МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
(МГС)
INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION
(ISC)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГОСТ 28008— 2024

НИТЬ УГЛЕРОДНАЯ КОНСТРУКЦИОННАЯ

Технические условия

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2024

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели, основные принципы и общие правила проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены ГОСТ 1.0 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» и ГОСТ 1.2 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, обновления и отмены»

Сведения о стандарте

1 РАЗРАБОТАН Обществом с ограниченной ответственностью «Аргон» (ООО «Аргон») совместно с Объединением юридических лиц «Союз производителей композитов» (Союзкомпозит)

2 ВНЕСЕН Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии Российской Федерации

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 31 октября 2024 г. № 178-П)

За принятие проголосовали:

Краткое наименование страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Код страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Сокращенное наименование национального органа по стандартизации
Азербайджан	AZ	Азстандарт
Армения	AM	ЗАО «Национальный орган по стандартизации и метрологии» Республики Армения
Беларусь	BY	Госстандарт Республики Беларусь
Киргизия	KG	Кыргызстандарт
Россия	RU	Росстандарт
Таджикистан	TJ	Таджикстандарт
Узбекистан	UZ	Узбекское агентство по техническому регулированию

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 11 ноября 2024 г. № 1634-ст межгосударственный стандарт ГОСТ 28008—2024 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 30 ноября 2024 г.

5 ВЗАМЕН ГОСТ 28008—88

Информация о введении в действие (прекращении действия) настоящего стандарта и изменений к нему на территории указанных выше государств публикуется в указателях национальных стандартов, издаваемых в этих государствах, а также в сети Интернет на сайтах соответствующих национальных органов по стандартизации.

В случае пересмотра, изменения или отмены настоящего стандарта соответствующая информация будет опубликована на официальном интернет-сайте Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации в каталоге «Межгосударственные стандарты»

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2024

В Российской Федерации настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

М Е Ж Г О С У Д А Р С Т В Е Н Н Ы Й С Т А Н Д А Р Т

НИТЬ УГЛЕРОДНАЯ КОНСТРУКЦИОННАЯ

Технические условия

Constructional carbon yarn. Specifications

Дата введения — 2024—11—30

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на конструкционную углеродную нить (далее — углеродная нить), предназначенную для изготовления углекомпозитов конструкционного назначения, наполнения прессовочных материалов различного назначения и других технических целей.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие межгосударственные стандарты:

ГОСТ 8.010 Государственная система обеспечения единства измерений. Методики выполнения измерений. Основные положения

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

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

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

ГОСТ 15.001 Система разработки и постановки продукции на производство. Продукция производственно-технического назначения*

ГОСТ 17.2.3.02 Правила установления допустимых выбросов загрязняющих веществ промышленными предприятиями**

ГОСТ 427 Линейки измерительные металлические. Технические условия

ГОСТ 6611.0 Нити текстильные. Правила приемки

ГОСТ 6611.1—73 (ИСО 2060—72) Нити текстильные. Метод определения линейной плотности

ГОСТ 6709*** Вода дистиллированная. Технические условия

ГОСТ 9142 Ящики из гофрированного картона. Общие технические условия

ГОСТ 9147 Посуда и оборудование лабораторные фарфоровые. Технические условия

ГОСТ 10354 Пленка полиэтиленовая. Технические условия

---

* В Российской Федерации действует ГОСТ Р 15.301—2016 «Система разработки и постановки продукции на производство. Продукция производственно-технического назначения. Порядок разработки и постановки продукции на производство».

** В Российской Федерации действует ГОСТ Р 58577—2019 «Правила установления нормативов допустимых выбросов загрязняющих веществ проектируемыми и действующими хозяйствующими субъектами и методы определения этих нормативов».

*** В Российской Федерации действует ГОСТ Р 58144—2018.

Издание официальное

ГОСТ 10681 Материалы текстильные. Климатические условия для кондиционирования и испытания проб и методы их определения

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

ГОСТ 23829 Контроль неразрушающий акустический. Термины и определения

ГОСТ 24104 Весы лабораторные. Общие технические требования*

ГОСТ 25336 Посуда и оборудование лабораторные стеклянные. Типы, основные параметры и размеры

ГОСТ 25388 Волокна химические. Упаковка, маркировка, транспортирование и хранение

ГОСТ 27244 Производство химических волокон. Термины и определения

ГОСТ 30102 (ИСО 2076—89) Волокна химические. Термины и определения

ГОСТ 32588 Композиты полимерные. Номенклатура показателей

ГОСТ 32667—2014 (ISO 11566:1996) Волокно углеродное. Определение свойств при растяжении элементарной нити

ГОСТ 32794 Композиты полимерные. Термины и определения

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов и классификаторов на официальном интернет-сайте Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации (gost.e-ecolog.ru ю указателям национальных стандартов, издаваемым в государствах, указанных в предисловии, или на официальных сайтах соответствующих национальных органов по стандартизации. Если на документ дана недатированная ссылка, то следует использовать документ, действующий на текущий момент, с учетом всех внесенных в него изменений. Если заменен ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, то следует использовать указанную версию этого документа. Если после принятия настоящего стандарта в ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение применяется без учета данного изменения. 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 по ГОСТ 23829, ГОСТ 27244, ГОСТ 30102, ГОСТ 32794, ГОСТ 32588, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **динамический модуль упругости углеродной нити (динамический модуль упругости) E_d, ГПа:** Модуль упругости углеродной нити, определяемый как функция времени прохождения ультразвукового импульса в нити.

3.2 **жгутик из полиакрилонитрильного волокна;** ПАН-прекурсор: Совокупность большого числа элементарных нитей из полиакрилонитрильного волокна, соединенных без крутки, предназначенная для изготовления углеродного волокна.

3.3 **колонка с градиентом плотности (колонка):** Трубка или цилиндр, наполненные раствором иммерсионных жидкостей, плотность которого равномерно меняется по высоте столба жидкости.

