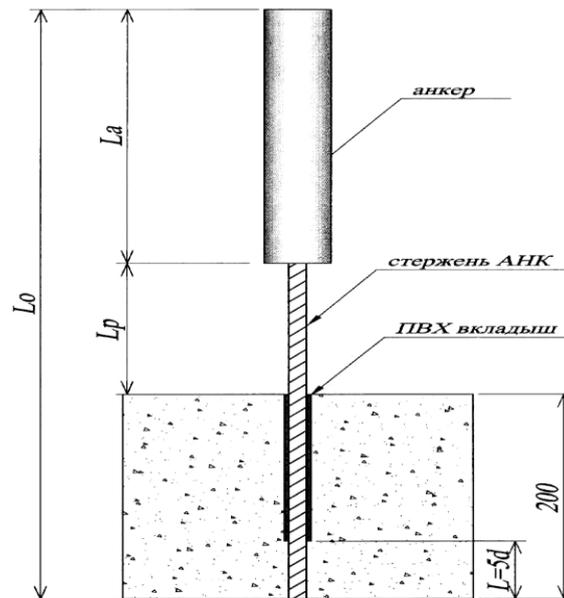


Рисунок В.1 – Схема установки стержня в бетон

В.4.2.5 Стержни устанавливают через отверстие в форме, которое необходимо герметизировать.

В.4.2.6 Рекомендуется следующий метод укладки бетона в форму, если к нему не предъявляются другие требования:

- в кубы с ребром 200 мм уложить бетон четырьмя слоями примерно одинаковой толщины и проштыковать каждый слой 25 раз трамбовочным металлическим стержнем диаметром 16 мм.
- после уплотнения верхнего слоя заглаживать поверхность и защитить от испарения влаги, при этом не допускается испарения в зоне примыкания стержня вертикально отлитому образцу.

В.4.2.7 К бетону предъявляются следующие требования:

- максимальным размер заполнителя 20-25 мм;
- марка подвижности ПЗ;
- класс бетона на сжатие в 28 суток не ниже В25.

В.4.2.8 Прочность бетона на сжатие определять по кубам размером 100 x 100 мм в количестве не менее 3 шт.

В.4.2.9 Распалубку образцов производить не раньше 24 часов после изготовления. Образцы следует хранить в нормальных условиях. Возраст образцов при испытаниях – 28 суток.

В.4.2.10 Поверхность образца для испытаний с вертикально заделанным стержнем, следует закрыть стальной квадратной плитой со стороной не менее 200 мм и толщиной 20 мм, которая используется как несущая поверхность при испытаниях на вытягивание, исклю-

чая силовое воздействие на бетонный куб. В центре плиты должно быть отверстие необходимого диаметра для стержня.

#### В.4.3 Аппаратура и материалы

В.4.3.1 Испытательная машина, должна иметь предельную нагрузку превышающую прочность сцепления стержня с бетоном.

В.4.3.2 Рекомендуются использовать испытательную машину с контролем скорости нагружения и регулируемой в пределах от 0 до 100 мм/мин, иметь силоизмерительное устройство с погрешностью измерения не более 0,5 %, с системой замера и регистрации усилия при осевом выдергивании стержня из бетона.

В.4.3.3 Для измерения проскальзывания стержня в бетоне, используют тензометры, линейные датчики перемещений, аналоговые или цифровые индикаторы с точностью показаний до 0,01 мм (измерители проскальзывания).

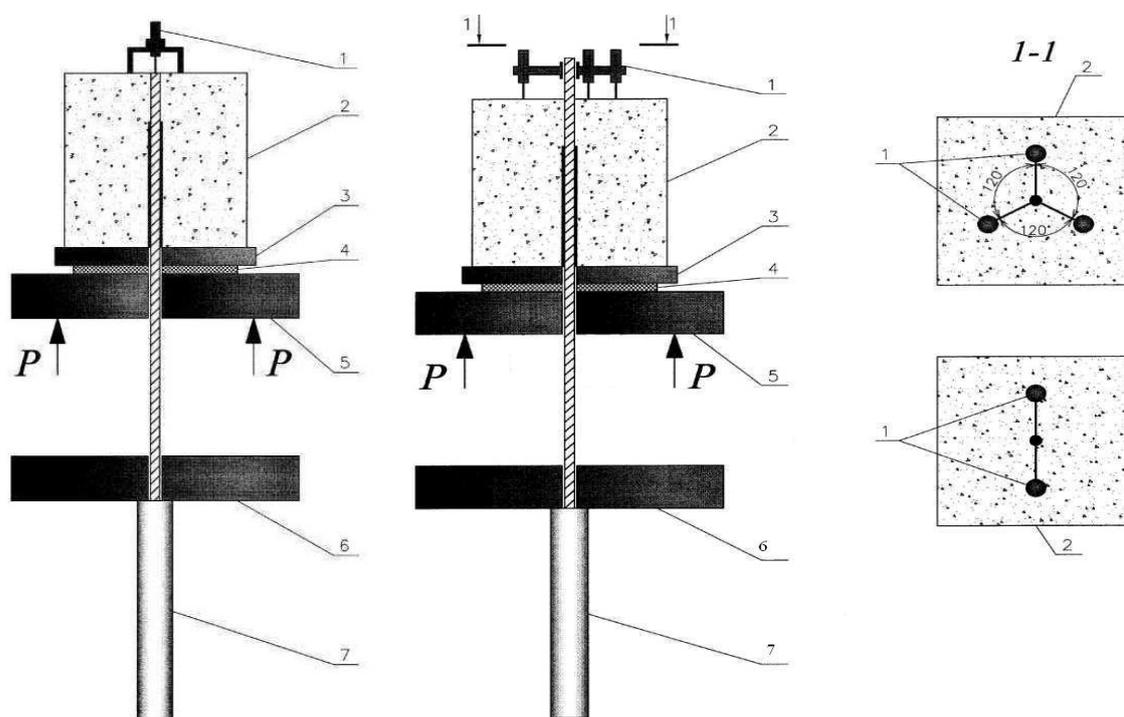
В.4.3.4 Для изготовления опытных образцов требуется металлические формы для изготовления кубов размером 200 x 200 мм. Формы должны быть водонепроницаемыми и легко демонтироваться без повреждений стержней.

#### В.4.4 Проведение испытаний

В.4.4.1 Образец устанавливается так, чтобы опорная пластина бетонного куба, из которой выступает свободный конец стержня, соприкасался через мягкую прокладку с подвижной траверсой испытательной машины.

Несущий блок должен находиться на опоре, которая передает реакцию на силоизмерительное устройство испытательной машины.

