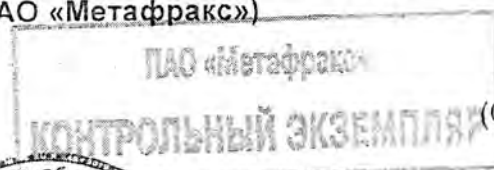


Публичное акционерное общество «Метафракс»
(ПАО «Метафракс»)

ОКПД2
20.16.54.000



Группа Л27
(ОКС 83.080.01)



УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор
ПАО «Метафракс»

В.А. Даут

« 31 » 07 2020 г.

КАПРОЛОН
(полиамид 6 блочный)

Технические условия

ТУ 20.16.54-036-00203803-2020

(взамен ТУ 2224-036-00203803-2012)

Дата введения 01.08.2020

Исполнительный директор - первый
заместитель генерального директора

В.В. Майер
« 21 » 07 2020 г.

Заместитель генерального директора -
директор коммерческий

А.В. Давыдов
« 22 » 07 2020 г.

Технический директор

А.С. Вдовин
« 21 » 07 2020 г.

Настоящие технические условия распространяются на капролон (полиамид 6 блочный), представляющий собой высокомолекулярный полимер амидной группы с частичной структурной кристаллизацией – продукт активированной анионной полимеризации капролактама, проводимой непосредственно в форме.

Капролон – материал с высокими электроизоляционными и искрогасящими свойствами. Отличается легкостью, износостойкостью, в том числе при работе в средах, имеющих абразивные частицы. Обладает эффектом самосмазывания, способностью поглощать вибрацию и звуки, биологической инертностью, выдерживает динамические нагрузки, устойчив к истиранию, коррозии.

Капролон – высокопрочный и эластичный материал, обрабатывается всеми основными видами механической обработки (точением, шлифованием, фрезерованием, сверлением, резанием, строганием) и предназначается для изготовления изделий конструкционного и антифрикционного назначения, электротехнических деталей.

Капролон является стойким против гниения и поражения грибами, не оказывает отрицательного влияния на материалы, с которыми соприкасается, при соблюдении условий транспортирования и хранения.

Ассортимент продукции – листы, втулки, стержни, ориентировочные размеры указаны в приложении А.

Листы и стержни изготавливают методом прямого химического формования в стационарных формах, втулки – центробежным формованием.

Примеры условного обозначения при заказе:

- ПА 6 марка «А» лист 1400 x 1000 x 80 ТУ 20.16.54-036-00203803-2020;
- ПА 6-МГ втулка 1400 x 240 x 120 ТУ 20.16.54-036-00203803-2020;
- ПА 6-МДМ стержень 1000 x 150 ТУ 20.16.54-036-00203803-2020.

1 Технические требования

1.1 Основные параметры и характеристики

1.1.1 Капролон должен соответствовать требованиям настоящих технических условий и выпускаться по технологическому регламенту, утвержденному в установленном порядке.

1.1.2 Капролон отличается высокими физико-механическими свойствами (приложение Б), устойчив к воздействию углеводородов, масел, спиртов, кетонов, эфиров, щелочей и слабых кислот, растворяется в фенолах, концентрированных минеральных кислотах, муравьиной и уксусной кислотах.

1.1.3 В зависимости от способа производства и области применения капролон выпускают трех видов:

- полиамид 6 блочный – ПА 6 марок «А» и «Б»;
- полиамид 6 блочный, модифицированный графитом – ПА 6–МГ;
- полиамид 6 блочный, модифицированный дисульфидом молибдена – ПА 6–МДМ.

ПА 6 марок А и Б предназначен для получения путем механической обработки деталей конструкционного и антифрикционного назначения в авиационной промышленности, машиностроении, судостроении и других областях промышленности, требующих соответствующего качества изделий, в том числе для эксплуатации на объектах морского транспорта под техническим наблюдением Российского морского регистра судоходства.

ПА 6–МГ характеризуется повышенными антифрикционными и антистатическими свойствами и применяется для изготовления деталей, используемых в нефте-, газо-, горнодобывающих и других отраслях промышленности.

ТУ 20.16.54-036-00203803-2020

ПА 6–МДМ характеризуется повышенными антифрикционными и диэлектрическими свойствами и применяется для изготовления деталей, используемых в нефтехимическом комплексе, сталелитейной, упаковочной, горнодобывающей и прочих отраслях промышленности.

1.1.4 По показателям качества капролон должен соответствовать требованиям и нормам, указанным в таблице 1.

Т а б л и ц а 1

Наименование показателя	Норма				Метод контроля
	ПА 6		ПА 6–МГ	ПА 6–МДМ	
	Марка А	Марка Б			
1 Внешний вид	Листы, втулки, стержни с гладкой поверхностью без раковин, трещин от белого до кремового цвета		Листы, втулки, стержни с гладкой поверхностью без раковин, трещин от серого до черного цвета		По 5.2
2 Количество пор размером от 0,8 до 1,5 мм на поверхности продукции, шт., не более ⁴	Отсутствие	2	2		По 5.3
3 Изгибающее напряжение при величине прогиба, равной 1,5 толщины образца, МПа, не менее	90	80	95	85	По 5.4
4 Сопротивление ударной нагрузке	Не разрушается	Выдерживает испытание по 5.5.3.2	-		По 5.5
Примечания					
1 По заказу потребителя допускается выпуск ПА 6, окрашенного в различные цвета с использованием пигментов.					
2 Изготовитель гарантирует толщину мономерного слоя для втулок не более 3 мм.					
3 Справочные показатели продукции приведены в таблице Б.1 приложения Б.					
4 Количество пор размером до 0,8 мм не регламентируется					

1.2 Требования к сырью и материалам

1.2.1 Сырье и материалы, применяемые для производства капролона, должны соответствовать требованиям действующих нормативных документов и обеспечивать качество получаемого продукта заданным требованиям и нормам.