3.4 **конструкционная углеродная нить (углеродная нить):** Комплексная нить, состоящая из непрерывных элементарных углеродных нитей (нитей из углеродного волокна) с пределом прочности при растяжении элементарной нити не менее 2300 МПа и динамическим модулем упругости углеродной нити не менее 200 ГПа.

3.5 **пьезоэлектрический преобразователь;** ПЭП: Устройство, предназначенное для преобразования акустического сигнала в электрический и обратно, основанное на применении прямого и обратного пьезоэлектрических эффектов и применяемое для работы в составе средств неразрушающего контроля.

3.6 **элементарная углеродная нить (элементарная нить):** Единичная текстильная нить из углеродного волокна практически неограниченной длины, рассматриваемая как бесконечная и не делящаяся в продольном направлении без разрушения.

---

* В Российской Федерации действует ГОСТ Р 53228—2008 «Весы неавтоматического действия. Часть 1. Метрологические и технические требования. Испытания».

4 Классификация

По основным эксплуатационным (потребительским) характеристикам углеродную нить подразделяют на типы:

- УКН/5000;
- УКН/10000;
- кулон/5000-А;
- кулон/5000-Б.

В условном обозначении углеродной нити число — количество элементарных нитей в комплексной нити; буквы А и Б — марки нити.

5 Технические требования

5.1 Основные показатели и характеристики

5.1.1 Углеродную нить следует изготавливать в соответствии с требованиями настоящего стандарта по технической документации предприятия — изготовителя продукции, утвержденной в установленном порядке.

5.1.2 Углеродную нить изготовляют из ПАН-прекурсора, соответствующего требованиям 5.2.

5.1.3 Углеродную нить изготовляют аппретированной.

5.1.4 Углеродную нить для поставки потребителю формируют в виде цилиндрических бобин намоткой на цилиндрические патроны с посадочным отверстием диаметром (59 ± 1) мм или (76 ± 1) мм в соответствии с технической документацией предприятия-изготовителя. Вид цилиндрического патрона по посадочному отверстию назначают в соответствии с требованием потребителя.

5.1.5 Углеродная нить должна быть плотно намотана на патрон.

Концы углеродной нити на бобине должны быть связаны. На каждые 1000 м углеродной нити допускается не более трех узлов.

5.1.6 Масса углеродной нити типов УКН/5000 и УКН/10000 на бобине должна быть не менее 350 г и не более 1000 г. Допускается не более 15 % бобин в партии массой не менее 250 г.

Масса углеродной нити типов Кулон 5000-А и Кулон 5000-Б на бобине должна быть не менее 250 г.

5.1.7 Номинальная линейная плотность углеродной нити, текс, составляет:

для типа УКН/5000 . . . . . 410;
для типа УКН/10000 . . . . . 900;
для типа Кулон/5000-А 480;
для типа Кулон/5000-Б . . . . . 480.

5.1.8 На углеродной нити не допускаются следующие пороки:

- несвязанные концы нити;
- затяжки;
- сползание нити с бобины;
- потертая нить.

5.1.9 По физико-химическим и физико-механическим показателям углеродная нить должна соответствовать требованиям, приведенным в таблице 1.

Таблица 1 — Физико-химические и физико-механические показатели углеродной нити

Наименование показателя	Значение показателя для нити типа			
	УКН/5000	УКН/10000	Кулон/5000-А	Кулон/5000-Б
Физико-химические показатели				
1 Отклонение фактической линейной плотности от номинальной, %	±10	±8	±12	±12
2 Плотность углеродной нити, г/см^3	1,75 ± 0,04	1,75 ± 0,05	1,93 ± 0,08	1,90 ± 0,10
3 Массовая доля аппрета (замасливателя), %	2,0—6,0	2,0—6,0	—	—

Окончание таблицы 1

Наименование показателя	Значение показателя для нити типа			
	УКН/5000	УКН/10000	Кулон/5000-А	Кулон/5000-Б
Физико-механические показатели				
4 Динамический модуль упругости углеродной нити, ГПа	210 ± 30	210 ± 30	Не менее 400	Не менее 330
5 Удельная разрывная нагрузка углеродной нити при разрыве петлей, Н/текс, не менее	0,070	0,080	0,049	0,049
6 Разрушающее напряжение (предел прочности) элементарной нити при растяжении, ГПа, не менее	2,5	2,5	2,4	2,3

5.2 Требования к сырью, материалам и покупным изделиям

По физико-химическим и физико-механическим показателям ПАН-прекурсор должен соответствовать требованиям, приведенным в технической документации предприятия — изготовителя продукции, утвержденной в установленном порядке.

Рекомендуемые физико-химические и физико-механические показатели ПАН-прекурсора приведены в приложении А.

По согласованию с потребителем продукции допускается изготовление углеродной нити из ПАН-прекурсора с показателями, отличными от приведенных в приложении А, при условии соответствия изготовленной углеродной нити требованиям настоящего стандарта.

5.3 Комплектность

Каждая партия углеродной нити должна сопровождаться документом, удостоверяющим ее качество с указанием:

- наименования предприятия-изготовителя и его товарного знака;
- типа углеродной нити;
- номера партии;
- массы партии углеродной нити (нетто), кг;
- количества бобин и ящиков в партии;
- результатов испытаний по всем показателям таблицы 1 и с указанием фактической линейной плотности углеродной нити, текс;
- гарантийного срока хранения;
- даты изготовления (число, месяц, год);
- обозначения настоящего стандарта;
- штампа и подписи отдела технического контроля.

5.4 Маркировка

Маркировка — по ГОСТ 25388 со следующим изменением: внутрь каждого патрона вкладывают или наклеивают ярлык с указанием:

- типа углеродной нити;
- номера партии;
- массы углеродной нити на бобине, г;
- количества узлов на бобине.

На ярлыке ящика, в который вложен документ о качестве, дополнительно указывают: «Документ о качестве здесь».