В.4.4.2 Выступающий стержень должен проходить через узел несущего блока и опорную пластину, а анкер установлен через неподвижную траверсу испытательной машины или в зажимах.



1 – измерители проскальзывания на нагруженном конце стержня; 2 – образец; 3 - опорная пластина; 4 – мягкая прокладка; 5 – подвижная траверса испытательной машины; 6 – неподвижная траверса испытательной машины; 7 – анкер.

Рисунок В.2 – Схема установки измерительных элементов для определения предельного напряжения сцепления с бетоном

В.4.4.3 Измерители проскальзывания устанавливают на свободном и нагруженном концах стержня, для этого разрешается использовать три прибора с интервалом  $120^\circ$  или два с интервалом в  $180^\circ$  (см. рисунок В.2).

В.4.4.4 Расстояние между верхней поверхностью неподвижной траверсы испытательной машины до поверхностей, где установлены измерители проскальзывания, измеряют с точностью до 0,5 мм.

В.4.4.5 Нагружение образца производят со скоростью не более 20 кН/мин или не более 1 мм/мин.

В.4.4.6 Регистрацию прилагаемой нагрузки, показания измерителей проскальзывания производят с равным шагом, который составляет 10 % от предполагаемой разрушающей нагрузки, до проскальзывания стержня на величину 0,25 мм. Далее образец нагружают до разрыва стержня или разрушения бетона, до проскальзывания незагруженного конца стержня на величину 2,5 мм, регистрируют нагрузку и величину проскальзывания с точностью до 0,01 мм.

В.4.4.7 Если стержень разрушился или проскользнул в анкере, раньше, чем произошло его проскальзывание в бетоне, или вследствие растрескивания бетона значительно снизи-

лась прилагаемая нагрузка, то опытные данные измерений не принимают в расчет, а испытания необходимо повторить на дополнительном образце, взятом из той же партии.

В.4.4.8 Если в результате испытаний произошло раскалывание бетона, то требуется проведение испытаний с использованием бетонных кубов с ребром 300 мм.

#### В.4.5 Обработка результатов испытаний

В.4.5.1 Предельное напряжение сцепления с бетоном ( $\tau_r$ , Мпа) следует вычислять по выражению (В.6)

$$\tau_r = \frac{P}{CL_{fb}}, \quad (\text{В.6})$$

где  $P$  – разрушающая нагрузка до проскальзывания стержня на величину 0,25 мм, Н;

$C$  – номинальная длина окружности стержня,  $C = \pi \cdot d$ , мм;

$L_{fb}$  – длина заделки стержня в бетон, мм.

В.4.5.2 Для каждого образца строятся диаграммы «напряжение сцепления – величина проскальзывания на незагруженном конце стержня».

В.4.5.3 Рассчитывают средние напряжения сцепления, вызывающие проскальзывание незагруженного конца стержня на величину 0,05, 0,10 и 0,25 мм и максимальное значение напряжения сцепления.

В.4.5.4 На каждом шаге прилагаемой нагрузки проскальзывание на нагруженном конце стержня вычисляют, как среднее значение показаний измерителей проскальзывания на свободном конце стержня минус упругое удлинение ( $S$ , мм).

В.4.5.5 Упругое удлинение стержня ( $S$ , мм) на длине ( $L_p$ , мм) между верхней поверхностью неподвижной траверсы испытательной машины и местом установки измерителей проскальзывания на незагруженном конце стержня определяют по формуле (В.7)

$$S = \frac{P_u L_p}{EA}, \quad (\text{В.7})$$

где  $P_u$  – прилагаемая испытательная нагрузка по В.4.4.6, Н.

#### В.4.6 Протокол испытаний

Протокол испытаний должен включать:

- дату проведения испытаний;
- сведения об условиях, при которых проведены испытания;

Сведения о бетоне:

- состав бетонной смеси (цемент, мелкий заполнитель, крупный заполнитель, добавка и В/Ц);

- осадка конуса бетонной смеси;

- значения прочности на сжатие образцов в возрасте 28 суток.

Сведения о стержнях, приведенные в акте отбора образцов на испытания:

- номинальный диаметр и площадь поперечного сечения.

- модуль упругости и предел прочности при растяжении.

- размеры опытных образцов, длину стержня, связанного с бетоном.

- среднее напряжение сцепления при проскальзывании на незагруженном конце стержня равное 0,05, 0,10 и 0,25 мм для каждого опытного образца;

- значения измеряемых характеристик для каждого опытного образца;

- значения характеристик каждого образца, полученные при обработке результатов испытания;

- средние значения характеристик и результаты статистической обработки полученных данных;

- вид разрушения каждого опытного образца;

- диаграмма «напряжение сцепления – величина проскальзывания на незагруженном конце стержня» для каждого опытного образца;

- сведения о лицах, проводивших испытания и их подписи.

## **В.5 Метод ускоренного определения устойчивости к щелочам**

В.5.1 Стойкость в щелочах характеризуется изменением предельного напряжения сцепления арматуры с бетоном после выдерживания ее в щелочном растворе, моделирующем жидкую фазу бетона (8,0 г NaOH и 22,4 г KOH на 1 л дистиллированной воды, величина водородного показателя pH 12,6 – 13,0). Испытания выполняет производитель арматуры.



## Приложение Д

(справочное)

### Примеры конструктивно-технологических решений по применению АНК в бетонных конструкциях

Д.1 Дорожные плиты с применением АНК по областям их применения подразделяются на следующие типы:

- плита для покрытий внутрипостроечных и объездных дорог;
- плита для покрытий городских дорог.

Д.2 Плита для покрытий внутрипостроечных и объездных дорог с размерами 3,0 x 1,75 x 0,14 м армируется АНК-Б.

Д.3 Плита для покрытий постоянных и временных городских дорог под автомобильную нагрузку Н-10 должна изготавливаться из тяжёлого бетона в опалубочной форме по ГОСТ 21924 с размерами 1,8 x 1,5 x 0,16 м. Предусмотрено армирование ненапрягаемой АНК-Б.

Д.4 Плиты армируются плоскими сетками, состоящими из стержней 4 Ø 6 мм, 4 Ø 8 мм, 4 Ø 10 мм в продольном направлении и стержней 5 Ø 6 мм, 5 Ø 8 мм, 5 Ø 10 мм в поперечном направлении. Стержни периодического профиля из АНК-Б соответствуют ТУ 5769-001-00243240-2010 [19]. Шаг стержней в обоих направлениях составляет 300 мм. Сетки располагаются в верхней и нижней зонах плиты. Защитный слой составляет 30 мм. Два конструктивных плоских вертикальных каркаса из стержней АНК-Б диаметром 5 мм предназначены для фиксации положения верхней сетки. Проектное положение сеток при изготовлении плит обеспечивается пластмассовыми фиксаторами.