1.3 Маркировка

1.3.1 Маркировка продукции производится путем наклеивания на ее поверхность этикетки, нанесения несмываемой краской штампа с указанием следующих данных:

- наименование предприятия-изготовителя или его товарный знак;
- наименование продукции, марка;
- обозначение настоящих технических условий;
- номер партии;
- масса нетто;
- дата изготовления.

1.3.2 Допускается не наносить маркировочные данные на стержни, за исключением номера партии, а также на продукцию, изготовленную путем механической обработки по заказу потребителя, при условии указания их в документе о качестве, сопровождающем продукцию.

1.3.3 Допускается производить маркировку продукции другими способами с указанием данных в соответствии с 1.3.1, обеспечивающими ее сохранность в процессе транспортирования и хранения.

1.4 Упаковка

1.4.1 Продукция поставляется потребителю без упаковки.

2 Требования безопасности

2.1 Капролон при нормальных условиях не токсичен, не оказывает вредного воздействия на организм человека. При механической обработке капролона разложения материала не происходит и вредные вещества не выделяются.

При температуре выше 300 °С капролон разлагается с выделением оксидов углерода, оксидов азота, аммиака.

2.2 Аэрозоль капролактама (гексагидро-2Н-азепин-2-он), используемого в качестве сырья для производства капролона, а также продукты термодеструкции капролона токсичны для человека. В соответствии с требованиями ГН 2.2.5.3532-18 максимальные разовые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны не должны превышать предельно допустимых концентраций (ПДК), значения которых приведены в таблице 2.

Т а б л и ц а 2

Наименование вещества	ПДК, мг/м ³	Класс опасности по ГОСТ 12.1.007
Гексагидро-2Н-азепин-2-он	10	3
Оксид углерода	20	4
Диоксид углерода	27000 (9000*)	4
Оксид азота (в пересчете на NO ₂)	5	3
Диоксид азота	2	3
Аммиак	20	4
* В скобках приведено значение средней суточной ПДК.		

2.3 Производственные помещения должны быть оборудованы приточно-вытяжной вентиляцией в соответствии с требованием ГОСТ 12.4.021.

2.4 Контроль воздуха рабочей зоны проводят по методикам, соответствующим требованиям ГОСТ 12.1.016.

2.5 Работающие с капролоном должны быть обеспечены средствами индивидуальной защиты. В качестве средств индивидуальной защиты применяют:

- респираторы по ГОСТ 12.4.296;
- специальные костюмы по ГОСТ 12.4.280;
- защитная каска по ГОСТ EN 397;
- ботинки по ГОСТ 12.4.137;
- защитные очки по ГОСТ Р 12.4.230.1;
- защитные перчатки по ГОСТ EN 388;

ТУ 20.16.54-036-00203803-2020

- рукавицы по ГОСТ 12.4.010.

Допускается использование средств индивидуальной защиты, обеспечивающих безопасные условия труда, по другим нормативным документам.

2.6 При изготовлении, применении и переработке капролона необходимо соблюдать требования СП 2.2.2.1327-03, ГОСТ 12.3.030, Санитарных правил для производств синтетических полимерных материалов и предприятий по их переработке.

2.7 В соответствии с ГОСТ 12.1.044 капролон относится к группе горючих материалов. Температура воспламенения – 395 °С, температура самовоспламенения – 440 °С, коэффициент дымообразования тления – 1150 м²/кг, коэффициент дымообразования горения – 272 м²/кг, показатель токсичности продуктов горения – 32 г/м³.

Средства пожаротушения: тонко распыленная вода, инертные газы, огнетушители: порошковый, пенный, углекислотный.

Пожарная безопасность производства должна обеспечиваться системой предотвращения пожара, системой противопожарной защиты, оргтехмероприятиями по ГОСТ 12.1.004.

Защита оборудования и коммуникаций на участках возможного образования зарядов статического электричества должна проводиться в соответствии с ГОСТ 12.4.124.

3 Требования охраны окружающей среды

3.1 Капролон при нормальных условиях не оказывает вредного влияния на окружающую среду (стабилен, химически инертен, нерастворим в воде).

3.2 В целях охраны окружающей среды при производстве и применении капролона необходимо соблюдать требования СанПиН 1.2.6.1032-01, СП 2.2.2.1327-03.

3.3 Отходы производства и переработки капролона по степени воздействия на окружающую среду в соответствии с Федеральным классификационным каталогом отходов соответствуют отходу «Лом и отходы изделий из полиамида незагрязненные», класс опасности 5.

3.4 Накопление отходов производства и переработки капролона с целью их дальнейшей утилизации и (или) использования в качестве вторичного сырья на территории организации должно производиться в специально оборудованных местах, с соблюдением условий, сроков и предельных объемов накопления отходов. Отходы, не подлежащие повторной переработке, подлежат обезвреживанию на специализированных установках. Допускается складирование отходов, неподлежащих повторной переработке, вместе с твердыми бытовыми отходами.

4 Правила приемки

4.1 Капролон принимают партиями. Партией считается количество однородной по качеству продукции, полученной за один технологический цикл и сопровождаемой документом о качестве.

4.2 Документ о качестве должен содержать:

- наименование предприятия-изготовителя или его товарный знак, юридический адрес;
- обозначение настоящих технических условий;
- наименование продукции, марку;
- номер партии;
- массу нетто;
- количество единиц продукции;

- дату изготовления;
- дату отгрузки;
- результаты испытаний;
- подпись и печать службы контроля качества.