5.5 Упаковка

Упаковка — по ГОСТ 25388 со следующими дополнениями:

- бобины углеродной нити должны быть упакованы в полиэтиленовую пленку по ГОСТ 10354 или по технической документации предприятия — изготовителя продукции, утвержденной в установленном порядке;

- бобины углеродной нити должны быть дополнительно упакованы в ящик из гофрированного картона по ГОСТ 9142 или по технической документации предприятия — изготовителя продукции, утвержденной в установленном порядке.

6 Требования безопасности и охраны окружающей среды

6.1 Углеродная нить не токсична, не взрывоопасна, не пожароопасна, температура самовоспламенения более 1500 °С.

6.2 Углеродная нить при комнатной температуре химически инертна.

6.3 При производстве и применении углеродной нити в воздушную среду производственных помещений выделяется пыль.

Пыль углеродных материалов обладает раздражающим действием на слизистые оболочки дыхательных путей и кожные покровы работающих.

Допустимое содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны не должно превышать предельно допустимых концентраций, утвержденных в установленном порядке по ГОСТ 12.1.005.

6.4 Контроль содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны следует проводить в соответствии с ГОСТ 12.1.007 или по нормативным документам, действующим на территории нахождения предприятия–изготовителя продукции.

6.5 Для защиты органов дыхания следует применять противопылевый (противоаэрозольный) респиратор, а для защиты кожного покрова применяют спецодежду, спецобувь и средства индивидуальной защиты [халаты, головные уборы (косынки или кепки), костюмы, кремы и пасты].

6.6 Для обеспечения чистоты воздуха в рабочей зоне производственные помещения должны быть оборудованы приточно-вытяжной вентиляцией по ГОСТ 12.4.021.

6.7 Выбросы вредных веществ в атмосферу не должны превышать предельно допустимых выбросов (ПДВ) и предельно допустимых концентраций (ПДК), утвержденных в установленном порядке.

6.8 В случае образования отходов углеродной нити осуществляют ее утилизацию на специализированном полигоне промышленных отходов для захоронения в соответствии с действующими правилами накопления и захоронения отходов. Допускается передача отходов углеродной нити в специализированные компании для дальнейшей переработки.

6.9 Общие требования к охране окружающей среды в соответствии с ГОСТ 17.2.3.02 или по нормативным документам, действующим на территории страны нахождения предприятия–изготовителя продукции.

7 Правила приемки

7.1 Для проверки углеродной нити на соответствие требованиям, установленным в таблице 1 настоящего стандарта, проводят приемо-сдаточные, периодические и типовые испытания. Все показатели таблицы 1 проверяют при приемо-сдаточных, периодических и типовых испытаниях.

7.2 Приемо-сдаточные испытания проводят с целью контроля соответствия характеристик продукции требованиям настоящего стандарта. Приемо-сдаточным испытаниям подвергают каждую партию углеродной нити.

7.2.1 Партией считают количество углеродной нити одного типа, изготовленной из одной партии ПАН-прекурсора, при одном технологическом режиме и оформленное одним документом о качестве.

Масса партии должна быть не менее 150 кг.

Допускается по требованию потребителя изменять массу партии.

7.2.2 Проверку качества углеродной нити по 5.1.4—5.1.6, 5.1.8, на соответствие комплектности, маркировки, упаковки требованиям настоящего стандарта и технической документации предприятия-изготовителя проводят на 100 % продукции.

7.2.3 Для проверки качества углеродной нити по показателям таблицы 1 используют выборочный контроль, от партии отбирают не менее 10 % бобин. Отобранным бобинам присваивают порядковые номера.

7.2.4 При получении неудовлетворительных результатов испытаний хотя бы по одному показателю по нему проводят повторную проверку удвоенного количества единиц продукции, отобранных от той же партии. Результаты повторных испытаний распространяют на всю партию.

7.2.5 За результат испытаний принимают среднее арифметическое значение результатов измерений для каждого показателя в объеме выборки по 7.2.3, при этом единичные результаты измерений

показателей не должны превышать допускаемые отклонения значений показателя от номинальных значений. Результаты приемо-сдаточных испытаний оформляют протоколом.

7.3 Периодические испытания проводят с целью подтверждения качества продукции и стабильности технологического процесса в установленный период. Периодические испытания проводят не реже одного раза в 6 мес в соответствии с 7.2.2 и 7.2.3. При проведении приемо-сдаточных испытаний в установленном периоде им присваивается статус периодических испытаний вплоть до получения результатов очередных периодических испытаний. Результаты периодических испытаний оформляют протоколом и предъявляют потребителю по его требованию.

7.4 Типовые испытания проводят на соответствие требованиям настоящего стандарта по всем показателям, приведенным в таблице 1, при изменении технологического процесса или замене исходных материалов для изготовления углеродной нити и/или исходных материалов для изготовления аппрета (замасливателя) или при переносе производства на другое предприятие.

При получении неудовлетворительных результатов типовых испытаний хотя бы по одному из показателей проводят анализ причин получения неудовлетворительных результатов и принимают решение о проведении повторных испытаний или прекращении проведения данных работ.

Предусмотренные по результатам испытаний изменения в ранее разработанную и утвержденную документацию не вносят. В отношении продукции, изготовленной в соответствии с предусмотренными изменениями, принимается решение о ее утилизации или возможности ее применения по определенным видам функционального назначения, приведенным в области применения настоящего стандарта с ограничениями или без ограничений.

Результаты типовых испытаний оформляют протоколом.

7.5 Приемке продукции, выпуск которой предприятием-изготовителем начат впервые, должны предшествовать квалификационные испытания, проводимые по ГОСТ 15.001. Квалификационные испытания носят статус периодических испытаний при приемке продукции вплоть до получения результатов очередных периодических испытаний. Результаты квалификационных испытаний оформляют протоколом и хранят в установленном на предприятии-изготовителе порядке вплоть до снятия продукции с производства.

8 Методы испытаний

8.1 Отбор упаковочных единиц — по ГОСТ 6611.0.

Отбор единиц продукции (бобин) — в соответствии с 7.2.3.

Перед передачей отобранных бобин на определение физико-механических показателей по таблице 1 с каждой бобины сматывают и отрезают верхний слой углеродной нити длиной не более 10 м. Допускается сматывание и отрезание углеродной нити длиной более 10 м при обеспечении выполнения требования по 5.1.6.