Д.5 Опалубочный чертёж и армирование плит сетками АНК показано на рисунках Д.1, Д.2 и Д.3.

Д.6 Применение АНК для армирования асфальтобетонных покрытий позволяет решить следующие задачи повышения их качества [37]:

- минимизация трещин;
- обеспечение стыковки новых полос асфальтобетонного покрытия с существующим (закрепление продольного шва);
- возможность укладки над коммуникациями и поперечными швами перекрываемого асфальтобетоном цементобетонного покрытия или дорожных плит;
- возможность армирования одного из слоев асфальтобетонного покрытия для повышения несущей способности при новом строительстве.

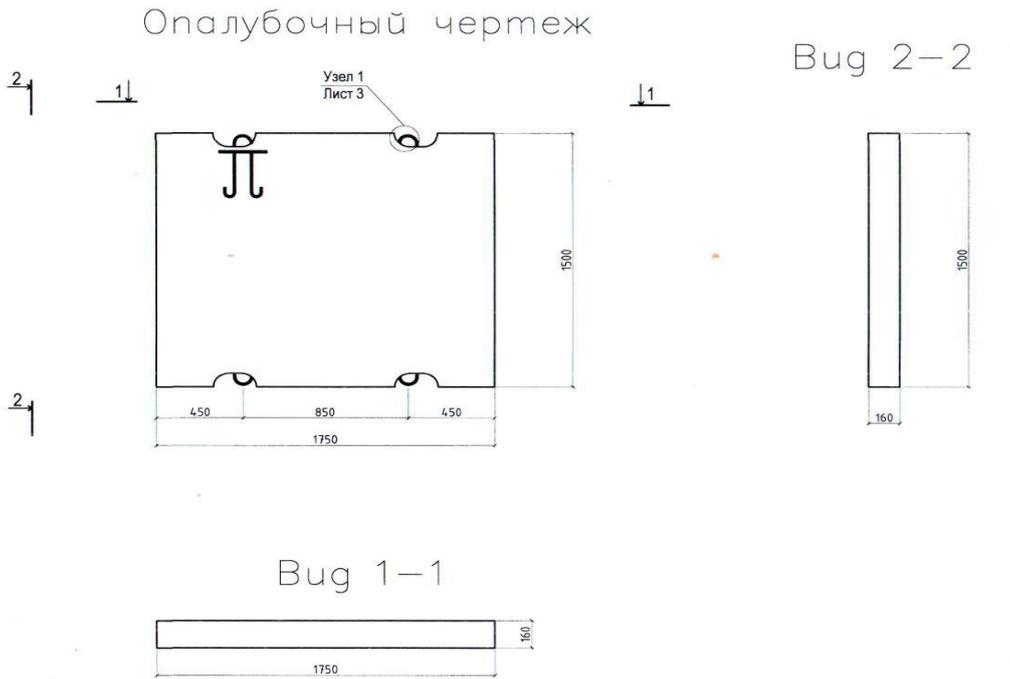


Рисунок Д.1 – Опалубочный чертеж дорожной плиты

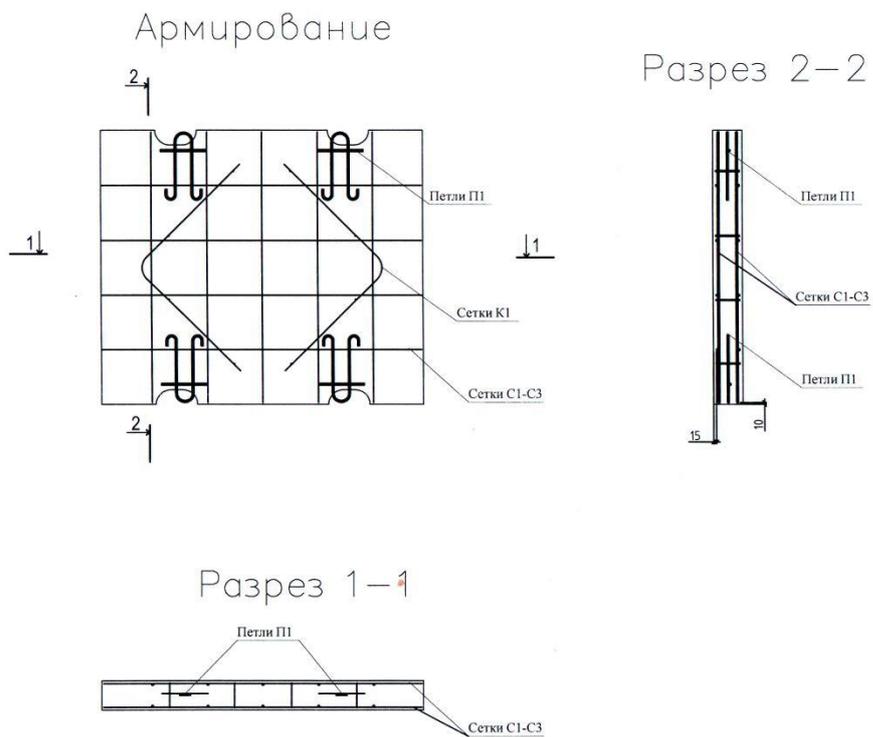


Рисунок Д.2 – Арматурный чертёж дорожной плиты

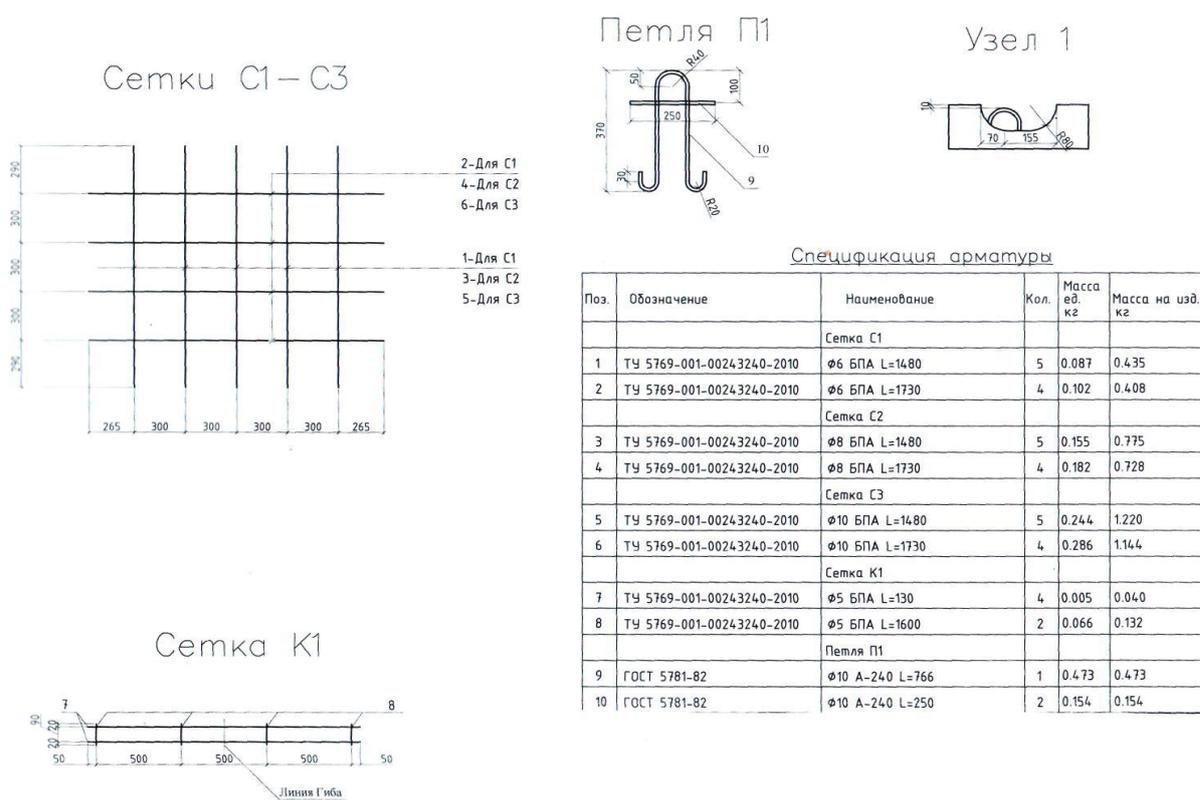
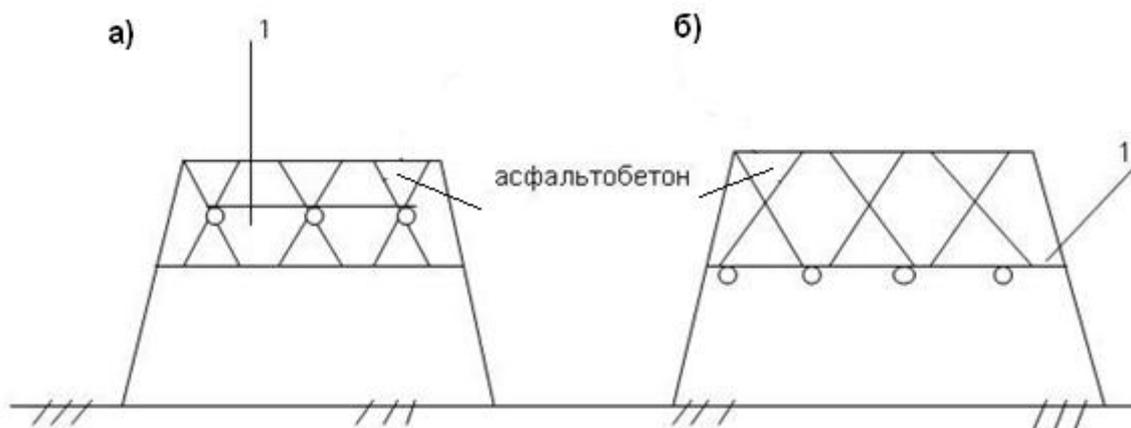


Рисунок Д.3 – Арматурный чертёж дорожной плиты

Д.7 Варианты использования арматурных сеток из АНК для усиления асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог показаны на рисунке Д.4 [8]. На рисунке Д.4 а) сетка из АНК укладывается в составе асфальтобетонного покрытия; на рисунке Д.4 б) в основании покрытия.



1 – армирующая сетка АНК

- а) сетка АНК в составе асфальтобетонного покрытия;
- б) сетка АНК в основании асфальтобетонного покрытия

Рисунок Д.4 – Варианты армирования асфальтобетонного покрытия

## Приложение Е

(справочное)