4.3 Для проверки соответствия качества продукции требованиям настоящих технических условий испытаниям подвергается один образец (одна единица продукции) от партии. У изготовителя допускается для ПА 6 марки «Б», ПА 6 – МГ и ПА 6 – МДМ проводить испытания одного образца от каждой пятой партии продукции.

Контролю внешнего вида должна подвергаться каждая единица продукции.

4.4 В случае, если результаты испытаний продукции не будут соответствовать требованиям настоящих технических условий хотя бы по одному показателю, проводят повторные испытания на удвоенном количестве образцов продукции или контрольных образцов.

Результаты повторных испытаний являются окончательными и распространяются на всю партию.

5 Методы контроля

5.1 Общие указания

5.1.1 Общие требования к проведению испытаний – по ГОСТ 14359.

5.1.2 Допускается использовать другие средства измерения и испытательное оборудование, если их технические и метрологические характеристики не хуже, чем у указанных в настоящих технических условиях, и для которых выполняются нормативы контроля точности измерений.

5.1.3 Все применяемые средства измерений должны быть поверены, испытательное оборудование – аттестовано в соответствии с требованиями нормативной документации.

5.1.4 При разногласиях в оценке качества продукта анализ проводят методами, указанными в настоящих технических условиях.

5.1.5 Результаты испытаний округляют до того количества значащих цифр, которому соответствует норма по данному показателю.

5.2 Определение внешнего вида

5.2.1 Внешний вид капролона определяют визуально, проверяя состояние поверхности каждой единицы продукции: поверхность должна быть гладкой, без раковин и трещин.

5.3 Определение количества пор размером от 0,8 до 1,5 мм на поверхности продукции

5.3.1 Отбор и подготовка образцов

Контролю подвергается каждая единица продукции (листы, стержни, втулки).

5.3.2 Аппаратура

Лупа измерительная ЛИ-3-10^х по ГОСТ 25706.

5.3.3 Проведение испытаний

С помощью измерительной лупы определяют количество пор размером от 0,8 до 1,5 мм на поверхности продукции.

Если количество пор превысит установленные нормы, приведенные в таблице 1, проводят повторное торцевание (обработку) и повторные испытания.

ТУ 20.16.54-036-00203803-2020

5.4 Определение изгибающего напряжения при величине прогиба, равной 1,5 толщины образца

5.4.1 Отбор и подготовка образцов

Для проведения испытаний отбирают один образец продукции от партии. Из образца вырезают механическим способом в соответствии с рекомендациями, приведенными в приложении Г, пять контрольных образцов размером: длина - $(80,0 \pm 1,0)$ мм, ширина - $(10,0 \pm 0,2)$ мм, толщина - $(4,0 \pm 0,2)$ мм. Поверхность образцов должна быть ровной, гладкой, без трещин, пор и сколов. Контрольные образцы кондиционируют по ГОСТ 12423 в стандартной атмосфере при температуре (23 ± 2) °С, относительной влажности (50 ± 5) %, давлении от 86 кПа до 106 кПа, в течение 16-17 часов.

5.4.2 Аппаратура

5.4.2.1 Микрометр МК 25-1 по ГОСТ 6507.

5.4.2.2 Термогигрометр Testo 608-H1.

5.4.2.3 Барометр-анероид контрольный М67 по ТУ 25-04-1797-75.

5.4.2.4 Климатическая камера М-0/100-80 КТВ.

5.4.2.5 Машина универсальная испытательная М350-10АТ фирмы «The Tesometric Company Ltd», Великобритания.

Принцип работы, характеристики и требования к испытательным машинам подробно изложены в ГОСТ 4648.

5.4.3 Проведение испытаний

Испытания проводят по ГОСТ 4648 на пяти контрольных образцах, подготовленных в соответствии с 5.4.1, при температуре окружающего воздуха (23 ± 4) °С. За результат испытаний принимают среднеарифметическое значение всех параллельных определений.

При получении неудовлетворительных результатов проводят повторные испытания на удвоенном количестве контрольных образцов.

5.5 Определение сопротивления ударной нагрузке

5.5.1 Отбор и подготовка образцов проводится в соответствии с 5.4.1.

5.5.2 Аппаратура

5.5.2.1 Микрометр МК 25-1 по ГОСТ 6507.

5.5.2.2 Термогигрометр Testo 608-H1.

5.5.2.3 Барометр-анероид контрольный М67 по ТУ 25-04-1797-75.

5.5.2.4 Климатическая камера М-0/100-80 КТВ.

5.5.2.5 Копер маятниковый испытательный RR/IMT фирмы «RAY-RAN TEST EQUIPMENT LTD», Великобритания.

Принцип работы, характеристики и требования к маятниковым копрам подробно изложены в ГОСТ 10708.

5.5.3 Проведение испытаний

5.5.3.1 Испытания проводят по ГОСТ 4647 на пяти контрольных образцах без надреза, подготовленных в соответствии с 5.4.1, при скорости движения маятника в момент удара $(3,8 \pm 0,4)$ м/с. Выбранный запас энергии маятника должен обеспечить прогиб и проскальзывание контрольного образца через опоры.

5.5.3.2 Испытания ПА 6

Продукция будет соответствовать марке «А», если все контрольные образцы не разрушаются, а проскальзывают между опорами маятникового копра. В случае разрушения одного контрольного образца продукции присваивается марка «Б». В случае разрушения более одного контрольного образца проводят повторные испытания еще на пяти контрольных образцах.

Продукция будет соответствовать марке «Б», если общее количество разрушенных образцов из десяти испытанных не превышает двух.