Примечание — Смотанная и отрезанная углеродная нить является отходами производства, подлежащими утилизации или дальнейшей переработке в соответствии с 6.8.

8.2 Определение массы углеродной нити на бобине

Для определения массы углеродной нити на бобине применяют лабораторные весы среднего класса точности (III) по ГОСТ 24104.

Массу углеродной нити на бобине $m_н$, г, вычисляют по формуле

$$m_н = m_{об} - m_п, \quad (1)$$

где $m_{об}$ — масса углеродной нити с патроном (общая масса), г;

$m_п$ — масса патрона, г.

Вычисление проводят с точностью до второго десятичного знака с последующим округлением до первого десятичного знака.

Массу углеродной нити на бобинах, отобранных по 7.2.3 для проверки качества углеродной нити по показателям таблицы 1, определяют после проведения испытаний, для которых отобраны данные бобины.

8.3 Определение пороков внешнего вида проводят путем осмотра поверхности углеродной нити на бобине.

8.4 Определение фактической линейной плотности углеродной нити проводят по ГОСТ 6611.1 со следующими дополнениями:

- для проведения измерения от каждой бобины отбирают по две пробы в виде отрезков длиной 1,0 м, полученных при предварительном натяжении, которое устанавливают из расчета 0,2 г/текс;
- отмотку верхнего слоя не проводят;
- пробы перед измерением не выдерживают в климатических условиях по ГОСТ 10681;
- климатические условия при проведении приемо-сдаточных и периодических испытаний не регламентируются.

Отклонение фактической линейной плотности углеродной нити от номинальной — по ГОСТ 6611.1—73 (пункт 6.6).

8.5 Определение плотности углеродной нити

Плотность углеродной нити определяют методом колонки с градиентом плотности по приложению Б.

Допускается определять плотность другими методами (см. [1]), в том числе по аттестованным методикам (методам), согласованным с производителем или потребителем продукции.

При применении пикнометрического метода от каждой из бобин, из числа отобранных по 7.2.3, отбирают пробы в виде отрезков углеродной нити необходимой массы в соответствии с [1] или аттестованной методикой (методом).

Арбитражным является определение плотности углеродной нити по приложению Б.

8.6 Определение массовой доли аппрета (замасливателя)

8.6.1 Отбор проб

От каждой отобранной для испытания бобины отбирают по две пробы массой 2 г каждая (примерно 4,0 м углеродной нити).

8.6.2 Аппаратура

Для испытания применяют:

- весы лабораторные специального класса точности (I) по ГОСТ 24104.
- тигли по ГОСТ 9147;
- печь муфельную, обеспечивающую температуру нагрева (350 ± 10) °С;
- эксикатор по ГОСТ 25336.

Допускается применение других средств измерений, вспомогательных устройств, материалов с характеристиками не хуже указанных.

8.6.3 Проведение испытания

Пробу помещают в предварительно взвешенный тигель и взвешивают с точностью 0,0002 г. Затем тигли с пробой помещают на 1 ч в муфельную печь с температурой (350 ± 10) °С.

После прокаливания тигли охлаждают в эксикаторе до комнатной температуры и вновь взвешивают с точностью 0,0002 г.

8.6.4 Обработка результатов

Массовую долю аппрета (замасливателя) A, %, вычисляют по формуле

$$A = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \cdot 100, \qquad (2)$$

где m_1 — масса углеродной нити до прокаливания, г;

m_2 — масса углеродной нити после прокаливания, г.

За окончательный результат принимают среднее арифметическое двух параллельных определений, допустимое расхождение между которыми не превышает 0,5 %.

Вычисление проводят с точностью до второго десятичного знака с последующим округлением до первого десятичного знака.

8.7 Определение динамического модуля упругости углеродной нити

Динамический модуль упругости углеродной нити определяют акустическим методом прохождения по приложению В.

По согласованию между изготовителем и потребителем продукции допускается определять динамический модуль упругости углеродной нити акустическим методом прохождения по иным аттестованным методикам (методам), в том числе разработанным и аттестованным по ГОСТ 8.010.

8.8 Определение удельной разрывной нагрузки углеродной нити при разрыве петлей

8.8.1 Отбор проб

От каждой отобранной для испытания бобины отбирают по десять проб в виде отрезков длиной 40 см.

8.8.2 Аппаратура

Для испытания применяют:

- машину разрывную с расстоянием между зажимами (200 ± 1) мм;
- сосуд для выдерживания нити емкостью до 150 дм^3;
- воду дистиллированную по ГОСТ 6709.

8.8.3 Подготовка к испытанию

Углеродные нити в расправленном состоянии помещают в сосуд с дистиллированной водой комнатной температуры на 3—5 с, затем вынимают, укладывают перпендикулярно друг другу внахлест и соединяют концы каждой углеродной нити вместе, образуя петлю.

8.8.4 Проведение испытания

Соединенные концы одной углеродной нити закрепляют в верхнем зажиме разрывной машины, концы другой углеродной нити закрепляют в нижнем зажиме разрывной машины и автоматически создают предварительное натяжение из расчета 0,004 Н/текс.

Затем прикладывают к петлям нагрузку с такой скоростью, чтобы обеспечить разрыв в период времени от 2 до 8 с от начала нагружения.

Во время заправки прикасаться руками к углеродным нитям в рабочей зоне не допускается.

Разрывы вне петли в расчет не принимают.

8.8.5 Обработка результатов

Удельную разрывную нагрузку углеродной нити в петле $P_п$, Н/текс, вычисляют по формуле

$$P_п = \frac{\sum_{i=1}^{n} P_i \cdot 1000}{n \cdot 2T_ф}, \quad (3)$$

где $\sum_{i=1}^{n} P_i$ — сумма результатов первичных испытаний, Н;

n — число испытаний, равное 5;

$T_ф$ — фактическая линейная плотность углеродной нити, текс.

Вычисление проводят с точностью до второго десятичного знака с последующим округлением до первого десятичного знака.