### Основные параметры и характеристики гибких связей типа «Гален» из базальтопластика [35]

Е.1 Гибкие связи для трехслойной кирпичной кладки, соответствующие ТУ 5714-006-13101102-2009 [35]

Е.1.1 Гибкие связи диаметром 6 мм применяются в трехслойных кирпичных стенах с внутренним утеплителем и соединяют между собой несущий и облицовочный слои.

Е.1.2 Технические характеристики и подбор марки гибких связей приведены в таблицах Е.1 и Е.2.

Т а б л и ц а Е.1 – Технические характеристики гибких связей

Диаметр, мм	6
Минимальная глубина анкеровки, мм	90
Модуль упругости при растяжении, МПа	51000
Разрушающее напряжение при растяжении, МПа, не менее	1000
Разрушающее напряжение при изгибе, МПа, не менее	1000
Усилие вырыва из раствора М100, Н	4000
Относительная деформация при разрыве, не менее	3%
Коэффициент теплопроводности, Вт/м·К	0,46

Т а б л и ц а Е.2 – Подбор марки гибкой связи

Глубина заделки в несущую стену, мм (рекомендуемая)	Толщина утеплителя, мм	Глубина заделки в облицовочную стену, мм (рекомендуемая)	Глубина вентилируемого зазора, мм	Расчет длины гибкой связи, L, мм	Маркировка: БПА - базальтопластиковая арматура, L – длина гибкой связи, 6 – диаметр, 2П – 2 песчаных анкера
90	T	90	40	$L=90+T+90+40$	БПА- L-6-2П

Е.1.3 Схема установки гибких связей представлена на рисунке Е.1.

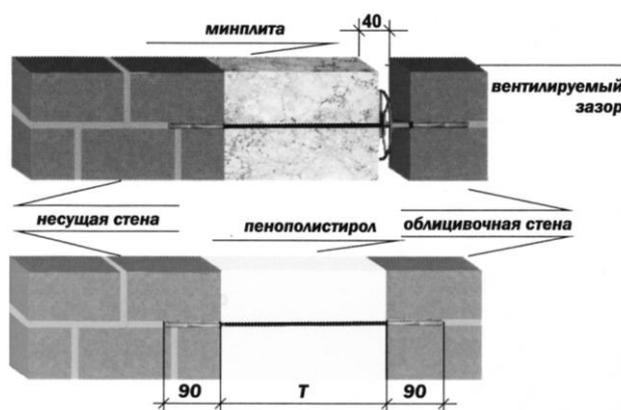


Рисунок Е.1 – Схема установки гибких связей

Е.2 Гибкие связи диаметром 4 мм для производства теплоэффективных блоков, соответствующие ТУ 5714-006-13101102-2009 [35]

Е.2.1 Гибкие связи диаметром 4 мм применяются в малоэтажном строительстве.