6 Транспортирование и хранение

6.1 Капролон транспортируют всеми видами транспорта в крытых транспортных средствах в соответствии с правилами перевозки грузов, действующими на данном виде транспорта.

6.2 При необходимости проводится укрупнение грузовых мест в транспортные пакеты с использованием средств крепления по ГОСТ 21650 на поддонах по ГОСТ 33757.

6.3 Капролон хранят в крытых складских помещениях любого типа, исключаящих прямое попадание влаги.

7 Указания по эксплуатации

7.1 Продукция, изготовленная из капролона, может эксплуатироваться при температурах от минус 60 °С до плюс 120 °С.

7.2 Для определения нагрузок при эксплуатации капролона следует ориентироваться на справочные показатели (приложение Б).

7.3 Перед началом использования продукцию подвергают обработке в соответствии с рекомендациями по термической и механической обработке капролона (приложение В).

8 Гарантии изготовителя

8.1 Изготовитель гарантирует соответствие выпускаемой продукции требованиям настоящих технических условий при соблюдении условий транспортирования и хранения.

8.2 Гарантийный срок хранения капролона – 4 года со дня изготовления.

ТУ 20.16.54-036-00203803-2020

Приложение А
(обязательное)

Т а б л и ц а А.1 – Ориентировочные размеры листов

В миллиметрах

Длина, L_{max}	Пред. откл.	Ширина, B	Пред. откл.	Толщина, s	Пред. откл.
1400	+50	950	±50	10	+2
				15	
				20	
				25	
				30	
				35	
				40	
				50	
				60	
				70	
				80	+5
		1000		90	
				100	
				110	
				120	
				150	
				180	
				210	
				240	
				270	
				300	

Т а б л и ц а А.2 – Ориентировочные размеры втулок

В миллиметрах

Длина, L_{max}	Пред. откл.	Наружный диаметр, D_n	Пред. откл.	Внутренний диаметр, d	Пред. откл.
1400	+50	100	+5	45 - 90	-10
		120		52 - 100	
		150		55 - 130	
		170		60 - 140	
		175		60 - 150	
		190		65 - 170	
		220		70 - 180	
		240		80 - 210	
		250		85 - 220	
		270		90 - 230	
		290		100 - 240	
		315	+7	110 - 260	-20
		350		120 - 280	
		390		140 - 340	
		450		150 - 370	
		490		170 - 400	
		580	+10	200 - 480	

Т а б л и ц а А.3 – Ориентировочные размеры стержней

В миллиметрах

Длина, L	Пред. откл.	Диаметр, D	Пред. откл.
1000	+50 -100	20	+1
		25	
		30	
		40	
		45	
		50	+2
		60	
		70	
		80	
		90	
950	±50	100	+3
		120	
		130	
		150	
		160	
		170	
		180	
		207	
700	±100	227	+5
		240	
		250	
		280	
		288	
		297	
		315	
		340	
500	±50	440	+6
		460	
		510	
		570	
		595	
		670	
		805	+11

П р и м е ч а н и е - По заказу потребителя габаритные характеристики листов, втулок, стержней (L , B , s) могут быть изменены.

ТУ 20.16.54-036-00203803-2020

Приложение Б
(справочное)

Т а б л и ц а Б.1 – Справочные показатели капролона

Наименование показателя	Значение показателя			Методы испытания
	ПА 6	ПА 6–МГ	ПА 6–МДМ	
1 Плотность, кг/м ³	1140 - 1160	1140 - 1170	1140 - 1160	По ГОСТ 15139
2 Модуль упругости при растяжении, МПа	2300 - 3000	2500 - 4600	2500 - 3000	По ГОСТ 9550
3 Предел текучести при растяжении, МПа	65 - 80	65 - 80	65 - 80	По ГОСТ 11262
4 Разрушающее напряже- ние при растяжении, МПа	70 - 80	65 - 80	70 - 85	
5 Относительное удлине- ние при разрыве, %	> 20	10 - 30	> 25	По ГОСТ 11262
6 Напряжение при отно- сительной деформации сжа- тия, равной 25%, МПа	120 - 130	120 - 140	120 - 140	По ГОСТ 4651
7 Коэффициент трения по стали	0,23 - 0,33	0,20 - 0,25	0,20 - 0,25	По ГОСТ 11629
8 Твердость при вдавли- вании шарика, МПа	160 - 180	170 - 200	160 - 180	По ГОСТ 4670
9 Ударная вязкость, кДж/м ² , не менее: на образцах без надреза на образцах с надрезом	120* 3	40* 4	120* 3	По ГОСТ 4647
10 Водопоглощение: за 24 часа, % максимальное %	1,5 - 2,0 6,0 - 7,0	1,0 - 1,5 6,5 - 7,0	1,0 - 1,5 6,0 - 7,0	По ГОСТ 4650
11 Содержание экстраги- руемых веществ, %, не более	2,0	2,0	2,0	По ГОСТ 17824
12 Температура плавления, °С	220 - 225	215 - 225	220 - 225	По ГОСТ 21553
13 Температура изгиба под нагрузкой при напряжении 1,8 МПа, °С	80 - 100	80 - 100	80 - 100	По ГОСТ 12021
14 Коэффициент тепло- проводности при комнатной температуре, Вт/(м·К)	0,30 - 0,35	0,37 - 0,50	0,30 - 0,40	По ГОСТ 23630.2
15 Средний коэффициент линейного теплового расши- рения на 1°С в интервале тем- ператур: от – 50 °С до 0 °С от 0 °С до + 50 °С	6,6 · 10 ⁻⁵ 9,8 · 10 ⁻⁵	6,6 · 10 ⁻⁵ 9,8 · 10 ⁻⁵	2,8 · 10 ⁻⁵ 4,0 · 10 ⁻⁵	По ГОСТ 15173