8.9 Определение разрушающего напряжения (предела прочности) элементарной нити при растяжении проводят по ГОСТ 32667 со следующим изменением: перед испытанием аппрет (замасливатель) с нити не удаляют; а также следующими дополнениями:

- скорость растяжения — 1,0 мм/мин;
- по согласованию между изготовителем и потребителем продукции допускается принимать длину прорези рамки для крепления образца (рабочую испытательную базу), равной (10 ± 0,5) мм;
- по согласованию между изготовителем и потребителем продукции допускается для приклеивания образца к рамке для крепления образца применять иные клеи, исключающие проскальзывание образца в захватах во время испытания и не ухудшающие свойства материала элементарной нити.

9 Транспортирование и хранение

Транспортирование и хранение — по ГОСТ 25388 со следующими дополнениями:

- транспортирование следует проводить с максимальным использованием вместимости транспортного средства;
- при погрузке, выгрузке и транспортировании ящиков с бобинами углеродной нити должны быть приняты меры предосторожности, обеспечивающие их сохранность от механических повреждений;
- при хранении бобины углеродной нити в ящиках должны находиться в вертикальном положении;
- ящики с бобинами углеродной нити хранят в упакованном виде на стеллажах или поддонах в крытых складских помещениях с относительной влажностью воздуха не более 80 %.

10 Гарантии изготовителя

10.1 Изготовитель гарантирует соответствие углеродной нити требованиям настоящего стандарта при соблюдении условий транспортирования и хранения.

10.2 Гарантийный срок хранения — три года со дня изготовления.

10.3 По истечении гарантийного срока хранения допускается проводить контрольные испытания углеродной нити на соответствие требованиям настоящего стандарта.

При получении положительных результатов испытаний углеродная нить может быть использована по назначению в течение трех лет со дня получения результатов испытаний.

Приложение А
(рекомендуемое)

Физико-химические и физико-механические показатели ПАН-прекурсора

Таблица А.1 — Физико-химические и физико-механические показатели ПАН-прекурсора

Наименование показателя	Значение показателя ПАН-прекурсора для нити типа				Метод контроля
	УКН/5000	УКН/10000	Кулон/5000-А	Кулон/5000-Б	
Физико-химические показатели					
1 Номинальная линейная плотность жгутика, текс	850	1700	850	850	По технической документации предприятия — изготовителя продукции
2 Отклонение фактической линейной плотности жгутика от номинальной, %	±2,5				
3 Коэффициент вариации по линейной плотности жгутика, %, не более	5				
4 Номинальное количество элементарных волокон в жгутике, шт.	5000	10000	5000	5000	
5 Номинальная линейная плотность элементарного волокна, текс	0,17				
6 Отклонение фактической линейной плотности элементарного волокна от номинальной, %	±3,0				
7 Коэффициент вариации по диаметру элементарного волокна, %, не более	6,5				
8 Плотность жгутика, г/см^3	1,175—1,190				
9 Фактическая влажность жгутика, %, не более	2,0				
10 Массовая доля аппрета (замасливателя), %	0,3—1,5				
11 Содержание кремния в нити, % масс., не более[1)]	0,005				
Физико-механические показатели					
12 Удельная разрывная нагрузка элементарного волокна, мН/текс, не менее	430				По технической документации предприятия — изготовителя продукции
13 Коэффициент вариации по удельной разрывной нагрузке элементарного волокна, %, не более	12				
14 Удлинение элементарного волокна при разрыве, %	17 ± 3				

[1)] Данный показатель определяют только для нитей с нанесенным на них кремнийсодержащим замасливателем и/или аппретом.

Приложение Б
(обязательное)

Определение плотности углеродной нити методом колонки с градиентом плотности

Б.1 Сущность метода

Метод основан на наблюдении равновесного положения образца для испытаний в столбе жидкости, имеющем линейный градиент плотности.

Колонка с градиентом плотности представляет собой столб жидкости, плотность которой возрастает равномерно от верхней части столба к нижней.

Б.2 Оборудование и материалы

Б.2.1 Колонка с градиентом плотности, состоящая из вертикальной градуированной трубки, открытой с верхнего конца, длиной от 250 до 1000 мм, диаметром не менее 40 мм, окруженной водяной оболочкой, при поддерживаемой температуре (23 ± 0,1) °С. На дне колонки располагают ведерко из нержавеющей стали, которое можно поднимать и опускать в колонке с помощью проволоки.

Б.2.2 Серия калиброванных эталонных сферических поплавков (эталонных поплавков) диаметром приблизительно от 5 до 6 мм, требуемого диапазона плотностей, измеренных при температуре 23 °С с точностью до 0,0001 г/см^3.

Б.2.3 Оборудование для наполнения колонки, включающее сифон для наполнения колонки, запорный кран, стеклянную трубку с притертой стеклянной пробкой, двухлитровые сосуды и магнитную мешалку.

Б.2.4 Системы рабочих жидкостей (иммерсионных жидкостей), применяемые для наполнения колонки с градиентом плотности.

Иммерсионные жидкости должны хорошо смачивать образец для испытаний, не должны растворять и пропитывать его или вступать с ним в реакцию, а также не должны улетучиваться во время проведения испытаний. При работе с этими жидкостями необходимо соблюдать правила техники безопасности.

Типовые системы приведены в таблице Б.1. Допускается применение других систем рабочих жидкостей и рабочих (иммерсионных) жидкостей по ГОСТ 15139—69 (пункт 6.1).

Таблица Б.1 — Системы рабочих жидкостей (иммерсионных жидкостей), применяемые для наполнения колонки с градиентом плотности

Система	Плотность, г/см^3, при температуре 293 К (20 °С)
Этанол — бромоформ	0,81—2,89
Толуол-дибромметан	0,87—2,49
Хлорид цинка — вода	1,00—2,00
Трихлорэтан — этилендибромид	1,35—2,18
Четыреххлористый углерод — этилендибромид	1,59—2,18
Четыреххлористый углерод — бромоформ	1,59—2,89

Б.3 Образцы для испытаний

От каждой из бобин, из числа отобранных для испытания по 7.2.3, отбирают три пробы в виде отрезков углеродной нити длиной 15 см каждая.