Е.2.2 Технические характеристики и подбор марки гибких связей диаметром 4 мм приведены в таблицах Е.3 и Е.4.

Т а б л и ц а Е.3 - Технические характеристики гибких связей

Диаметр, мм	4
Минимальная глубина анкеровки, мм	65
Модуль упругости при растяжении, МПа	51000
Разрушающее напряжение при растяжении, МПа, не менее	1000
Разрушающее напряжение при изгибе, МПа, не менее	1200
Усилие вырыва из бетона В25, Н, не менее	2000
Коэффициент теплопроводности, Вт/м·К	0,46

Т а б л и ц а Е.4 - Подбор марки гибкой связи

Глубина заделки в несущую стену, мм (рекомендуемая)	Толщина утеплителя, мм	Глубина заделки в облицовочную стену, мм (рекомендуемая)	Расчет длины гибкой связи, L, мм	Маркировка: БПА - базальтопластиковая арматура, L – длина гибкой связи, 4 – диаметр, П – полный песок
65	T	65	$L=65+T+65$	БПА- L-4-П

Е.2.3 Схема установки гибких связей представлена на рисунке Е.2.

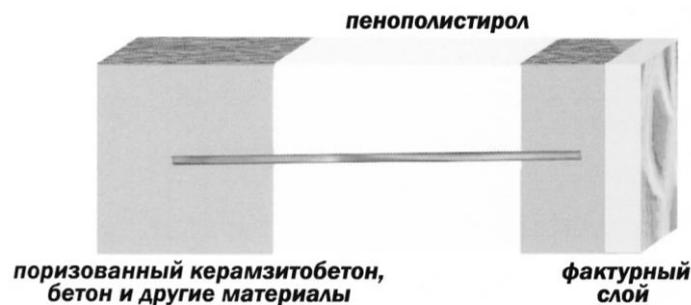


Рисунок Е.2 - Схема установки гибких связей для производства теплоэффективных блоков

Е.3 Гибкие связи для утепления и облицовки монолитной стены кирпичом с использованием анкерной гильзы, соответствующие ТУ 5714-010-13101102-2011 [35]

Е.3.1 Гибкие связи диаметром 6 мм соединяют несущую монолитную стену с облицовочным слоем через утеплитель.

Е.3.2 Технические характеристики и подбор марки гибких связей приведены в таблицах

Е.5 и Е.6.

Т а б л и ц а Е.5 - Технические характеристики гибких связей

Диаметр, мм	6
Минимальная глубина анкеровки, мм	90
Модуль упругости при растяжении, МПа	51000
Разрушающее напряжение при растяжении, МПа, не менее	1000
Разрушающее напряжение при изгибе, МПа, не менее	1000
Усилие вырыва из бетона(В25) гильзы, Н, не менее	700
Усилие вырыва из раствора М100, Н	12010
Относительная деформация при разрыве, не менее	3%
Коэффициент теплопроводности, Вт/м·К	0,46

Т а б л и ц а Е.6 – Подбор марки гибкой связи

Глубина заделки в несущую стену, мм (рекомендуемая)	Толщина утеплителя, мм	Глубина заделки в облицовочную стену, мм (рекомендуемая)	Глубина вентилируемого зазора, мм	Расчет длины гибкой связи, L, мм	Маркировка: БПА - базальтопластиковая арматура, L – длина гибкой связи, 5; 6 – диаметр, 1П – 1 песчаный анкер
60	T	90	40	$L=60+T+90+40$	БПА- L-6-1П; БПА- L-5-1П

Е.3.3 Схема установки гибких связей представлена на рисунке Е.3.



Рисунок Е.3 – Схема установки гибких связей для утепления и облицовки монолитной стены

Е.4 Гибкие связи для газобетона, соответствующие ТУ 5714-013-13101102-2012 [35]

Е.4.1 Гибкие связи предназначены для крепления облицовочного слоя из кирпича к несущей стене из газобетона.

Е.4.2 Технические характеристики и подбор марки гибких связей приведены в таблицах Е.7 и Е.8.

Таблица Е.7- Технические характеристики гибких связей

Марка газобетона (плотность)	Значение усилия на вырыв, Н, не менее	Разрушающее напряжение на изгиб, МПа, не менее	Разрушающее напряжение на растяжение, МПа, не менее
Д400	2500	1000	1000
Д500	3000	1000	1000
Д600	4000	1000	1000

Таблица Е.8 – Подбор марки гибкой связи

Глубина заделки в несущую стену, мм (рекомендуемая)	Толщина утеплителя, мм	Глубина заделки в облицовочную стену, мм (рекомендуемая)	Глубина вентиляруемого зазора, мм	Расчет длины гибкой связи, L, мм	Маркировка: БПА - базальтопластиковая арматура, L – длина гибкой связи, б – диаметр
90	Т	90	40	$L=90+T+90+40$	БПА- L-6-Газобетон

Е.4.3 Схема установки гибкой связи представлена на рисунке Е.4.



Рисунок Е.4 – Схема установки гибкой связи для газобетона

Е.5 Гибкие связи для трехслойных панелей типа «сэндвич», соответствующие ТУ 5714-008-13101102-2011 [35]

Е.5.1 Гибкие связи применяются при изготовлении железобетонных трехслойных панелей типа «сэндвич» для крупнопанельного домостроения.

Е.5.2 Технические характеристики и подбор марки гибких связей приведены в таблицах Е.9 и Е.10.

Таблица Е.10 - Технические характеристики гибких связей

Диаметр, мм	6
Минимальная глубина анкеровки, мм	90
Модуль упругости при растяжении, МПа	51000
Разрушающее напряжение при растяжении, МПа, не менее	1000
Разрушающее напряжение при изгибе, МПа, не менее	1000
Усилие вырыва из бетона (В25) гильзы, Н, не менее	700
Усилие вырыва из раствора М100, Н	12010
Относительная деформация при разрыве, не менее	3%
Коэффициент теплопроводности, Вт/м·К	0,46

Таблица Е.11 – Подбор марки гибкой связи

Название связи	Глубина анкеровки в наружный слой панели, мм	Толщина утеплителя, мм	Глубина анкеровки во внутренний слой панели, мм	Расчет длины гибкой связи, L, мм	Маркировка: БПА - базальтопластиковая арматура, L – толщина утеплителя, 70 – глубина анкеровки, 90 – угол наклона гибкой связи, П – полный песок
Связь - распорка	70	T	40	$L=60+T+90+40$	БПА- L-6-70-90-П

Е.5.3 Схема установки гибких связей представлена на рисунке Е.5.