Окончание таблицы Б.1

Наименование показателя	Значение показателя			Методы испытания
	ПА 6	ПА 6-МГ	ПА 6-МДМ	
16 Электрическая проч- ность, кВ/мм	25 - 35	—	20 - 25	По ГОСТ 6433.3
17 Удельное поверхност- ное электрическое сопротив- ление, Ом	$1 \cdot 10^{14} - 3 \cdot 10^{15}$	$1 \cdot 10^{11} - 1 \cdot 10^{13}$	$1 \cdot 10^{12} - 1 \cdot 10^{13}$	По ГОСТ 6433.2
18 Удельное объемное электрическое сопротивление, Ом·см	$1 \cdot 10^{14} - 8 \cdot 10^{14}$	$1 \cdot 10^{11} - 1 \cdot 10^{13}$	$1 \cdot 10^{13} - 1 \cdot 10^{14}$	
19 Тангенс угла диэлек- трических потерь при частоте 10^6 Гц	0,015 - 0,025	0,020 - 0,030	0,015 - 0,025	По ГОСТ 22372
20 Диэлектрическая про- ницаемость при частоте 10^6 Гц	3,3 - 3,5	3,5 - 4,0	3,3 - 3,6	
* Образцы не разрушаются при испытаниях				

Приложение В (рекомендуемое)

Рекомендации по термической и механической обработке капролона (полиамида 6 блочного)

В.1 Общие положения

В.1.1 Капролон – высокопрочный и эластичный материал, подвергаемый основным видам механической обработки (точению, шлифованию, фрезерованию, сверлению, резанию, строганию) на металлорежущем оборудовании. Особенности капролона, определяющие специфику обработки:

- низкие теплопроводность и температура плавления, вызывающие подплавление при повышенном трении инструмента;
- упругость материала, вызывающая изменение размеров, отверстий при обработке (сверление, зенкерование и др.)
- незначительные силы резания.

П р и м е ч а н и е - Температура начала размягчения капролона находится в интервале от плюс 163 °С до плюс 167 °С.

В.1.2 В холодное время года капролон перед проведением термической и механической обработок необходимо выдержать при комнатной температуре. Продолжительность выдержки зависит от толщины (или диаметра) продукции (от 10 до 50 мм – не менее двух суток, от 50 до 100 мм – не менее трех суток, от 100 до 150 мм – не менее четырех суток, свыше 200 мм – не менее пяти суток).

В.1.3 Перед проведением механической обработки (далее – мехобработка) необходимо снять поверхностный слой (от 1 до 2 мм) по всей поверхности продукции.

В.2 Рекомендации по термической обработке капролона

В.2.1 Продукцию (листы толщиной свыше 100 мм, стержни диаметром свыше 100 мм, втулки с толщиной стенки свыше 100 мм) перед механической обработкой необходимо подвергнуть термической обработке (далее – термообработка) для снятия внутренних напряжений, накапливающихся внутри материала при его получении. Внутренние напряжения влияют на изменение или искажение геометрических размеров деталей в процессе эксплуатации, могут привести к растрескиванию продукции при мехобработке, в частности, при сверлении отверстий.

В.2.2 Для снятия внутренних напряжений проводят термообработку продукции в минеральном масле, в воде или воздушной среде. Единицу продукции помещают в выбранную среду, имеющую комнатную температуру от 15 °С до 25 °С, далее производят нагрев с произвольной скоростью до температуры, рекомендованной для данной среды, и выдерживают время, рассчитанное с учетом толщины (диаметра) продукции.

В.2.2.1 Термообработку в минеральном масле проводят при температуре от плюс 140 °С до плюс 160 °С. Продолжительность – от 10 до 15 минут на 1 мм толщины (или диаметра) продукции. После выдержки продукцию медленно охлаждают до температуры от плюс 20 °С до плюс 30 °С.

В.2.2.2 Термообработку в воде проводят при температуре от плюс 94 °С до плюс 98 °С в течение $(7+0,04X)$ часа, где X – толщина (диаметр) продукции, мм. Охлаждение продукции проводят в воде со скоростью не более 5 °С в час до температуры от плюс 30 °С до плюс 35 °С.

В.2.2.3 Термообработку в воздушной среде проводят нагреванием до температуры от плюс 160 °С до плюс 180 °С, выдержкой при такой температуре в течение $(3+0,02X)$ часа, где X – толщина (диаметр) продукции, мм. Охлаждение продукции проводят со скоростью не

более 2 °С в час до температуры плюс 140 °С, далее скорость охлаждения можно увеличить до 10 °С в час.

В.3 Рекомендации по механической обработке капролона

В.3.1 Обработка точением

В.3.1.1 Точение, подрезку, отрезку, растачивание деталей из капролона следует производить на токарных станках. Для токарных работ следует применять проходные, подрезные, отрезные, расточные резцы. Материал режущей части резцов – быстрорежущая сталь типа Р9 или Р18 по ГОСТ 19265 и твердые сплавы типа ВК8 и Т15К6 по ГОСТ 3882.

Рекомендуемые геометрические параметры режущей части применяемого инструмента (проходные, подрезные, отрезные резцы) указаны в таблице В.1.

Т а б л и ц а В.1

Материал режущей части	Передний угол	Задний угол	Главный угол в плане	Вспомогательный угол в плане	Радиус закругления вершины, мм
Быстрорежущая сталь	25°	5°	45°	45°	2
Твердый сплав	15°	5°	45°	45°	2

В.3.1.2 Заточку резцов следует производить на резцезаточных станках алмазно-заточными кругами. Шероховатость передних и задних поверхностей резца 0,32-0,16 мкм.