Пробы для испытаний не должны содержать аппрета (замасливателя). Для удаления аппрета (замасливателя) используют методы экстракции растворителем, разложения в химическом растворе или пиролиза по ГОСТ 32667—2014 (приложение Б). Метод удаления аппрета (замасливателя) определяют по согласованию между изготовителем и потребителем продукции. Допускается по согласованию между изготовителем и потребителем продукции проводить испытания на пробах без удаления аппрета (замасливателя).

От каждого отрезка углеродной нити берут образцы массой от 1 до 10 мг (в зависимости от массы на единицу длины) и погружают не менее чем на 10 мин в менее плотную из двух рабочих (иммерсионных) жидкостей, следя за тем, чтобы все воздушные пузырьки были удалены.

Каждому образцу придают подходящую форму для погружения в колонку. Выбранная форма должна соответствовать типу испытуемого углеродного волокна. Наиболее подходящей формой для углеродной нити является узел или дуга.

Б.4 Подготовка к проведению испытаний

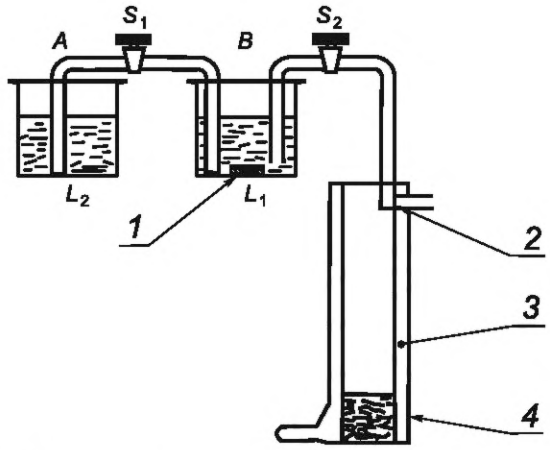
Б.4.1 Для проведения испытаний осуществляют подготовку колонки с градиентом плотности способом ее непрерывного наполнения с помощью двух растворов, плотность которых является пределами интервала измерения. Непрерывное наполнение выполняют методом А (см. рисунок Б.1) или методом Б (см. рисунок Б.2).

Метод А представляет собой непрерывное наполнение, при котором колонку заполняют сверху жидкостями постепенно уменьшающейся плотности, каждой жидкости дают стекать по внутренней поверхности трубки так, чтобы она располагалась поверх более плотной жидкости, уже налитой в колонку (жидкость постепенно становится менее плотной).

Метод Б представляет собой непрерывное наполнение, при котором колонку заполняют от дна жидкостями постепенно увеличивающейся плотности. Каждая последующая жидкость вытесняет уже налитую жидкость меньшей плотности в направлении к верху колонки (жидкость постепенно становится более плотной).

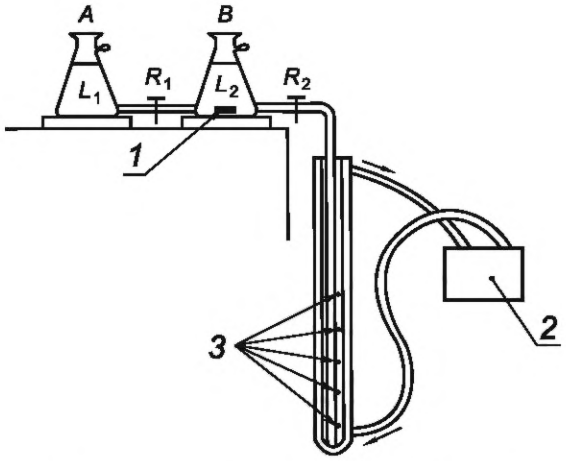
Б.4.2 Устанавливают оборудование, как показано на рисунке Б.1 или рисунке Б.2. Устанавливают температуру термостата на уровне (23 ± 0,1) °С.

Погружают ведерко (см. Б.2.1) с эталонными поплавками (см. Б.2.2) (предпочтительно восемь штук) на дно колонки.



A — сосуд с менее плотной жидкостью L_2; *B* — сосуд с более плотной жидкостью L_1; S_1 — сифон сосуда *A*; S_2 — сифон сосуда *B*; *1* — магнитная мешалка; *2* — термостат; *3* — капилляр, касающийся внутренней поверхности колонки; *4* — колонка

Рисунок Б.1 — Схема подготовки колонки с градиентом плотности методом А



A — сосуд с более плотной жидкостью L_1; *B* — сосуд с менее плотной жидкостью L_2; R_1 — кран сосуда *A*; R_2 — кран сосуда *B*; *1* — магнитная мешалка; *2* — водяная оболочка с термостатическим регулированием; *3* — эталонные поплавки

Рисунок Б.2 — Схема подготовки колонки с градиентом плотности методом Б

Б.4.3 Готовят эталонные жидкости L_1 (более плотная жидкость) и L_2 (менее плотная жидкость). В зависимости от желаемой прецизионности эти эталонные жидкости могут быть либо исходными жидкостями, либо смесями, плотность которых охватывает диапазон плотностей испытуемых волокон. Чем выше требуется точность, тем более узким должен быть охватывающий диапазон плотностей.

Обычный диапазон плотностей для колонки длиной 70 см имеет приращение на 0,05 г/см^3.

Б.4.4 Наполняют сосуды *A* и *B* жидкостью L_1 или жидкостью L_2, в зависимости от выбранного метода наполнения (метод А или Б), как показано на рисунке Б.1 или Б.2.

Каждый сосуд должен содержать объем жидкости, равный или более половины объема колонки.

Начинают с перемешивания жидкости, которая расположена ближе к колонке. Заполняют сифоны S_1 и S_2 (см. рисунок Б.1) или открывают краны R_1 и R_2 (см. рисунок Б.2) так, чтобы время наполнения составило примерно 2 ч.