Рисунок Е.5 – Схема установки гибких связей для трехслойных панелей типа «сэндвич»

## Приложение Ж

(справочное)

### Основные показатели гибких связей из базальтопластика

по ТУ 2296-003-23475912-00 [9]

Ж.1 Показатели качества гибких связей из базальтопластика приведены в таблице

Ж.1.

Таблица Ж.1

Показатели	Норма	Метод испытаний
Разрушающее напряжение при растяжении, МПа, не менее	1000	ГОСТ 11262-80
Коэффициент теплопроводности, Вт/м·К	0,31	ГОСТ 23630.2-79
Усилие вырыва из кирпичной кладки при глубине анкеровки 90 мм, кГс, не менее	400	Методика МНИИТЭП и МАТЕК
Усилие вырыва из бетона при глубине анкеровки 60 мм, кГс, не менее	1000	Методика НИИЖБ и МАТЕК

Ж.2 Вид рамы впускных связей представлен на рисунке Ж.1.

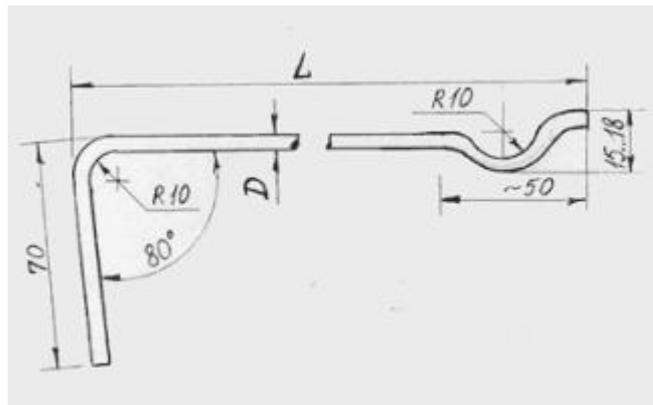


Рисунок Ж.1 – Общий вид и размеры выпускаемых связей

Ж.3 Связи могут быть укомплектованы специальными шайбами для поджатия слоя утеплителя к основной стене и создания воздушного зазора между ним и наружной стеной.

Связи в виде рамок (см. рисунок Ж.2) используются при кладке стен из многопустотных и мелкопустых (например, газосиликатных) блоков.

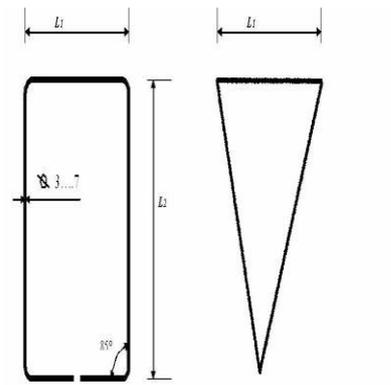


Рисунок Ж.2 – Связи в виде рамок

## Приложение И

(справочное)

### Основные параметры и характеристики гибких связей из стеклопластика по Техническому свидетельству №3134-10 [11]

И.1 Гибкие связи диаметром 4 мм для изготовления трехслойных теплоэффективных блоков

И.1.1 Конструкция включает:

- анкерное уширение диаметром 5,6 мм обеспечивающее сцепление связи с бетоном;
- стеклопластиковый стержень по ТУ 2296-001-20994511-06 [38];
- анкерное уширение с заточкой для прокалывания утеплителя.

И.1.2 Технические характеристики гибких связей диаметром 4 мм приведены в таблице

И.1.

Т а б л и ц а И.1

Диаметр гибкой связи, мм	4,0
Рекомендуемая глубина анкеровки, мм	50-60
Усилие вырыва при глубине анкеровки 50 мм, Н	7000
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К)	0,48
Прочность при изгибе, МПа	1500
Разрушающая сила при растяжении, Н	9850
Срок эксплуатации, лет	100

И.2 Гибкие связи диаметром 5,5 мм для трехслойных каменных, кирпичных и комбинированных стен

И.2.1 Конструкция включает:

- анкерное уширение диаметром 7,7 мм для надежного сцепления арматуры с бетоном или строительным раствором;
- стеклопластиковый стержень по ТУ 2296-001-20994511-06 [38];
- распорная шайба, предназначенная для создания вентилируемого зазора;
- пластмассовый наконечник для прокалывания утеплителя.

Маркировка: СПА 5.5.250.2, где 5.5 – диаметр, 250 – длина СПА, 2 – количество уширений.

И.2.2 Технические характеристики гибких связей диаметром 5,5 мм приведены в таблице И.2.

Таблица И.2

Диаметр гибкой связи, мм	5,5
Минимальная глубина анкеровки, мм	90
Усилие вырыва при глубине анкеровки 90 мм, Н	9970
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К)	0,48
Прочность при изгибе, МПа	1500
Модуль упругости, МПа, не менее	50000
Разрушающая сила при растяжении, Н	21500
Срок эксплуатации, лет	100
Диапазон рабочих температур, °С	-60...+93

И.3 Гибкие связи диаметром 7,5 мм для трехслойных железобетонных панелей

И.3.1 Конструкция включает:

- анкерное уширение диаметром 10,5 мм для обеспечения прочности закрепления в бетоне;
- технологический ограничитель для установки связи в проектное положение;
- стеклопластиковый стержень по ТУ 2296-001-20994511-06 [38];
- пластмассовый наконечник для прокалывания утеплителя.

Бывают двух видов: горизонтальные и наклонные.