В.3.1.3 Рекомендуемые режимы резания для проходного резца указаны в таблице В.2.

Т а б л и ц а В.2

Материал режущей части	Скорость резания, м/мин	Подача, мм/об.	Глубина резания, мм	Стойкость резца, мин
Быстрорежущая сталь или твердый сплав	150 - 300	0,1 – 0,5	1 - 5	60

В.3.1.4 При подрезке, отрезке, растачивании рекомендуется принять скорость меньше, чем при точении. Скорость можно определить умножением скорости из таблицы В.2 на коэффициенты, приведенные в таблице В.3.

Т а б л и ц а В.3 - Коэффициенты для определения скорости резания при подрезке, отрезке, растачивании

Наименование резцов			
Проходной	Подрезной	Отрезной	Расточной
1,0	0,8	0,7	0,9

В.3.1.5 Шероховатость обработанной поверхности при точении, подрезке, растачивании зависит от параметров подачи: при подаче от 0,1 до 0,5 мм/об. и глубине от 0,5 до 2,5 мм шероховатость составляет Rz80. При увеличении подачи до 0,6 мм/об. и глубины до 3 мм шероховатость снижается до Rz80 – Rz40. Скорость резания не оказывает влияния на шероховатость поверхности.

В.3.1.6 При тонкой обточке требуется высококачественная подготовка поверхности детали. Минимальная высота (глубина) микронеровностей должна составлять от 2 до 3 мкм.

ТУ 20.16.54-036-00203803-2020

В.3.2 Обработка шлифованием

Для шлифования деталей хорошо подходят шлифовальные круги мягкой и средней твердости со средним абразивным зерном. При этом достигается минимальная высота (глубина) микронеровностей, получаемая при точной обточке в соответствии с В.3.1.6. Рекомендуемые параметры шлифования приведены в таблице В.4.

Т а б л и ц а В.4

Параметры шлифования	Черновая обработка	Чистовая обработка
Окружная скорость круга, м/с	28	28
Окружная скорость единицы продукции, м/мин	15	50
Скорость стола, м/мин	2	1
Поперечная подача, мм	0,03 – 0,04	0,010 – 0,015

В.3.3 Обработка фрезерованием

В.3.3.1 Фрезерование уступов, пазов в капролоне производится концевыми фрезами на быстроходных вертикально-фрезерных станках.

В.3.3.2 Для концевой фрезеровки следует применять фрезы концевые быстрорежущие с крупным шагом по ГОСТ 32831. Шероховатость передних и задних поверхностей режущей части фрез - от 0,32 до 0,15 мкм. Критерием затупления является износ по задней поверхности - от 0,2 до 0,3 мм.

В.3.3.3 При фрезеровании капролона следует применять смазочно-охлаждающие жидкости.

В.3.3.4 Режимы резания при концевом фрезеровании:

- глубина - от 2 до 6 мм;
- подача - от 0,1 до 0,3 мм/зуб;
- скорость - от 180 до 350 м/мин.

В.3.3.5 Шероховатость обработанной поверхности при концевом фрезеровании при подаче от 0,1 до 0,3 мм/зуб, глубине 2 мм составляет Rz20 - Rz2,5. При увеличении подачи до 0,5 мм/зуб шероховатость обработанной поверхности снижается до Rz80.

В.3.3.6 Для разрезки капролона следует применять отрезные быстрорежущие фрезы, а также отрезные фрезы, оснащенные пластинками твердого сплава по ГОСТ 20320.

В.3.3.7 Режим резания для отрезных фрез указан в таблице В.5.

Т а б л и ц а В.5

Материал режущей части фрезы	Скорость резания, м/мин	Подача, мм/зуб
Быстрорежущая сталь	100 - 200	0,01 - 0,03
Твердый сплав	200 - 300	0,01 - 0,03

В.3.4 Сверление отверстий

В.3.4.1. Сверление отверстий в капролоне следует производить на универсальном металлорежущем оборудовании.

В.3.4.2 Для сверления следует применять сверла стандартной конструкции из быстрорежущей стали типа Р9, Р18. Сверла должны иметь следующие параметры:

- угол между режущими кромками - $(118 \pm 2)^\circ$;
- задний угол - 20° ;

- угол наклона поперечной кромки - от 50° до 55°.

В.3.4.3 При сверлении отверстий больших диаметров следует уменьшить обычную толщину перемычки сверла для уменьшения теплоты трения. Для предотвращения разрушения материала необходимо работать последовательно, начиная со сверления диаметров меньших размеров, увеличивая постепенно отверстия с помощью сверл больших диаметров или плоского токарного резца. Например, для сверления отверстия диаметром 50 мм следует сначала использовать сверла диаметром 12 мм, затем - 25 мм.

В.3.4.4 При сверлении точных отверстий диаметр сверла из-за усадки обрабатываемого материала должен быть на 0,1 мм больше, чем диаметр отверстия. Для предотвращения разбивки отверстия на входе и конусности, биение сверл, установленных в шпиндель станка, не должно превышать 0,05 мм.

В.3.4.5 Сверление отверстий диаметром от 5 до 30 мм производить со скоростью резания от 50 до 100 м/мин и подаче от 0,15 до 0,30 мм/об. Большие скорости резания и подачи допустимы для больших диаметров сверл. Стойкость сверл, в зависимости от диаметра, составляет от 60 до 120 мин.

В.2.4.6 Сверление отверстий глубиной до 3Д (Д - диаметр сверла) производить без охлаждения. Для отверстий глубиной свыше 3Д производят охлаждение сверл эмульсией, периодически вынимая сверло из отверстия.

В.3.4.7 При сверлении или расточке сквозных отверстий, для предотвращения отщеплений и отломов, при подходе к задней границе сверления скорость подачи должна быть снижена. Ручная подача сверла не рекомендуется, так как может произойти «захват» материала.

В.3.4.8 При сверлении отверстий с соблюдением вышеуказанных режимов обеспечивается получение отверстий обычной точности с чистотой обработанной поверхности до Rz20.

В.3.4.9 Заточку сверл следует производить на сверлозаточных станках. При отсутствии станков заточку производить вручную при соблюдении геометрии и одинаковой длины режущих кромок сверла.

В.3.5 Резание резьбы

В.3.5.1 Резание резьбы в капролоне следует производить ручными и машинно-ручными метчиками со стандартной геометрией по ГОСТ 3266 из сталей типа Р9 и Р18. Перед резанием резьбы на отверстиях со стороны входа метчика для лучшего направления необходимо снять фаски.

В.3.5.2 При резании на станке резьбы в сквозных отверстиях следует применять для зажима метчика сверлильный патрон. Резание резьбы в глухих отверстиях диаметром до М10 производить вручную, свыше М10 - на станке.

В.3.5.3 При резании резьбы на станке следует применять следующие скорости:

- для метчиков М10 — от 4,0 до 5,0 м/мин;
- для метчиков свыше М10 — от 3,0 до 3,5 м/мин.

В.3.5.4 Резание резьбы необходимо выполнять с применением машинного масла, наносимого кисточкой на метчик.

В.3.6 Обработка резанием

В.3.6.1 При распиловке капролона при неблагоприятных условиях (недостаточно острые зубья, малый шаг зубьев, высокая скорость резания) имеется опасность подплавления и сваривания поверхностей среза.

В.3.6.2 Условия резания на круглой и ленточной пиле при неограниченном количестве зубьев:

- скорость резания — менее 125 м/мин;
- подача — от 100 до 250 мм/мин;
- передний угол — от 18° до 20°;
- задний угол — от 6° до 50°;
- пат зубьев — от 3 до 20 мм;
- толщина полотна пилы — от 2 до 6 мм.

ТУ 20.16.54-036-00203803-2020

В.3.6.3 При шаге зубьев более 10 мм требуется охлаждение жидкостью. Следует отдать предпочтение круглым пилам, армированным пластинками твердого сплава.

В.3.7 Обработка строганием

Рекомендуемые условия строгания:

- скорость резания – 40 м/мин;
- подача – 0,3 мм/ход;
- передний угол – от 25° до 40°;
- задний угол – от 5° до 10°;
- радиус при вершине – более 1 мм;
- глубина резания – менее 15 мм.

В.4 Допуски

В.4.1 Допуски при обработке деталей из капролона значительно выше допусков при обработке металлических деталей. Причинами этого являются: более высокий коэффициент теплового расширения капролона, объемное расширение в силу влагопоглощения и возможность деформации из-за возникновения остаточных внутренних напряжений во время и после обработки.

В.4.2 В соответствии с DIN ISO 2768 допуск для деталей, подвергаемых токарной или фрезерной обработке составляет от 0,1 % до 0,2 % от номинального размера, минимальный допуск для малых размеров составляет 0,05 мм.

В.4.3 Размеры деталей из капролона следует определять при температуре $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$, относительной влажности $(50 \pm 5)\%$.

Приложение Г
(рекомендуемое)

Рекомендации по изготовлению контрольных образцов

Г.1 Контрольные образцы вырезают механическим способом, без применения охлаждающей жидкости.

Г.2 Порядок изготовления контрольных образцов из стержней:

– диаметром до 80 мм включительно: по всей длине стержня снимается наружный слой толщиной $(3,0 \pm 0,5)$ мм (протачивается наружный диаметр 5 – 7 мм), нарезаются контрольные образцы таким образом, чтобы длина образца была расположена параллельно оси стержня, ширина и толщина – произвольно;

– диаметром от 90 до 150 мм включительно: по всей длине стержня снимается наружный слой толщиной $(3,0 \pm 0,5)$ мм (протачивается наружный диаметр 5 – 7 мм), перпендикулярно оси стержня вырезается диск толщиной $(10,0 \pm 0,2)$ мм, что соответствует ширине контрольного образца, из диска вырезается пластина длиной $(80,0 \pm 1,0)$ мм и нарезаются контрольные образцы толщиной $(4,0 \pm 0,2)$ мм;

– диаметром свыше 150 мм: по всей длине стержня снимается наружный слой толщиной $(3,0 \pm 0,5)$ мм (протачивается наружный диаметр 5 – 7 мм), нарезаются контрольные образцы таким образом, чтобы одна из сторон образца была расположена параллельно оси стержня.

Г.3 Порядок изготовления контрольных образцов из втулок:

– по всей длине втулки снимается наружный и внутренний слой толщиной $(3,0 \pm 0,5)$ мм (протачиваются наружный и внутренний диаметры 5 – 7 мм), нарезаются контрольные образцы таким образом, чтобы длина образца была расположена параллельно оси втулки, толщина образца – строго перпендикулярно диаметру втулки.

Г.4 Порядок изготовления контрольных образцов из листов:

– контрольные образцы нарезаются с отступлением от края листа на расстояние не менее 3 мм, при этом стороны образцов должны быть расположены параллельно сторонам листа».

ТУ 20.16.54-036-00203803-2020

**Перечень
ссылочных нормативных документов**

Обозначение доку- мента	Наименование документа
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 12.1.016-79	Система стандартов безопасности труда. Воздух рабочей зоны. Требования к методикам измерения концентраций вредных веществ
ГОСТ 12.1.044-89	Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения
ГОСТ 12.3.030-83	Система стандартов безопасности труда. Переработка пластических масс. Требования безопасности
ГОСТ 12.4.010-75	Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты. Рукавицы специальные. Технические условия
ГОСТ 12.4.021-75	Система стандартов безопасности труда. Системы вентиляционные. Общие требования
ГОСТ 12.4.121-2015	Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты органов дыхания. Противогазы фильтрующие. Общие технические условия
ГОСТ 12.4.124-83	Система стандартов безопасности труда. Средства защиты от статического электричества. Общие технические требования
ГОСТ 12.4.137-2001	Система стандартов безопасности труда. Обувь специальная с верхом из кожи для защиты от нефти, нефтепродуктов, кислот, щелочей, нетоксичной и взрывоопасной пыли. Технические условия
ГОСТ 12.4.253-2013 (EN 166:2002)	Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты глаз. Общие технические требования
ГОСТ 12.4.280-2014	Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий. Общие технические требования
ГОСТ 3266-81	Метчики машинные и ручные. Конструкция и размеры
ГОСТ 3882-74	Сплавы твердые спеченные. Марки
ГОСТ 4647-2015	Пластмассы. Метод определения ударной вязкости по Шарпи
ГОСТ 4648-2014 (ISO 178:2010)	Пластмассы. Метод испытания на статический изгиб
ГОСТ 4650-2014 (ISO 62:2008)	Пластмассы. Методы определения водопоглощения
ГОСТ 4651-2014 (ISO 604:2002)	Пластмассы. Метод определения на сжатие
ГОСТ 4670-2015 (ISO 2039-1:2001)	Пластмассы. Определение твердости. Метод вдавливания шарика
ГОСТ 6433.2-71	Материалы электроизоляционные твердые. Методы определения электрического сопротивления при постоянном напряжении
ГОСТ 6433.3-71	Материалы электроизоляционные твердые. Методы определения электрической прочности при переменном (частоты 50 Гц) и постоянном напряжении
ГОСТ 6507-90	Микрометры. Технические условия
ГОСТ 9550-81	Пластмассы. Методы определения модуля упругости при растяжении, сжатии и изгибе
ГОСТ 10708-82	Копры маятниковые. Технические условия
ГОСТ 11262-2017 (ISO 527-2:2012)	Пластмассы. Метод испытания на растяжение
ГОСТ 11629-2017	Пластмассы. Метод определения коэффициента трения

Обозначение документа	Наименование документа
ГОСТ 12021-2017 (ISO 75-2:2013)	Пластмассы и эбонит. Метод определения температуры изгиба под нагрузкой
ГОСТ 12423-2013 (ISO 291:2008)	Пластмассы. Условия кондиционирования и испытания образцов (проб)
ГОСТ 14359-69	Пластмассы. Методы механических испытаний. Общие требования
ГОСТ 15139-69	Пластмассы. Методы определения плотности (объемной массы)
ГОСТ 15173-70	Пластмассы. Метод определения среднего коэффициента линейного теплового расширения
ГОСТ 17824-2005	Полиамиды, волокна, ткани полиамидные. Методы определения экстрагируемых веществ
ГОСТ 19265-73	Прутки и полосы из быстрорежущей стали. Технические условия
ГОСТ 20320-74	Фрезы дисковые, оснащенные твердосплавными пластинами, для резки пластмасс типов текстолит, гетикакс и стеклопластиков. Конструкция и размеры
ГОСТ 21553-76	Пластмассы. Метод определения температуры плавления
ГОСТ 21650-76	Средства крепления тарно-штучных грузов в транспортных пакетах. Общие требования
ГОСТ 22372-77	Материалы диэлектрические. Методы определения диэлектрической проницаемости и тангенса угла диэлектрических потерь в диапазоне частот от 100 до $5 \cdot 10^6$ Гц
ГОСТ 23630.2-79	Пластмассы. Метод определения теплопроводности
ГОСТ 25706-83	Лупы. Типы, параметры. Общие технические требования
ГОСТ 33757-2016	Поддоны плоские деревянные. Технические условия
ГОСТ 32831-2014 (ISO 1641-1:2003, ISO 1641-2:2011, ISO 1641-3:2011)	Фрезы концевые с цилиндрическим, коническим хвостовиками и хвостовиком конусностью 7:24. Размеры
ГОСТ EN 388-2012	Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты рук. Перчатки защитные от механических воздействий. Технические требования. Методы испытаний
ГОСТ EN 397-2012	Система стандартов безопасности труда. Каски защитные. Общие технические требования. Методы испытаний
ТУ 25-04-1797-75	Барометр-анероид контрольный М67. Технические условия
ГН 2.2.5.3532-18	Гигиенические нормативы. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны
СанПиН 1.2.6.1032-01	Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест
СанПиН 2.1.7.1322-03	Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления
СП 2.2.2.1327-03	Санитарно-эпидемиологические правила. Гигиенические требования к организации технологических процессов, производственному оборудованию и рабочему инструменту
DIN ISO 2768-1-1991	Допуски общие. Часть 1. Допуски на линейные и угловые размеры без указания допусков на отдельные размеры
	Санитарные правила для производств синтетических полимерных материалов и предприятий по их переработке

П р и м е ч а н и е — При пользовании настоящими техническими условиями целесообразно проверять действие ссылочных нормативных документов. Если ссылочный нормативный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящими техническими условиями следует руководствоваться заменяющим (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

ТУ 20.16.54-036-00203803-2020

Лист регистрации изменений

№ изм.	Номера страниц (листов)				Всего ли- стов (страниц) в докум.	№ докум.	Входящий № сопров. докум. и дата	Подпись	Дата
	изме- ненных	заме- ненных	новых	анну- лиро- ванных					