В случае метода А эталонные поплавки начинают подниматься с открытой поверхности жидкости и затем разделяются один от другого в порядке возрастания плотности.

В случае метода Б эталонные поплавки поднимаются от основания колонки постепенно в порядке увеличения плотности и затем следуют за подъемом уровня жидкости.

Б.4.5 Закрывают колонку стеклянной пробкой и выдерживают при температуре термостата (23 ± 0,1) °С в течение не менее 24 ч. По истечении этого периода измеряют с точностью до миллиметра расстояние от каждого эталонного поплавка до основания колонки и строят график зависимости равновесной высоты эталонных поплавков от плотности.

Полученная кривая должна быть плавной, практически прямой линией, без разрывов и должна иметь не более чем одну точку изгиба. Если график не образует прямую линию, то повторяют процедуру подготовки колонки.

Кривую «плотность — равновесная высота эталонных поплавков» строят в таком масштабе, чтобы можно было отсчитывать высоту с точностью до 1 мм и плотность с точностью до 0,0001 г/см^3.

Срок годности колонки составляет приблизительно один месяц, после чего колонка теряет линейность. Колонки проверяют ежедневно для своевременного обнаружения потери стабильности.

Б.5 Проведение испытаний

Б.5.1 В подготовленную колонку осторожно погружают испытуемый образец сверху и ждут, когда он опустится и достигнет равновесного положения. Необходимо следить, чтобы углеродные нити не поднимались на поверхность и пузырьки воздуха не попали внутрь образца.

Б.5.2 При достижении равновесия регистрируют деление колонки, соответствующее равновесному положению образца, и определяют соответствующее значение плотности по градуировочной кривой колонки (кривая «плотность — равновесная высота эталонных поплавков»).

Примечание — Время, необходимое для достижения равновесия, может составлять от нескольких минут до нескольких часов. Это зависит от формы образца, градиента плотности в колонке и требуемой точности.

Необходимо избегать контакта испытуемого образца со стенками колонки и с образцами, остающимися в колонке после предыдущих испытаний, что может привести к снижению его скорости свободного перемещения.

Б.5.3 С помощью ведерка, предназначенного для удаления мусора из колонки, извлекают разделившиеся на составные элементы образцы. Во избежание нарушения градиента в колонке необходимо выполнять эту процедуру медленно.

Б.6 Обработка результатов

Плотность ρ_t образца, г/см^3, определяют:

- графически по кривой, полученной в соответствии с Б.4.5, исходя из уровня погружения, на котором кусочки образца уравновешиваются. Плотность образца эквивалента плотности эталонного поплавка на одинаковом с образцом уровне погружения;
- посредством интерполяции между значениями двух плотностей эталонных поплавков, между которыми расположен образец, по формуле

$$\rho_t = \rho_1 + \frac{(h - h_1) \cdot (\rho_2 - \rho_1)}{h_2 - h_1}, \qquad (Б.1)$$

где h_1 и h_2 — глубина погружения обоих эталонных поплавков, мм;

ρ_1 и ρ_2 — плотности обоих эталонных поплавков, г/см^3;

h — глубина погружения образца, мм.

За результат испытания принимают среднее арифметическое параллельных определений, допускаемые расхождения между которыми не должны быть более 0,0002 г/см^3, если иное не установлено в технической документации предприятия — изготовителя продукции. Вычисление проводят с точностью до четвертого десятичного знака.

Б.7 Протокол испытаний

Протокол испытаний должен содержать следующую информацию:

- обозначение настоящего стандарта;
- дату проведения испытания;

- идентификационные данные лаборатории, проводившей испытания;
- фамилию, имя и отчество лица (лиц), проводившего(их) испытания;
- обозначение нити в соответствии с разделом 4 и иные детали, необходимые для идентификации испытуемых образцов нити;
- наличие или отсутствие аппрета (замасливателя) на испытуемых образцах нити [если аппрет (замасливатель) удаляли, то какой метод был использован для этого];
- использованный метод подготовки колонки (А или Б);
- использованную систему рабочих (иммерсионных) жидкостей;
- число образцов для испытаний;
- среднее значение плотности, округленное до 0,01 г/см^3;
- описание любой операции, не установленной в настоящем методе, а также все отклонения от установленной процедуры, которые могли бы повлиять на результаты.

Приложение В
(обязательное)

Определение динамического модуля упругости углеродной нити акустическим методом прохождения

В.1 Сущность метода

Метод заключается в том, что в образце (пробе нити), помещенном на протекторы ПЭП, электрически связанных с генератором и приемником ультразвукового дефектоскопа, возбуждаются ультразвуковые колебания.

Динамический модуль упругости углеродной нити определяют по скорости распространения ультразвуковой продольной волны в пробе нити, путем измерения времени прохождения акустического (ультразвукового) импульса через образцы (пробы) нити известной длины и проведения расчетов по В.6.

Примечание — Метод основан на фундаментальной зависимости скорости распространения акустического импульса (ультразвуковой продольной волны) в пробе нити от упругих (динамический модуль упругости) и инертных (плотность) свойств материала.

В.2 Оборудование и материалы

В.2.1 Универсальный ультразвуковой дефектоскоп, предназначенный для измерения времени прохождения акустического (ультразвукового) импульса в материале, с возможностью использования пьезоэлектрических преобразователей, соответствующих В.2.2.

В.2.2 ПЭП, классифицируемые следующим образом:

- контактные (по способу осуществления акустического контакта);
- прямые (по направлению ввода акустических волн в исследуемый объект);
- совмещенные (по электроакустическому исполнению);
- продольные (по основному типу применяемых волн).

Примечание — Рекомендуемая рабочая частота ПЭП—1 МГц. Допускается применять ПЭП с иной рабочей частотой в зависимости от типа и модели применяемого универсального ультразвукового дефектоскопа.

В.2.3 Линейка измерительная металлическая 1000 мм по ГОСТ 427.

В.2.4 Приспособление для установки ПЭП (см. рисунок В.1).

В.2.5 Устройство для натяжения образца для испытаний.