И.3.2 Технические характеристики гибких связей диаметром 7,5 мм приведены в таблице И.3

Таблица И.3

Диаметр гибкой связи, мм	7,5
Глубина анкеровки, мм, не менее	40
Растяжение, МПа	700
Сжатие, МПа	700
Изгиб, МПа	900

## Приложение К

(рекомендуемое)

## Марки бетона по морозостойкости

К.1 Марки бетона по морозостойкости и водонепроницаемости для подпорных стен приведены в таблице К.1

Таблица К.1

Условия работы конструкций при попеременном замораживании и оттаивании	Расчетная температура воздуха, °С	Марка бетона, не ниже						
		по морозостойкости			по водонепроницаемости			
		Уровень ответственности сооружения по ГОСТ Р54257						
		1	2	3	1	2	3	
В водонасыщенном состоянии (например, конструкции, расположенные в сезоннооттаивающем слое грунта в районах вечной мерзлоты)	Ниже -40	<i>F300</i>	<i>F200</i>	<i>F150</i>	W6	W4	W2	
	Ниже -20 до -40	<i>F200</i>	<i>F150</i>	<i>F100</i>	W4	W2	Не нормируется	
	Ниже -5 до -20 включительно	5 и выше	<i>F150</i>	<i>F100</i>	<i>F75</i>	W2	Не нормируется	
			<i>F100</i>	<i>F75</i>	<i>F50</i>	Не нормируется		
В условиях эпизодического водонасыщения (например, надземные конструкции, постоянно подвергающиеся атмосферным воздействиям)	Ниже -40	<i>F200</i>	<i>F150</i>	<i>F400</i>	W4	W2	Не нормируется	
	Ниже -20 до -40 включительно	Ниже -5 до -20 включительно	<i>F100</i>	<i>F75</i>	<i>F50</i>	W2	Не нормируется	
		-5 и выше	<i>F75</i>	<i>F50</i>	<i>F35*</i>	Не нормируется		
		<i>F50</i>	<i>F35*</i>	<i>F25*</i>	То же			
В условиях воздушно-влажностного состояния при отсутствии эпизодического водонасыщения например, конструкции, постоянно (подвергающиеся воздействию окружающего воздуха, но защищенные от воздействия атмосферных осадкой)	Ниже -40	<i>F150</i>	<i>F100</i>	<i>F75</i>	W4	W2	Не нормируется	
	Ниже -20 до -40 включительно		<i>F75</i>	<i>F50</i>	<i>F35*</i>	Не нормируется		
		Ниже -5 до -20 включительно	<i>F50</i>	<i>F35*</i>	<i>F25*</i>	То же		
	-5 и выше	<i>F35*</i>	<i>F25*</i>	<i>F15**</i>	»			
<p>Примечание - Расчетная зимняя температура наружного воздуха, принимается как средняя температура воздуха наиболее холодной пятидневки в районе строительства.</p> <p>* Для тяжелого и мелкозернистого бетонов марки по морозостойкости не нормируются;</p> <p>** Для тяжелого, мелкозернистого и легкого бетонов марки по морозостойкости не нормируются.</p>								

К.2 Марки бетона по морозостойкости для фундаментных конструкций приведены в таблице К.2.

Таблица К.2

Расчетная зимняя температура наружного воздуха $t$ , град.	Минимальная марка для сооружения уровня ответственности (по ГОСТ Р54257)								
	1			2			3		
	Грунт								
	а	б	в	а	б	в	а	б	в
$t < -40$	75	100	150	50	75	100	35*	50	70
$-40 \leq t < -20$	50	75	100	35	50	75	25*	35	50
$-20 \leq t < -5$	35*	50	75	25	35	50	-	25*	35*
$t \geq -5$	25*	35*	50	-	25	35	-	-	25*

Примечания:

- 1 - Звездочкой отмечены марки, которые для тяжелого бетона не нормируются.
- 2 - Знак «тире» обозначает, что марки не нормируются.
- 3 - Условные обозначения грунтов: **а** – крупнообломочные и песчаные маловлажные, супеси твердые, суглинки и глины твердые; **б** – крупнообломочные и песчаные влажные, супеси пластичные, суглинки и глины тугопластичные и мягкопластичные; **в** – крупнообломочные и песчаные, насыщенные водой, супеси текучие, суглинки и глины текучепластичные и текучие.

## Приложение Л

(рекомендуемое)

### Типовое анкерное устройство для физико-механических испытаний АНК

Л.1 Конструкция анкеров и технология соединения их со стержня должна обеспечивать разрушение образца в рабочей зоне. При разработке конструкции анкерных устройств допускается руководствоваться указаниями международного стандарта ISO 10406-1:2008 (E) «Fibre-reinforced polymer (FRP) reinforcement of concrete – Test methods».

Л.2 Вид типового опытного образца представлен на рисунке Л.1.

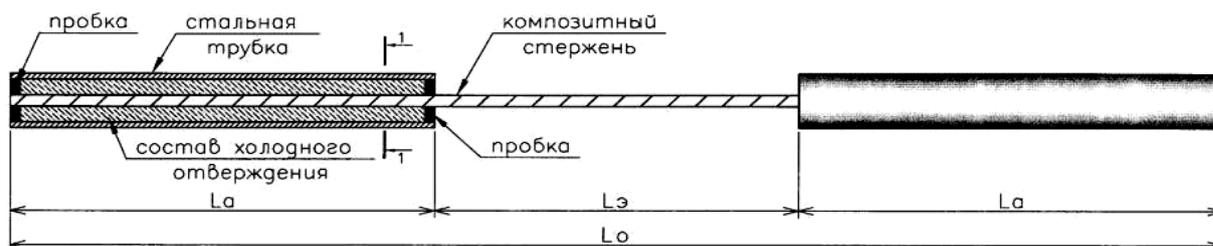


Рисунок Л.1 – Вид типового опытного образца

Анкер – устройство, предназначенное для передачи нагрузок от испытательного устройства на образец при кратковременном, длительном и циклическом нагружениях.

Длина образца  $L_o$  – общая длина образца.

Длина рабочего участка образца  $L_э$  – часть образца между анкерами.

Зона анкеровки образца  $L_a$  – участки на концах образца, где устанавливаются анкера для передачи нагрузок от испытательного устройства на образец.

Л.3 Рекомендуемые размеры опытных образцов и анкеров приведены в таблице Л.1

Таблица Л.1

Вид АНК	Номинальный диаметр АНК $d$ , мм	Внешний диаметр стальной трубки $D_в$ , мм	Толщина стенки стальной трубки, мм	Минимальная длина стальной трубки $L_a$ , мм
АНК-С, АНК-Б	от 4 до 10	35	4,8	300
АНК-С, АНК-Б	от 12 до 16	42	4,8	380
АНК-С, АНК-Б	от 18 до 22	48	4,8	460

## Приложение М

(справочное)

### Основные буквенные обозначения величин

$h$	- высота поперечных выступов;
$d$	- номинальный диаметр;
$E$	- модуль упругости при растяжении;
$T_э$	- предельная температура эксплуатации;
$\tau_r$	- предельное напряжение сцепления с бетоном В25;
$\sigma_с$	- предел прочности при растяжении;
$t$	- шаг поперечных выступов;
$d_n$	- наружный диаметр;
$d_{вн}$	- внутренний диаметр;
$\sigma_{сж}$	- предел прочности при сжатии;
$\sigma_{из}$	- предел прочности при изгибе;
$\sigma_{sh}$	- предел прочности при поперечном срезе;
$d_б$	- минимальный диаметр мотка или барабана;
$A_p$	- расчетная нагрузка на анкер;
$A_б$	- усилие предварительного натяжения;
$F_m$	- расчетная площадь сечения тяги из АНК;
$\gamma_c$	- коэффициент условий работ для растянутой тяги при расчете на прочность по неослабленному сечению;
$\gamma_m$	- коэффициент надежности по материалу тяги при расчете по предельным состояниям первой группы;
$K_m$	- коэффициент надежности по нагрузке;
$R$	- изменение предела прочности при растяжении;
$A$	- площадь поперечного сечения;
$L$	- длина образца АНК;
$L_0$	- общая длина образца до испытания на растяжение;
$P$	- разрушающая нагрузка при растяжении;
$P_1$	- нагрузка, составляющая (50 ± 2 %) от разрушающей нагрузки;
$P_2$	- нагрузка, составляющая (20 ± 2 %) от разрушающей нагрузки;
$\varepsilon_1$	- деформация, составляющая (50 ± 2 %) от предельной деформации;
$\varepsilon_2$	- деформация, составляющая (20 ± 2 %) от предельной деформации;
$P_u$	- прилагаемая испытательная нагрузка;
$C$	- номинальная длина окружности стержня;
$l_{fb}$	- длина заделки стержня в бетон;
$S$	- упругое удлинение;
$L_p$	- длина от верхней поверхности неподвижной траверсы испытательной машины до места установки измерительного прибора;
$b$	- ширина ребра;

## Библиография

- [1] "Градостроительный кодекс Российской Федерации" от 29.12.2004 N 190-ФЗ (ред. от 06.12.2011) (с изм. и доп., вступающими в силу с 01.04.2012)
- [2] Московские городские Технические условия Защита от коррозии бетонных и железобетонных конструкций жилых и общественных зданий  
МГСН 2.08-01
- [3] Московские городские Технические условия Защита от коррозии бетонных и железобетонных конструкций транспортных сооружений  
МГСН 2.09-03
- [4] Рекомендации по расчету конструкций со стеклопластиковой арматурой. НИИЖБ, М., 1978 г.
- [5] Информационные материалы, ООО «МЗКМ»
- [6] Технические условия Ровинги базальтовые марки НРБ  
ТУ 5952-001-13308094-2004
- [7] Технические условия Смолы эпоксидные модифицированные марок КДА, КДА-2, ЭЦДН  
ТУ 2225-032-00203306-97
- [8] Стандарт организации Применение в транспортном строительстве неметаллической композитной арматуры периодического профиля  
СТО 83269053-001-2010
- [9] Информационные материалы, ЗАО «МАТЕК»
- [10] Информационные материалы, ООО «ГАЛЕН»
- [11] Информационные материалы ООО «Бийский завод стеклопластиков»
- [12] Технические условия Пенополиуретан плита ППУ ТИС 70 (П)  
ТУ 5768-001-86901126-1000×800×50  
2011
- [13] Основания, фундаменты и подземные сооружения. Справочник проектировщика. М., Стройиздат, 1985 г.

- [14] Технические рекомендации по применению неметаллической композитной арматуры периодического профиля в бетонных конструкциях ТР 013-1-04. М, НИИЖБ, 2004 г.
- [15] Информационные материалы, ООО НПФ «Уралспецарматура»
- [16] Стандарт организации Нагельное крепление котлованов и откосов в СТО-ГК «Трансстрой»- транспортном строительстве 013-2007
- [17] Технические условия                      Сталь арматурная винтового профиля для железобетонных конструкций  
ТУ-14-2-686-86
- [18] Технические условия                      Прокат высокопрочный винтового профиля класса St 950/1050 диаметром 18; 265; 32; 36 и 40 мм в комплекте с соединительными элементами  
ТУ-14-1-5492-2004
- [19] Технические условия                      Арматура неметаллическая композитная  
ТУ 5769-001-00243240-2010
- [20] Стандарт организации                      Применение грунтовых анкеров и свай с тросом из трубчатых винтовых штанг «Титан»  
СТО-ГК «Трансстрой»- 023-2007
- [21] Браславский В.Д., Львович Ю.М. и др. Противооползневые конструкции на автомобильных дорогах. М., Транспорт, 1985 г.
- [22] Проектирование подпорных стен и стен подвалов. Справочное пособие к СНиП 2.09.03-85. М, Стройиздат, 1990 г.
- [23] Руководство по проектированию и технологическому устройству анкерного крепления в транспортном строительстве. М, ЦНИИС, 1987 г.
- [24] Ведомственные нормы и                      Проектирование и устройство грунтовых анкеров  
правила ВСН 506-88
- [25] Технические условия                      Арматура неметаллическая композитная высокопрочная с повышенным модулем упругости  
ТУ 2296-290-36554501-

- 2010 сти
- [26] Технические условия Арматура неметаллическая композитная.  
ТУ 2296-016-20994511- Бийск  
2009
- [27] Временные технические условия Анкер стеклопластиковый  
ВТУ АС-314253001-  
00243240-08
- [28] Санитарные нормы и правила Гигиенические требования к организации  
СанПин 2.2.3.1384-03 строительного производства и строительных  
работ
- [29] Правила безопасности Правила пожарной безопасности в РФ  
ПБ 01-2003
- [30] Правила безопасности Правила безопасности при строительстве  
ПБ-03-428-02 подземных сооружений
- [31] Ведомственные нормы и правила ВСН 37-84 Инструкция по организации движения и ог-  
раждению мест производства дорожных ра-  
бот
- [32] ПОТ Р М-024-2002 Правила по охране труда при работе с эпок-  
сидными смолами
- [33] Санитарные нормы и правила Санитарно-защитные зоны и санитарная  
СанПин 2.2.1/2.1.1.1200- классификация предприятий, сооружений и  
03 иных объектов
- [34] Санитарные нормы и правила Гигиенические требования к размещению и  
СанПин 2.1.7.1322-03 обезвреживанию отходов производства и по-  
требления
- [35] Технические условия Арматура неметаллическая композитная пе-  
ТУ 5769-248-35354501- риодического профиля

2007

- [36] Технические условия      Арматура композитная периодического про-  
ТУ 5769-001-83269053-      филия

2010

- [37] Львович Ю.М. Геотехнические и геопластиковые материалы в дорожном  
строительстве. М., 2002. – 116 с.: ил. (Автомоб. дороги: Обзорн. Информ./ Ин-  
формавтодор; Вып.7)

- [38] Технические условия      Арматура стеклопластиковая

ТУ 2296-001-20994511-

06