Примечание — В качестве устройства для натяжения образца для испытаний допускается применять натяжительные грузы или прижимные, или иные механизмы, обеспечивающие натяжение образца для испытаний.

В.3 Образцы для испытаний

От каждой из бобин, из числа отобранных для испытания, отбирают по шесть проб в виде отрезков нити длиной 1,5 м каждая (для первой испытательной базы) и по шесть проб в виде отрезков нити длиной 0,75 м (75 см) каждая (для второй испытательной базы).

В.4 Подготовка к проведению испытаний

В.4.1 Устанавливают ПЭП с протекторами в приспособление (см. рисунок В.1). Подключают ПЭП к ультразвуковому дефектоскопу.

В.4.2 Включают дефектоскоп, устанавливают частоту генератора, соответствующую частоте ПЭП (диапазон полосы пропускания должен включать в себя установленную частоту).

В.4.3 Настраивают прибор на измерение времени прохождения акустического импульса согласно руководству по эксплуатации дефектоскопа (см. например [2]). Фиксацию времени прихода импульса устанавливают по максимальной амплитуде («по пику»).

В.5 Проведение испытаний

Испытания проводят в соответствии со схемой, приведенной на рисунке В.1.

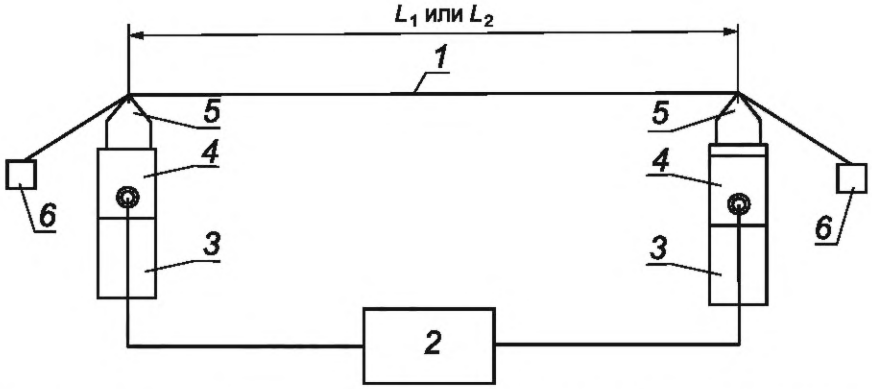
В.5.1 Пробу нити *1* помещают на протекторы ПЭП *5* так, чтобы длина первой испытательной базы L_1 составила 1,0 м, и с помощью устройств *6* обеспечивают натяжение образца для испытаний.

В.5.2 Измеряют длину первой испытательной базы L_1 с погрешностью ±0,5 мм.

В.5.3 Детектируют теневой сигнал акустического импульса на экране дефектоскопа.

В.5.4 Регистрируют время прохождения акустического импульса с усреднением по пяти наблюдениям и записывают время прохождения импульса в пробе нити t_1 на первой испытательной базе L_1.

В.5.5 Повторяют действия по В.5.1—В.5.4 для второй испытательной базы $L_2 = 0{,}5 \cdot L_1 = 0{,}50$ м = 50 см и записывают время прохождения импульса в пробе нити t_2 на второй испытательной базе L_2.



L_1 — длина первой испытательной базы; L_2 — длина второй испытательной базы; *1* — проба углеродной нити (образец для испытаний); *2* — ультразвуковой дефектоскоп; *3* — приспособление для установки ПЭП; *4* — пьезоэлектрические преобразователи; *5* — протекторы ПЭП; *6* — устройство для натяжения образца для испытаний

Рисунок В.1 — Условная схема подготовки к проведению и проведения испытаний

В.6 Обработка результатов

Динамический модуль упругости углеродной нити E_d, Па, вычисляют по формуле

$$E_d = \rho \frac{(L_1 - L_2)^2}{10(t_1 - t_2)^2}, \quad (В.1)$$

где ρ — плотность углеродной нити, определенная по 8.5, г/см^3.

L_1 — длина первой испытательной базы, см;

L_2 — длина второй испытательной базы, см;

t_1 — время прохождения ультразвукового импульса в нити по базе L_1, с;

t_2 — время прохождения ультразвукового импульса в нити по базе L_2, с.

За окончательный результат принимают среднее арифметическое всех испытаний. Вычисление проводят с точностью до первого десятичного знака с последующим округлением до целого числа.

Окончательный результат испытаний представляют в ГПа.

В.7 Протокол испытаний

Протокол испытаний должен содержать следующую информацию:

- робозначение настоящего стандарта;
- дату проведения испытания;
- идентификационные данные лаборатории, проводившей испытания;
- фамилию, имя и отчество лица (лиц), проводившего(их) испытания;
- обозначение нити в соответствии с разделом 4 и иные детали, необходимые для идентификации испытуемых образцов нити;
- наличие или отсутствие аппрета (замасливателя) на испытуемых образцах нити [если аппрет (замасливатель) удаляли, то какой метод был использован для этого; использованный растворитель; температуру и время пиролиза];
- число образцов для испытаний;
- среднее значение модуля упругости углеродной нити при растяжении в ГПа, округленное до целого числа;
- описание любой операции, не установленной в настоящем методе, а также все отклонения от установленной процедуры, которые могли бы повлиять на результаты.

Библиография

[1] ISO 10119:2020 Carbon fibre — Determination of density (Волокно углеродное. Определение плотности)
[2] Руководство пользователя УСД-60. Универсальный ультразвуковой дефектоскоп

УДК 677.494.7:006.354 МКС 59.100.20

Ключевые слова: нить углеродная конструкционная, основные показатели и характеристики, требования к сырью, упаковка, маркировка, физико-химические показатели углеродной нити, физико-механические показатели углеродной нити, правила приемки, методы испытания, транспортирование, хранение, гарантии изготовителя

Редактор *Н.В. Таланова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *С.И. Фирсова*
Компьютерная верстка *И.А. Налейкиной*

Сдано в набор 13.11.2024. Подписано в печать 02.12.2024. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,32. Уч.-изд. л. 1,90.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru