

МОСКОВСКИЙ ЭЛЕКТРОДНЫЙ ЗАВОД



**АНТИФРИКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ
НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДА**

КРАТКАЯ ИСТОРИЯ ЗАВОДА

Московский электродный завод – первый завод отечественной электродной промышленности, введен в эксплуатацию 1 июля 1933 года. Проектная мощность завода по производству угляграфитовой продукции составляла 15 тыс. тонн, по производству сварочных электродов – 26 тыс. тонн в год.

Расположение предприятия в столице государства, тесное сотрудничество с институтом НИИГрафит предопределило развитие завода в последующие годы. В 1950-80 годы завод перешел на выпуск углеродных материалов на основе наукоемких технологий – конструкционных графитов (в т.ч. антифрикционных); углерод-углеродных материалов; углеродных волокон, тканей, войлоков; материалов для авиационной и ракетно-космической техники; атомной энергетики.

В 1980-е годы для удовлетворения нужд авиации и космоса построены мощности и освоены технологии производства углерод-углеродных материалов для высоконагруженных тормозных систем боевых и гражданских самолетов, теплозащитных материалов для объектов космической техники, в том числе для отечественного космического корабля многоразового использования «Буран».

В 1983 г. завод награжден орденом «знак Почета».

В 1992 году завод был приватизирован. В марте 2001 года Московская регистрационная палата зарегистрировала новую редакцию Устава и Учредительного договора с новым наименованием ООО «ГрафитЭл-Московский электродный завод».

Вся продукция, ранее выпускаемая ОАО «Московский электродный завод», в настоящее время выпускается ООО «ГрафитЭл-МЭЗ» на оборудовании и по технологиям, применявшимся на ОАО «МЭЗ».

Система менеджмента качества соответствует требованиям международного стандарта ИСО-9001.

Руководство ООО «ГрафитЭл-Московский электродный завод» видит свои главные задачи в:

- максимальном удовлетворении требований, пожеланий и ожиданий потребителя;
- создании условий работы, стимулирующих непрерывное улучшение качества работы и повышение производительности труда;
- расширении номенклатуры и рынков сбыта выпускаемой продукции.

На этой основе на заводе строятся взаимоотношения как внутри коллектива, так и с нашими поставщиками и потребителями.

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ И НАЗНАЧЕНИЕ ПРОДУКЦИИ ООО ГРАФИТЭЛ-МЭЗ.

Антифрикционные материалы

Для работы в узлах и агрегатах станков и механизмов, работающих без смазки, таких как торцовые уплотнения, поршневые кольца, секционные уплотнения и т.д.

Изделия из конструкционного графита

Нагреватели, экраны, тигли, литейные формы, пресс-формы для порошковой металлургии, футеровочные блоки, электроды для электролиза солей, пресс-формы для формования ТВ трубок и т.д.

Графитовые кристаллизаторы

Для непрерывного литья цветных металлов и сплавов.

Графитовые нагреватели

В виде брусков, полос для печей сопротивления.

Изделия из высокочистого графита

Для полупроводниковой и электронной промышленности (тигли, экраны, нагреватели, лодочки и т.д.)

Высококачественные угли и порошки

Для спектрального анализа

Графит

Для производства искусственных алмазов

Карбюризаторы

Для науглероживания чугуна и стали

Графитированные электроды и ниппели к ним

Для дуговых, сталеплавильных, рафинировочных, ферросплавных и других электротермических печей.

Электроды для ручной дуговой сварки

Малоуглеродистых, легированных сталей и т.п.



Экстремальные условия работы современных машин по температурам, скоростям, средам и другим параметрам вызвали необходимость применения в узлах трения материалов, способных работать без смазки. Для этих целей в качестве вкладышей подшипников скольжения, торцовых уплотнений, уплотнений по валу, направляющих и поршневых колец и других элементов трения применяют самосмазывающиеся материалы на основе углерода.

Наиболее широкое и разностороннее применение с максимальным техническим эффектом материалы на основе углерода и особенно графитовые антифрикционные материалы получили в узлах трения машин, где обычные антифрикционные материалы, требующие смазки, неработоспособны из-за высоких или низких температур, агрессивности рабочих сред, или в машинах, где применение смазки нежелательно по причине загрязнения смазкой технологических и пищевых продуктов, тканей и в других случаях. Применение этих материалов повышает надежность узлов трения, снижает трудовые затраты по эксплуатации машинного оборудования, увеличивает сроки службы машин и выход технологических продуктов.

Графит, как конструкционный материал, обладает ценными свойствами: высокой теплопроводностью, близкой к теплопроводности металлов, химической стойкостью к агрессивным средам, достаточно высокой механической прочностью, способностью смазывать трущиеся поверхности и т.д. Благодаря таким свойствам и, в первую очередь, самосмазываемости, графит и материалы на его основе заняли особое место среди всех известных антифрикционных материалов.

Графит или материалы на его основе успешно работают без смазки в узлах трения машин в широком диапазоне

температур, в условиях непосредственного контакта с жидкими и химически агрессивными средами, в жидких средах, содержащих абразив, в среде агрессивных газов, в условиях вакуума и других особых условиях эксплуатации. Работоспособность многих известных антифрикционных материалов других классов в указанных условиях ограничена или полностью исключена.

К антифрикционным углеродным материалам предъявляются следующие требования: материалы должны обладать высокой износостойкостью и механической прочностью, характеризоваться низким коэффициентом трения и иметь достаточно высокую теплопроводность.

При конструировании и изготовлении деталей из углеродных антифрикционных материалов необходимо:

- изготавливать детали без резких переходов сечений и концентраторов напряжений (прорезных пазов, отверстий и резьб) ввиду хрупкости материалов и малых деформаций до разрушения;
- учитывать, что детали должны работать только в условиях сжимающих или изгибающих нагрузок;
- учитывать при выборе посадок и зазоров различие в коэффициентах термического расширения углеродных материалов и материалов контртел;
- обеспечить при высоких скоростях скольжения интенсивный отвод тепла трения;
- исключить механическую запрессовку углеродных втулок подшипника;
- предпочтительна горячая посадка втулки в металлическую обойму;
- обрабатывать материалы всех марок обычным инструментом или инструментом из твердых сплавов.



УГЛЕРОДНЫЕ ОБОЖЖЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

(ТУ 48-20-4-87, ТУ 48-4802-4-97)

АО-600, АО-1500

Используются для изготовления деталей узлов машин и агрегатов, работающих без смазки в условиях спокойной или плавно меняющейся нагрузки.

Для деталей из графита марки **АО-1500** рекомендуемый материал контртела — чугун, хромовое покрытие; предельно допустимое удельное давление 25 кгс/см²; предельно допустимая скорость 10 м/с.

Для деталей из графита марки **АО-600** рекомендуемый материал контртела аналогичен деталям из **АО-1500**; предельно допустимое удельное давление 20 кгс/см²; предельно допустимая скорость 10 м/с.

Допустимая рабочая температура при эксплуатации изделий из материала **АО-1500** в окислительной среде составляет (350-400)°С, в восстановительной и нейтральной средах (1300-1500)°С; для деталей из материала **АО-600** соответственно (300-350)°С и (1300-1400)°С.



УГЛЕРОДНЫЕ ОБОЖЖЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ПРОПИТАННЫЕ СПЛАВАМИ

(ТУ 48-4802-3-2001, ТУ 48-20-3-77)

Углебаббитовые материалы марок АО-600-Б83, АО-1500-Б83, АОП-1500-Б83

Используются для изготовления деталей узлов трения (непроницаемых для жидкостей и газов при высоких давлениях), работающих в условиях сухого, полусухого и жидкостного трения при спокойной или плавно меняющейся нагрузке.

Для деталей из указанных марок рекомендуемый материал контртела — чугун, стали, хромовое покрытие; предельно допустимое удельное давление 45 кгс/см²; предельно допустимая скорость 10 м/с.

Углебаббитовые материалы не рекомендуются для работы по цветным металлам и их сплавам.

Допустимая рабочая температура при эксплуатации изделий из этих материалов в окислительной, восстановительной и нейтральной средах составляет 230°С.

При эксплуатации указанных марок материалов в режиме сухого трения необходим интенсивный отвод тепла.

Углесвинцовые материалы марок АО-1500-С05; АО-600-С05; АОП-1500-С05

Используются для изготовления деталей узлов трения (непроницаемых для жидкостей и газов при высоких давлениях), работающих в условиях сухого, полусухого и жидкостного трения при спокойной или плавно меняющейся нагрузке.

Для деталей из указанных марок рекомендуемый материал контртела — чугун, стали и хромовое покрытие; предельно допустимое удельное давление 40 кгс/см²; предельно допустимая скорость 15 м/с.

Углесвинцовые материалы не рекомендуются для работы по цветным металлам и их сплавам.

Допустимая рабочая температура при эксплуатации изделий из этих материалов в окислительной, восстановительной и нейтральных средах составляет 300°С.

При эксплуатации указанных марок материала в режиме сухого трения необходим интенсивный отвод тепла.

Применение:

- В центробежном насосе системы охлаждения теплового дизеля, а также на двигателях для спецтехники типа УТД-29 и 6ТД, в качестве пар трения торцового уплотнения.
- Торцовые уплотнения судовых насосов (типа НЦВС, НЦКГ)

УГЛЕРОДНЫЕ ГРАФИТИРОВАННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

(ТУ 48-20-4-87, ТУ 48-4802-4-97, ТУ 4802-014-03)

АГ-1500, АГ-1500-3, АГ-600

Используются для изготовления узлов трения машин и агрегатов, работающих без смазки и в условиях спокойной или плавно меняющейся нагрузки, например, уплотнительных колец для валов турбодетандерных агрегатов (рабочая среда — азот), вкладышей подшипников скольжения и торцовых уплотнительных колец центробежных насосов (среда — жидкие газы, бензин, керосин, дизтопливо, мазут), уплотнительных колец гидронасосов (среда — масло) и др.

Для деталей из графита марки **АГ-1500** рекомендуемый материал контртела — стали, хромовое покрытие; предельно допустимое удельное давление 20 кгс/см²; предельно допустимая скорость 25 м/с.

Для деталей из графита марки **АГ-600** рекомендуемый материал контртела аналогичен деталям из **АГ-1500**, предельно допустимое удельное давление 15 кгс/см²; предельно допустимая скорость 20 м/с. Допустимая рабочая температура при эксплуатации изделий из материалов **АГ-1500** и **АГ-600** составляет:

в окислительной среде (400-450) °С;

в восстановительной и нейтральной средах (2300-2500) °С.

Применение:

- Радиально-торцовые и радиально-контактные уплотнения авиадвигателей (ТВ3-117, ТВ2-117 и ПС-90А).
- Подшипники скольжения для газовых счетчиков различных типов.
- Антифрикционные пластины для пластинчато-роторных вакуумных насосов и пневмоагрегатов типа ППА.
- Вкладыши подшипников скольжения в транспортирующие ролики паровых сушилок типа СУР-4, СУР-5, СУР-9, СРГ-25М и др.
- Успокоители пилы ленточнопильных станков, ролики и подшипники транспортеров и рольгангов, барабанов подъемно-транспортных механизмов и пр.



**УГЛЕРОДНЫЕ ГРАФИТИРОВАННЫЕ МАТЕРИАЛЫ,
ПРОПИТАННЫЕ СПЛАВАМИ
(ТУ 48-4802-3-2001, ТУ 48-20-3-77, ТУ 48-4802-5-97,
ТУ 4802-013-03)**

**Графитосвинцовые материалы марок
АГ-1500-СО5, АГ-600-СО5, АГ-1500-ЗСО5,
АМГ-СО5, ППГ-СО5**

Используются для изготовления деталей узлов трения, работающих в условиях сухого, полусухого и жидкостного трения при спокойной или плавноменяющейся нагрузке (уплотнительные кольца компрессоров, вкладыши, подшипники скольжения насосов и др).

Для деталей, изготовленных из указанных марок, рекомендуемый материал контртел — чугун, стали, хромовое покрытие; предельно допустимое удельное давление 30 кгс/см²; предельно допустимая скорость 25 м/с. Для АМГ-СО5 и ППГ-СО5 удельная нагрузка не более 10 кгс/см², предельная скорость 10 м/с.

Графитосвинцовые материалы не рекомендуются для работы по цветным металлам и их сплавам.

Допустимая рабочая температура при эксплуатации изделий из указанных материалов в окислительной, восстановительной и нейтральной средах составляет 300 °С.

При эксплуатации указанных марок материала в режиме сухого трения необходим интенсивный отвод тепла.

Применение:

- В центробежном насосе системы охлаждения дизель-электрических агрегатов в качестве торцового уплотнения.
- Уплотнительные кольца газовых сепараторов для газотурбинных двигателей (ГТУ).
- Ролики в красильной ванне машин и аппаратов для крашения и обработки тканей.
- Уплотнительные кольца паровых головок сушильных цилиндров шлифовальных машин (типа МШБ-11).
- Для механических торцовых уплотнений в различных типах нефтяных (типа НК, НД), бензиновых (СВН, СЦЛ), сжиженных газов (типа НСГ, НЧ), водяных (типа ЦВЦ, ЦВ) насосов, взамен сальника с мягкой набивкой.
- Уплотнительные кольца паровых головок сушильных цилиндров бумагоделательных машин и целлюлозных агрегатов.

**Графитобаббитовые материалы марок
АГ-1500-Б83, АГ-600-Б83, АМГ-Б83**

Используются для изготовления деталей узлов трения, работающих в условиях сухого, полусухого и жидкостного трения при спокойной или плавноменяющейся (уплотнительные кольца, вкладыши подшипников скольжения насосов, компрессоров и др).

Для деталей, изготовленных из указанных марок, рекомендуемый материал контртел — чугун, стали, хромовое покрытие; предельно допустимое удельное давление 25 кгс/см²; предельно допустимая скорость 20 м/с. Для материала марки АМГ-Б83 удельная нагрузка не более 10 кгс/см², предельная скорость 10 м/с.

Графитобаббитовые материалы не рекомендуются для работы по цветным металлам и их сплавам.

Допустимая рабочая температура при эксплуатации изделий из указанных материалов в окислительной, восстановительной и нейтральной средах составляет 230 °С.

При эксплуатации указанных марок материала в режиме сухого трения необходим интенсивный отвод тепла.

Применение:

- В насосах типа ЦВК, КМ, КМХ, ВК, Г2-ОПА, Г2-ОПБ, АХ и др. в качестве торцовых уплотнений вала.

- Для механических торцовых уплотнений в различных типах нефтяных (типа НК, НД), бензиновых (СВН, СЦЛ), сжиженных газов (типа НСГ, НЧ), водяных (типа ЦВЦ, ЦВ) насосов, взамен сальника с мягкой набивкой.
- Уплотнительные кольца винтовых компрессоров типа 7ВКГ и др. и турбокомпрессоров типа ХТМФ
- В узле торцового уплотнения топливоподкачивающего насоса двигателя (ДВС).
- Уплотнительные кольца турбодетандеров газовых турбин (типа ГТК-10).
- Подшипники скольжения и торцовые уплотнения для сепараторов, гомогенизаторов, роторно-пульсационных аппаратов, куттеров и др. отечественного и зарубежного производства (в т.ч. Alfa Laval, Shtefan, Karl S);
- Уплотнения к компрессорам климатических установок пассажирского транспорта.
- Вставки для компрессоров типа П-110.
- Подшипники скольжения гидравлических насосов типа НП.
- Уплотнительные кольца компрессоров АУ, АВ, ФУ, ФВ.



**Графитобаббитовые материалы марок
(ТУ 48-4802-009-2004, ТУ 48-4802-5-97)
АММТ, ППГ-Б83**

Используется для изготовления торцовых уплотнений судовых гребных валов, работающих в пресной, морской воде в паре с седлами из сталей (марок 12Х18Н10Т, 08Х18Н10Т для материала АММТ, и марок 20Х13, 20Х12 с упрочненным поверхностным слоем для материала ППГ-Б83), оксидированного титанового сплава (типа 3М) и др., при удельной нагрузке до 30 кгс/см² и скорости скольжения до 11 м/с. Не рекомендуется для работы по цветным металлам и их сплавам. Коэффициент трения 0,02-0,08.

Кольца изготавливаются прямоугольного сечения следующих размеров:

1. Цельными или из двух частей с наружным диаметром до 350 мм включительно.
2. Из двух или нескольких частей для изготовления колец с наружным диаметром свыше 350 до 720 мм включительно.



Физико-механические и теплофизические характеристики, предельно-допустимые нагрузки, скорости и температуры

ХАРАКТЕРИСТИКА	ЕД. ИЗМ.	НАИМЕНОВАНИЕ МАТЕРИАЛА								
		Обожженные					Графитированные			
		АО-1500	АО-1500 СО5	АО-1500 Б83	АОП-1500 СО5	АОП-1500 Б83	АГ-1500	АГ-1500 Б83	АГ-1500 СО5	
Допустимая удельная нагрузка, не более	кгс/см ²	25	40	45	40	45	20	20	30	
Допустимая рабочая скорость	м/с	10	15	10	15	15	30	20	25	
Допустимая рабочая температура,	Ок. Среда	°С	400	300	230	300	230	450	230	300
	В.и Н. Среда	°С	1500					2500		
Плотность, не менее	г/см ³	1,65	2,4	2,2	2,0	1,9	1,72	2,25	2,3	
Твердость, не менее (справочное)	HRC	44-46	50-54	50-54	50-54	50-54	32-36	50-53	47-50	
Предел прочности при сжатии, не менее	кгс/см ²	1000	1500	1500	2000	2000	700	1000	1000	
Коэффициент теплопроводности при 290К (справочное)	Вт/м • К	23,3	35	35	35	35	58,1	81,4	81,4	
Коэффициент теплового расширения при 290-370 К, 10 ⁻⁶ перпендикулярно оси прессования (справочное)	1/К	5	6-7	6,5	6-7	6,5	5	6,5	6-8	

Физико-механические и теплофизические характеристики, предельно-допустимые нагрузки, скорости и температуры

ХАРАКТЕРИСТИКА	ЕД. ИЗМ.	НАИМЕНОВАНИЕ МАТЕРИАЛА								
		Обожженные			Графитированные					
		АО-600	АО-600-СО5	АО-600-Б83	АГ-600	АГ-600-Б83	АГ-600-СО5	АГ-1500-3	АГ-1500-3СО5	
Допустимая удельная нагрузка, не более	кгс/см ²	20	40	45	15	45	40	20	40	
Допустимая рабочая скорость	м/с	10	15	10	20	20	25	30	25	
Допустимая рабочая температура,	Ок. Среда	°С	350	300	230	450	230	300	450	300
	В.и Н. Среда	°С	1400			2500		2500		
Плотность, не менее	г/см ³	1,65	2,3	2,2	1,7	2,3	2,3	1,8	2,1	
Твердость, не менее (справочное)	HRC	44-46	50-54	50-54	32-36	50-53	47-50	-	-	
Предел прочности при сжатии, не менее	кгс/см ²	950	1500	1500	580	950	900	700	900	
Коэффициент теплопроводности при 290К (справочное)	Вт/м • К	23,3	35	35	58,1	81,4	81,4	-	-	
Коэффициент теплового расширения при 290-370 К, 10 ⁻⁶ перпендикулярно оси прессования (справочное)	1/К	5	6-7	6,5	5	6,5	6-8	-	-	

Физико-механические и теплофизические характеристики, предельно-допустимые нагрузки, скорости и температуры

Характеристика	ЕД. ИЗМ.	НАИМЕНОВАНИЕ МАТЕРИАЛА				
		Графитированные				
		АМГ-Б83	АМГ-С05	ППГ-Б83	ППГ-С05	АММТ
Допустимая удельная нагрузка, не более	кгс/см ²	10	10	10	10	-
Допустимая рабочая скорость	м/с	10	10	10	10	-
Допустимая рабочая температура,	Ок. Среда	230	300	230	300	230
	В.и Н. Среда					
Плотность, не менее	г/см ³	2,4	3,0	2,3	3,0	2,4
Предел прочности при сжатии, не менее	кгс/см ²	750	750	800	800	714
ТУ водопоглощения, не более	%	1,5	1,0	1,5	1,0	-

Размер заготовок, мм

Марка графита	Диаметр		Длина	
	номинальный	допуск откл.	номинальная	допуск откл.
АГ-1500 (Б83 и С05) АО-1500 (Б83 и С05) АОП-1500 (Б83 и С05)	60	±4	170	±30
	72	±5	170	±30
	120	±6	170	±30
	145	±8	170	±30
АГ-600 (Б83 и С05) АО-600 (Б83 и С05) АОП-600 (Б83 и С05)	195	±8	170	±30
	235	±10	100	±30
АГ-1500-3 АГ-1500-3-С05	60	±4	90	±5
ППГ (Б83 и С05)	60÷350	±5	300	±20
АМГ (Б83 и С05)	100÷300	±10	300	±20

**ГРАФИТОПЛАСТОВЫЙ МАТЕРИАЛ
МАРКИ АМС-3
(ТУ 1915-020-54755093-2007)**

Используется для изготовления секторов торцового уплотнения вала гидротурбины, лопаток пластинчато-роторных вакуумных насосов, компрессоров и пневмоагрегатов, торцовых уплотнений и подшипников скольжения химических насосов, уплотнений воздухоразделительных узлов сигаретных машин.

Для деталей из графитопласта АМС-3 рекомендуемый материал контртела – чугун, бронза ОЦС-5-5-5, сталь 4Х5В2ФС (ЭИ-958), нержавеющей хромистые стали, хромированные или никелированные стали, литой алюминий с покрытием Al_2O_3 с чистой поверхности не менее $\nabla 8-9$.

Предельно допустимое рабочее давление 10 МПа, скорость скольжения 12 м/с. Коэффициент трения не более 0,05 при наличии смазки. Допустимая рабочая температура при эксплуатации изделий из материала марки АМС-3 должна быть в пределах от -60 до + 200°С. Габаритные размеры заготовок позволяют изготовить лопатки длиной до 400 мм.



Применение:

- Пневмоагрегаты типа ППА-60, ПАВ-60.
- Офсетные печатные машины производства Adast (Romayor, Dominant), Ryobi.
- Вакуумные насосы доильных агрегатов типа УВД-10, НВ-12,
- Насосы вакуум-автоцистерн типа НВПР-240 (310)
- Вакуумные насосы типа НРСГ, НВД (ДВН), НВР, НВМ, НВУ, ВНК и т.п.
- Вакуумные компрессоры производства Rietchle, Becker.

Физико-механические и теплофизические характеристики

Плотность, кг/м ³ (г/см ³), не менее	1780 (1,78)
Предел прочности при сжатии, МПа	80
Предел прочности при изгибе, МПа (справочное)	35
Коэффициент теплопроводности, Вт/м • К (справочное)	12
Коэффициент линейного (термического) расширения, 10^{-5} , 1/К (справочное)	3-5
Твердость по Бринеллю, МПа (справочное)	3,5
Водопоглощение, не более, %	0,01

Размер заготовок, мм

Марка графита	Сечение		Длина	
	номинальный	допуск откл.	номинальная	допуск откл.
АМС-3	100x400	+5	150	+30

**ГРАФИТОФТОРОПЛАСТОВЫЙ МАТЕРИАЛ
МАРКИ АФГМ
(ТУ 48-20-150-89)**

Используется для изготовления поршневых и сальниковых уплотнений компрессоров, сжимающих осушенные газы (точка росы ниже 0°C, влагосодержание менее 4 г/м³).

Для деталей из графитофторопласта АФГМ рекомендуемый материал контртела стали, чугун; предельно допустимое давление 15-20 кгс/см²; предельно допустимая скорость 5 м/с.

Допустимая рабочая температура при эксплуатации изделий из материала марки АФГМ составляет от -200 до +250 °С.

Коэффициент трения не более 0,03 при наличии смазки и не более 0,15 при её отсутствии.

Применение:

- Уплотнительные кольца поршневых компрессоров без смазки типа ГП, ГМ, 5Г, ВМ, ВП, М10, М16 и др.



Физико-механические и теплофизические характеристики

Плотность, кг/м³ (г/см³), не менее	2100(2,10)
Условный предел текучести при сжатии, МПа (кгс/см²), не менее	10,8(110)
Температурный коэффициент линейного расширения в интервале температур 293-473 (20-200 °С), 10 ⁻⁵ 1/К параллельно оси прессования перпендикулярно оси прессования	12,0 3,0-7,0

Размер заготовок, мм

Диаметр:												
Наружный	480	425	365	365	365	350	310	310	295	275	275	245
Внутренний	395	335	310	270	190	270	245	210	230	210	175	175
Высота	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130

Диаметр:											
Наружный	230	210	190	170	170	160	160	155	110	95	62
Внутренний	175	140	80	100	75	100	75	60	60	35	-
Высота	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130

Допустимые отклонения по диаметрам: ±5 мм.

Допустимые отклонения по высоте: ± 40 мм.

**ГРАФИТОФТОРОПЛАСТОВЫЙ МАТЕРИАЛ
МАРКИ АФГ-80ВС
(ТУ 48-20-150-89)**

Используется для изготовления поршневых и уплотнительных колец компрессоров, сжимающих влажные газы (точка росы выше 0°С, влагосодержание более 4 г/м³).

Для деталей из графитофторопласта **АФГ-80ВС** рекомендуемый материал контртела — стали (марок ШХ15ШЗ, 110Х8М и др.), чугун, хромовое покрытие; предельно допустимое давление 10-15 кгс/см²; предельно-допустимая скорость 5 м/с.

Допустимая рабочая температура при эксплуатации изделий из материала марки **АФГ-80ВС** составляет от -200 до +250 °С.

Коэффициент трения не более 0,03 при наличии смазки и не более 0, 15 при её отсутствии.

Применение:

- Уплотнительные кольца поршневых компрессоров без смазки типа ГП, ГМ, ВП, ВМ и др.



Физико-механические и теплофизические характеристики

Плотность, кг/м³ (г/см³), не менее	2000 (2,00)
Условный предел текучести при сжатии, МПа (кгс/см²), не менее	10,8 (110)
Температурный коэффициент линейного расширения в интервале температур 293-473 (20-200°С), 10 ⁻⁵ 1/К, не более параллельно оси прессования, перпендикулярно оси прессования	15,0 6,0-12,0

Размер заготовок, мм

Диаметр:										
Наружный	655	590	485	445	430	420	395	375	375	335
Внутренний	560	500	415	325	330	325	265	305	260	260
Высота	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Диаметр:										
Наружный	325	285	230	175	140	130	115	115	100	75
Внутренний	265	215	150	100	50	50	70	50	34	22
Высота	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Допустимые отклонения по диаметрам: ±5 мм.

Допустимые отклонения по высоте: ± 40 мм.

ГРАФИТОФТОРОПЛАСТОВЫЙ МАТЕРИАЛ МАРКИ 7В-2А

(ТУ 48-20-150-89, ТУ 48-20-153-90,
ТУ 1915-017-54755093-2007)

Используется для изготовления вкладышей упорных и радиальных подшипников скольжения различных агрегатов и машин, работающих в потоке жидкостей (антифриз, морская и пресная вода, нефтепродукты, спирт, различные водные растворы химических продуктов и т.д.).

Для деталей из графитофторопласта **7В-2А** рекомендуемый материал контртела — стали, (марок 25Х17Н2БШ, 30Х13, 0Х12Н4АМФБТ и др.), оксидированный титановый сплав 3М или 3В (первый предпочтительней), хромовое покрытие; предельно допустимое удельное давление до 20 кгс/см²; предельно допустимая скорость 30 м/с.

Допустимая рабочая температура при эксплуатации изделий из материала марки **7В-2А** составляет от -200 до +250 °С.

Коэффициент трения не более 0,03 при наличии смазки и не более 0,15 при её отсутствии.

Применение:

- В качестве вкладышей радиально-осевых подшипников скольжения главных циркуляционных насосов (ГЦН) для АЭС.
- В осевых и диагональных насосах типа ОПВ, ДПВ в качестве материала для подшипников скольжения.
- Уплотнительные кольца газодувок ротационных серии 1Г.
- В циркуляционных насосах (типа ЦВЦ, ЦВ), артезианских (типа ЭЦВ, А 20А, АТН), герметичных (типа БЭН, ЦГ, НЦГ), конденсатных (типа КсВ), бензиновых (типа СВГ-80), химических (типа ХЦМ) в качестве материалов для подшипников скольжения.



Физико-механические и теплофизические характеристики

Плотность, кг/м ³ (г/см ³), не менее	1900 (1,90)
Предел прочности при сжатии, МПа (кгс/см ²), не менее	34,3 (350)
Температурный коэффициент линейного расширения в интервале температур 293-473К (20-200°С), 10 ⁻⁵ 1/К перпендикулярно оси прессования	1,0-2,5

Размер заготовок, мм

Диаметр:											
Наружный	480	425	365	365	365	350	310	310	295	275	275
Внутренний	395	335	310	270	190	270	245	210	230	210	175
Высота	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130

Диаметр:											
Наружный	245	230	210	190	170	160	160	155	110	95	62
Внутренний	175	175	140	80	75	100	75	60	60	35	-
Высота	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130

Допустимые отклонения по диаметрам: ±5 мм.

Допустимые отклонения по высоте: + 40/-10 мм.

ГРАФИТОФТОРОПЛАСТОВЫЙ МАТЕРИАЛ МАРКИ КВ

(ТУ 48-4802-102-97, ТУ 1915-017-54755093-2007)

Используется для изготовления вкладышей упорных и радиальных подшипников скольжения, работающих в потоке жидкостей (антифриз, морская и пресная вода, нефтепродукты, спирт, и др.) при высоких скоростях скольжения и давлении.

Для деталей из графитофторопласта **КВ** рекомендуемый материал контртела - чугун, стали (марок 95Х18, 40Х13 и др.), бронза, хромовое покрытие; предельно допустимая нагрузка 45 кгс/см²; предельно допустимая скорость до 20 м/с. Допустимая рабочая температура при эксплуатации изделий из материала марки КВ составляет от -200 до +250°С.

Применение:

- В циркуляционных насосах (типа ЦВЦ, ЦВ), артезианских (типа ЭЦВ, А 20А), герметичных (типа БЭН, ЦГ, НЦГ), химических (типа ХП, АХП, АХПО, ХГ), конденсатных (типа КсВ), насосов дизеля (типа ЧН) в качестве материалов для подшипников скольжения.
- Поршневые уплотнения насоса типа АН 2/16.



Физико-механические и теплофизические характеристики

Плотность, кг/м ³ (г/см ³), не менее	2100 (2,10)
Твердость, МПа (кгс/мм ²), не менее	34,3 (3,5)
Условный предел текучести, МПа (кгс/см ²), не менее	13,7 (140)
Температурный коэффициент линейного расширения в интервале температур 293-473 К (20-200°С), 10 ⁻⁵ 1/град, параллельно оси прессования, не более	14

Размер заготовок, мм

Диаметр:											
Наружный	655	590	485	445	430	420	395	375	375	335	325
Внутренний	560	500	415	325	330	325	265	305	260	260	265
Высота	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

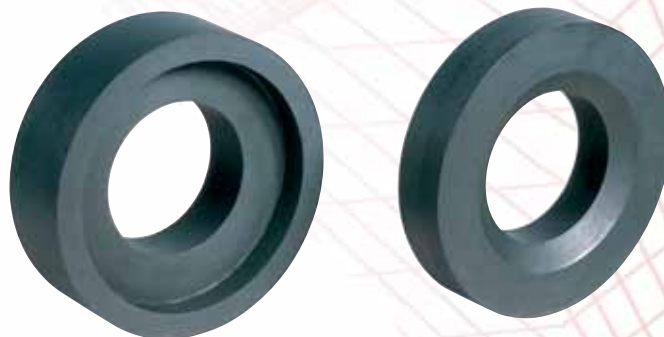
Диаметр:											
Наружный	285	230	175	140	130	130	115	115	115	100	75
Внутренний	215	150	100	50	80	50	70	60	50	34	22
Высота	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Допустимые отклонения по диаметрам до Ø 175/100: ±5 мм.
Допустимые отклонения по диаметрам до Ø 325/260: ±8 мм.

**ГРАФИТОФТОРОПЛАСТОВЫЙ МАТЕРИАЛ
МАРКИ КМ
(ТУ 48-4802-135-97)**

Используется для изготовления уплотнительных колец паровых головок сушильных цилиндров бумагоделательных машин и гофрагрегатов, работающих в среде острого пара, а также поршневых уплотнительных и направляющих колец компрессоров без смазки, сжимающих влажные и осушенные газы.

Для деталей из графитофторопласта **КМ** рекомендуемый материал контртела - чугун, стали, хромовое покрытие; предельно допустимое давление 40 кгс/см²; предельно допустимая скорость 5 м/с в условиях сухого трения. Допустимая рабочая температура при эксплуатации изделий из материала марки **КМ** составляет от -200 до +250°С.



Физико-механические и теплофизические характеристики

Плотность, кг/м ³ (г/см ³), не менее	2150 (2,15)
Условный предел текучести при сжатии, МПа	9,8 (100)
Температурный коэффициент линейного расширения в интервале температур 293-473К (20-200°С), 10 ⁻⁵ 1/К параллельно оси прессования, не более перпендикулярно оси прессования	12,0 7,0-10,0

Размер заготовок, мм

Диаметр:												
Наружный	655	590	485	445	430	420	395	375	375	335	325	325
Внутренний	560	500	415	325	330	325	265	305	260	260	265	215
Высота	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Диаметр:											
Наружный	285	235	230	205	175	140	130	115	115	100	75
Внутренний	215	135	150	130	100	50	50	70	50	34	22
Высота	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Допустимые отклонения по диаметрам: ±5 мм.

Допустимые отклонения по высоте: ± 40 мм.

Графитофторопластовые антифрикционные материалы, благодаря сочетанию ценных свойств графита и фторопласта-4, широко применяют в узлах трения различных машин, используемых практически во всех отраслях народного хозяйства: химической промышленности, судостроении, холодильной технике, машиностроении, атомной энергетике, пищевой промышленности и других областях.

Выпускают следующие марки графитофторопластовых материалов разного наполнения: низкого (**АФГ-80ВС, КВ** и **КМ**), среднего (**АФГМ**) и высокого (**7В-2А**).

В материалах низкого наполнения содержание наполнителей составляет 20%, остальное фторопласт-4. В качестве основного наполнителя в марках материалов низкого наполнения применяют искусственный графит. В состав наполнителей материала марки **КВ** дополнительно входит комплекс твер-

дых смазок (природный графит, нитрид бора, дисульфид молибдена) и добавки различного назначения. Графитофторопластовый материал **АФГМ**, кроме фторопласта-4, содержит 35% искусственно графита и 15% двухсернистого молибдена. Основу графитофторопласта марки **7В-2А** составляет графит, связанный фторопластом-4.

Введение во фторопласт-4 функциональных наполнителей позволяет направленно улучшать эксплуатационные характеристики материалов на его основе: повышать механическую прочность, твердость, теплопроводность, износостойкость и предельно-допустимые нагрузки и скорости, уменьшать коэффициент линейного расширения, одновременно сохраняя при этом высокую химическую стойкость, исключительно низкий коэффициент трения, способность работать в широком интервале температур.

ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ НАШИХ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

АГ-1500, АГ-600, АО-1500, АОП-1500

Классические углеродокерамические материалы, основным сырьем для приготовления которых служит сланцевый кокс и каменноугольный пек с добавкой природного графита. С целью снижения газопроницаемости и повышения прочностных характеристик материалы пропитывают баббитом Б83 или свинцовым сплавом СО5 (95% свинца и 5% олова). Заготовки антифрикционного графита АГ и обожженных материалов АО, АОП получают путем прессования при давлении 1500 кгс/см² и 600 кгс/см² с последующими пропитками каменноугольным пеком и термообработками.

Основные преимущества:

- Возможность успешного применения в различных узлах трения.
- Выгодное соотношение цена/качество, а также отсутствие отечественных аналогов.

АМС-3

Антифрикционный самосмазывающийся композиционный материал на основе эпоксикремнийорганического связующего (20%), природного (10%) и искусственного (70%) графитов.

Основные преимущества:

- Выбранный компонентный состав и технология получения материала обеспечивают его эффективное применение в условиях жидкостного и сухого трения.
- Низкое водопоглощение (<0,01%) обеспечивает надежность (без протечек) уплотнительных элементов.

7В-2А

Материал занимает особое место в широкой гамме всех антифрикционных композиций на основе фторопласта-4.

Основные преимущества:

- Надежно и высокоэффективно на протяжении нескольких десятилетий эксплуатируется в качестве подшипников скольжения насосов на объектах атомной энергетики и других важных отраслях народного хозяйства.
- Высокие эксплуатационные свойства материала обусловлены определенным рецептурным составом (графит марки АГ-1500 - 70% масс, фторопласт-4 - 30% масс), уникальным фракционным составом графитового наполнителя и способом получения, предусматривающим совместное прессование и термообработку заготовок в пресс-форме.
- Толстостенные заготовки больших размеров не имеют трещин и иных дефектов.

КВ

Основные преимущества:

- Высокие служебные свойства материала достигнуты за счет введения в его рецептуру комплекса твердых смазок, углеродного волокна, функциональных добавок и применения прогрессивного метода совместного смешивания и диспергирования исходных компонентов в водной среде, позволяющего равномерно распределять частицы наполнителя в полимерной матрице.

КМ

Основные преимущества:

- Выбранный рецептурный состав, включающий в себя фосфорные соли и дисульфид молибдена, позволил получить материал, удачно сочетающий в себе высокую работоспособность в различных условиях (во влажных и сухих газах, среде острого пара).
- Технологичность в изготовлении и возможность получения крупногабаритных бездефектных заготовок.

АФГМ

Основные преимущества:

- Выбранный компонентный состав, совместный режим прессования и термообработки в пресс-форме с последующей термозакалкой обеспечивают высокие эксплуатационные свойства материала.
- Толстостенные заготовки больших размеров не имеют трещин и иных дефектов.
- Использование в качестве наполнителя искусственного конструкционного графита марки МГ-1 позволяет устранить проблему износа зеркала цилиндра поршневой группы компрессора, имеющую место при работе с композициями наполненными коксом.

АФГ-80ВС

Основные преимущества:

- Удобство в изготовлении и эксплуатации изделий благодаря высокой эластичности.
- Высокое содержание фторопласта (80%) позволяет применять материал в узлах трения работающих в агрессивных средах и в контакте с пищевыми продуктами.
- Использование в качестве наполнителя искусственного конструкционного графита марки МГ-1 позволяет устранить проблему износа зеркала цилиндра поршневой группы компрессора, имеющую место при работе с композициями наполненными коксом.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОБРАБОТКЕ АНТИФРИКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Обработка углеродокерамических материалов

Изделия из углеродокерамических материалов изготавливаются путем механической обработки на токарно-винторезных и фрезерных станках (обязателен отсос пыли из зоны резания). Обработку выполняют резцами с пластинами из твердого сплава ВК8 (ГОСТ 3882-74) со следующей геометрией режущей части: передний угол $\gamma = 10^\circ$; задний угол $\alpha = 8 \dots 10^\circ$; главный угол в плане $\phi = 45 \dots 60^\circ$; радиус при вершине $r = 1,0 \dots 1,5$ мм. Режим резания: скорость $v = 1,5 \dots 1,83$ м/с; подача на оборот $S_o = 0,1 \dots 0,15$ мм; глубина резания $t = 2 \dots 5$ мм.

Обработка материалов на основе фторопласта-4

Изделия из графитофторопластовых материалов изготавливаются путем механической обработки на токарно-винторезных и фрезерных станках. Обработку выполняют резцами с пластинами из твердого сплава типа ВК8 (ГОСТ 3882-74) со следующей геометрией режущей части: передний угол $\gamma = 10^\circ$; задний угол $\alpha = 8 \dots 10^\circ$; главный угол в плане $\phi = 45 \dots 60^\circ$; радиус при вершине $r = 1,0 \dots 1,5$ мм. Режим резания: скорость $v = 1,0 \dots 2,0$ м/с; подача на оборот $S_o = 0,11 \dots 0,13$ мм; глубина резания $t = 2 \dots 5$ мм.

Доводка рабочих поверхностей изделий

Для окончательной чистовой обработки рабочих поверхностей применяют доводку. Технологический процесс доводки сводится к сглаживанию неровностей поверхности с

помощью абразивных порошков в присутствии смазочных средств. Смазочная жидкость образует между поверхностями притирочной плиты и кольца слой, насыщаемый абразивным материалом. Толщина слоя не должна превышать размера абразива (иначе производительность доводки низкая), поэтому для доводки применяют невязкие и доступные жидкости, такие как керосин.

Для доводки уплотняющих поверхностей изделий из углеродокерамических материалов преимущественно используются электрокорунд нормальный (марок 14А, 15А) и белый (марки 25А), так как они имеют наименьшую микротвердость зерна ($2 \cdot 10^{10}$ Па). Лучшая режущая способность у белого электрокорунда. Притирка с помощью указанных материалов отличается высокой производительностью и обеспечивает хорошее качество поверхности. Доводку рабочих поверхностей изделий осуществляют ступенчато: предварительно на стеклянных притирах с использованием электрокорунда фракции М18, М14, затем осуществляют промежуточную притирку порошком М8, М10, и окончательно - М5. В качестве смазочного материала используют чистый керосин.

Изделия из материалов на основе фторопласта-4 устанавливают без дополнительной обработки рабочих поверхностей изделий или доводят на стеклянных притирах без применения абразива. Роль абразива в этом случае выполняют риски на притирах, образовавшиеся в процессе доводки притиров.

Поверхности контртел, выполненных из сталей и сплавов с твердостью менее 60 HRC, доводят с помощью белого электрокорунда. В качестве смазочного материала применяют раствор керосина с 2% стеарина.



Области применения антифрикционных материалов на основе углерода

Агрегат	Узел (элемент) трения	Материал детали узла трения	Материал контртела	Рабочая среда	Нагрузка на деталь, кгс/см ²	Скорость скольжения, м/с	Рабочая температура, °С	Фактический износ, мм/ч	Фактический рабочий ресурс, ч
Насосы центробежные	Торцовые уплотнения	АГ-1500	X18H10T	Стирол	10	частота вращения 3000 об/мин	+30÷+100	-	720
Насосы центробежные	Торцовые уплотнения	АГ-1500	IX17H13M2T	Циклогексан	до 16	частота вращения 3000 об/мин.	до +150	-	4320
Электронасосы	Гидравлическая пята подшипника скольжения	АГ-1500	Ст.45; 9X18	Амины	16÷18	-	до +350	-	720
Винтовые газовые компрессоры	Торцовые уплотнения	АГ-1500 B83	-	Попутный нефтяной газ	7	-	+80	-	5000
Компрессоры фреоновые	Торцовые уплотнения	АГ-1500 B83 АГ-1500 CO5	15X	Фреон 12, Масло ХФ-12	2÷16	0,9÷7,0	+15÷+70	-	-
Насосы молочные	Торцовые уплотнения	АГ-1500 B83 АФГ-80BC	9XH8 (HRC 50÷56)	Молоко, моющая жидкость, вода	вакуум 360 мм рт. ст.	4,5	+90	-	2000
Насосы центробежные	Торцовые уплотнения	АГ-1500 B83	9X18	Этилацетат, этилспирт, ионы хлора, медноаммиачный раствор, алкоголят алюминия	6	4÷10	-4÷+75	0,016	720
Насосы центробежные	Торцовые уплотнения	АГ-1500 B83	9XH8 (HRC 50÷56)	Воздух, возможное попадание молока и моющей жидкости	вакуум 360 мм рт. ст.	4,76	+80÷+90	0,0008	2000
Насосы центробежные	Торцовые уплотнения	АГ-1500 B83	X18H10T	Дивинил, нитрил, ацетон, вода, суспензия полиэтилена в бензине, стирол	до 10	7,6	+90	0,0007	4320
Насосы центробежные	Торцовые уплотнения	АГ-1500 B83	9X18	Этилацетат, этилспирт, ионы хлора	6	10	-4÷+75	0,016	720
Насосы центробежные	Торцовые уплотнения	АГ-1500 B83	Твердый сплав	Жидкий аммиак 100%	20	10,6	+40	0,0005	8000
Насосы центробежные	Торцовые уплотнения	АГ-1500 B83	Твердый сплав	Аммиак жидкий 80%, вода-20%	20	4,55	+50	0,0005	8000
Насосы центробежные	Торцовые уплотнения	АГ-1500 B83	Нержавеющая сталь	Бензин (растворитель)	до 40	14÷26	комнатная	-	4320
Насосы центробежные погружные	Вкладыши подшипников скольжения	АГ-1500 B83	X17H13M2T	Смесь 40% водного раствора сульфата аммония с капролактамом и трихлорэтиленом	37	1,3	до +40	-	-
Реверсивные топливонасосы	Торцовые уплотнения	АГ-1500 B83	40X	Дизельное топливо ДС, масло М20Г	2	1,75	+45	0,0002	10000
Холодильные фреоновые турбокомпрессоры	Торцовые уплотнения	АГ-1500 B83	-	Масло турбинное в смеси с фреоном-12 или -134а	16	-	+80	-	3000
Центробежные и винтовые компрессоры	Торцовые уплотнения	АГ-1500 B83	-	Минеральные масла, углеводороды, газ с содержанием H ₂ S ≤6%	6,4	до 100	-20÷+100	-	10000
Компрессоры аммиачные	Торцовые уплотнения, кольца поршневые	АГ-1500 B83, АГ-1500 CO5	15X, чугун СЧ-18-36	Аммиак, масло веретенное АУ, Давление 0,4 МН/м ² (4 атм)	2÷6	2,3÷5,8	-35÷+120	-	-

Агрегат	Узел (элемент) трения	Материал детали узла трения	Материал контртела	Рабочая среда	Нагрузка на деталь, кгс/см ²	Скорость скольжения, м/с	Рабочая температура, °С	Фактический износ, мм/ч	Фактический рабочий ресурс, ч
Электрошпиндели на аэродинамических опорах	Вкладыши подшипников скольжения и подпятники	АГ-1500 Б83, АГ-1500	P18	Воздух	1	28±133	+20÷+60	-	-
Насосы центробежные	Торцовые уплотнения	АГ-1500 СО5	1Х18Н9Т	Реакционная масса 55% С ₆ H ₆ +35% ИПБ	4,5	9,2	+60	0,001	1440
Насосы центробежные	Торцовые уплотнения	АГ-1500 СО5	4Х13 (HRC 50÷55)	Крошка каучука в слабкой-лей воде, изопропилбензол, альфаметилстирол	6	3,8	+100	0,002	720
Насосы центробежные	Торцовые уплотнения	АГ-1500 СО5	4Х13	Сжиженные углеводороды	40	14	+90	0,00005	2160
Насосы центробежные	Торцовые уплотнения	АГ-1500 СО5	4Х13 (HRC 50÷55)	Изопропилбензол	4	3,2	+90	0,0013	720
Насосные станции	Торцовые уплотнения	АГ-1500 СО5	3Х13 (HRC 48÷52)	Вола	1,6÷3,8	4,6÷7,5	+4÷+40	-	600
Насосы центробежные	Торцовые уплотнения	АГ-1500 СО5	40ХН с наплавкой релита	Бензин, дизтопливо	40	20	-5÷+50	0,004	2800
Насосы центробежные	Торцовые уплотнения	АГ-1500 СО5	4Х13	Щелочь-12% NaOH	25	10,5	+75	0,001	1440
Насосы центробежные	Торцовые уплотнения	АГ-1500 СО5	4Х13	Сжиженные углеводороды	25	14	+90	0,00005	2160
Насосы центробежные	Торцовые уплотнения	АГ-1500 СО5	9Х18	Нефтепродукты	до 20	-	до +250	-	2000
Насосы центробежные	Торцовые уплотнения	АГ-1500 СО5	Х17Н13М2Т	Циклогексан	1,5	частота вращения 1500 об/мин	+85	-	4000
Насосы центробежные	Торцовые уплотнения	АГ-1500 СО5	Сормайт	Нефть с $\gamma=0,85$ г/см ³	до 40	3	+4÷25	0,01	4000
Насосы центробежные	Торцовые уплотнения	АГ-1500 СО5	Сталь 40ХН с наплавкой релита	Бензин, дизтопливо (возможно присутствие механических примесей: глина, песок, окалина, ил, металлич. включен.)	до 40	20	-5÷+50	0,004	2800
Насосы и сепараторы «Альфа-Лаваль»	Торцовые уплотнения	АГ-1500 СО5	Сормайт	Растительные масла, щелочь	10	25	+110	0,005	-
Механизмы переключения, редукторы и стартеры двигателей	Торцовые уплотнения, шайбы тормозные, втулки и диски муфты сцепления	АГ-1500 СО5, АГ-1500	Сплав алюминия Д1Т, Д16, Х18Н9Т, 2ХВ, Х16Н6, 38ХА	Элегаз, масло, воздух	до 3	0,2÷15,0	-60÷+170	-	-
Насосы центробежные	Торцовые уплотнения, вкладыши подшипников скольжения	АГ-1500, АГ-1500 СО5 АГ-1500 Б83	40Х, Х5М, 9Х18, Х17Н13М2Т, ШХ15	Керосин, бензин, легкие нефтепродукты, уксусная и азотная кислоты, углеводороды с примесью серной кислоты и др. Давление до 2,5 МН/м ² (25 атм)	1÷15	6÷12	-30÷+40	-	-
Авиационные топливные гидронасосы	Уплотнения торцовые, сальниковые	АГ-1500-3, АГ-1500	40Х, 4Х13, 38ХА, 18Х2Н4ВА	Топливо, топливо дизельное, масло АМГ-10. Давление 0,2-0,4 МН/м ² (2-4 атм)	0,6÷4,0	1,3÷3,8	-50÷+100	-	-
Сушилки	Торцовые уплотнения, вкладыши подшипников скольжения	АО-1500 АО-600	1Х18Н9Т	Воздух с примесью паров кислот, щелочей до 0,03%	2÷3,5	0,2÷2,0	+120÷+140	-	-
Магистральные центробежные нефтяные насосы	Торцовые уплотнения	АО-1500 СО5	Сормайт	Нефть $\gamma=0,85$ г/см ³ (механические примеси, песок и др.)	до 40	3	+4÷+25	-	4000

Агрегат	Узел (элемент) трения	Материал детали узла трения	Материал контртела	Рабочая среда	Нагрузка на деталь, кгс/см ²	Скорость скольжения, м/с	Рабочая температура, °С	Фактический износ, мм/ч	Фактический рабочий ресурс, ч
Насосы сжиженных газов	Торцовые уплотнения, вкладыши подшипников скольжения	АО-1500 СО5	1Х18Н9Т	Кислород, азот, аргон, фреон и другие сжиженные газы. Давление 1-2,5 МН/м ² (10-25 атм)	1÷15	1,4-12,0	-30÷+40	-	-
Насосы водяные системы охлаждения двигателей внутреннего сгорания	Торцовые уплотнения	АО-1500 СО5	40Х, 4Х13, чугуны, металлокерамика, минералокерамика	Вода (пресная, морская) антифриз	1÷2	до 7	+20÷+125	-	-
Водяной насос дизеля	Торцовые уплотнения	АОП-1500 СО5	Напыленная на стальной диск минералокерамика	Вода с 1,5% раствора эмульсола Э-1 (А) или Э-2 (Б); низкозаморазающая жидкость марок 40 и 65	2	6,5	+125	0,3	5000
Агрегат электронасосный скважинный	Упорные подшипники скольжения	КВ	40Х13 (HRC 48÷52)	Вода с минерализацией 1500 мг/л с содержанием мех. Примесей ≤0,01 %	4,5	17	+50	≤2,0	16000
Агрегат электронасосный скважинный	Упорные подшипники скольжения	КВ	95Х18	Вода с минерализацией 1500 мг/л с содержанием мех. Примесей ≤0,01 %	-	-	+70	0,5	10500
Водяные центробежные насосы	Торцовые уплотнения	КВ	95Х18	Вода морская или пресная с антикоррозионной присадкой ВНИИ НП-117	1,8÷2,0	5	+35÷+75	0,2	1000
Бумагоделательные машины	Паровпускные головки	КМ	Сталь 45	Острый пар	8	0,8	+170	-	26000
Бумагоделательные машины	Паровпускные головки	КМ	Чугун	Острый пар	-	до 4,2	до +180	-	-
Насосы ротационные для автоматического контроля воздуха	Уплотнительные пластины ротора	7В-2А	Х18Н9Т	Воздух	500 мм рт.ст.	3	-50÷+50	0,0019	1000
Плунжерные насосы жидкого кислорода высокого давления	Плунжерные пары	7В-2А	38ХМЮА (HRC 48÷50)	Жидкий кислород или азот	165	до 0,5	-183÷196	-	2800
Центробежные электронасосы	Радиальные подшипники скольжения	7В-2А	Х17Н13М2Т	Пресная или морская вода	от 2 до 42	2,24	-2÷+32	0,0003	12000
Насосы центробежные химические	Опорные втулки рабочего колеса	7В-2А	Керамика	Вода пресная с концентрацией взвешенных частиц до 2,5 кг/м ³	-	4	+25÷+55	561,5 час работы 0,087	-
Пластинчато-роторные вакуумные насосы	Уплотнительные пластины ротора	АМС-3	Сталь	-	до 10 МПа	5	-	0,0076	-
Гидроагрегаты	Подшипники скольжения	АМС-3	Сталь	Вода	45 МПа	0,1	до +30	-	-

Источники:

1. Рогайлин М.И., Чалых Е.Ф. «Справочник по углеграфитовым материалам». Л., «Химия», 1974.
2. Справочник под ред. В.П. Соседова, «Свойства конструкционных материалов на основе углерода», М., Металлургия, 1975.
3. НИИГрафит, «Сведения по работоспособности антифрикционных материалов на основе углерода в узлах трения насосов».
4. Отзывы потребителей.

Коррозионная стойкость антифрикционных графитов

Среда	АГ-1500	АГ-1500 Б83	АГ-1500 С05
Вода	-0,01	+0,01	+0,51
Вода +CO ₂	-0,04	-0,01	-0,07
Морская вода	-0,02	+0,04	+0,12
NaClO ₄ (0,5%; 20°C)	-0,02	-1,07	-4,12
NaClO ₄ (0,5%; 100°C)	-0,01	+0,03	-1,21
KMnO ₄ (0,5%; 20°C)	+0,38	+0,14	+0,23
KMnO ₄ (0,5%; 100°C)	+2,0	+2,47	+1,98
HNO ₃ (65%; 20°C)	+1,33	+0,48	-5,99
HNO ₃ (65%; 50°C)	+4,54	+2,52	p
HNO ₃ (65%; 120°C)	-11,26	p	p
H ₂ SO ₄ (48%; 20°C)	+0,7	-1,52	-0,14
H ₂ SO ₄ (48%; 120°C)	+1,95	-3,58	-0,21
H ₂ SO ₄ (96%; 20°C)	+2,92	-2,37	-0,67
H ₂ SO ₄ (96%; 120°C)	+6,37	-5,83	-0,37
HCl (34-36%; 20°C)	-0,01	-26,54	-18,05
HCl (34-36%; -100°C)	+0,09	-24,44	-3,75
HF (50%)	+0,49	-9,72	p
HF (60%)	+0,97	p	p
HF (70%)	+1,93	p	p
HF (30%)	+0,16	-5,63	+0,91
HF (40%)	+0,68	-10,0	p
NH ₄ OH (20%)	+0,28	-0,03	-0,06
NH ₃	-0,02	+0,02	+0,06
NaOH (20%; 20°C)	-0,03	-0,52	-0,77
NaOH (20%; 50°C)	+0,01	-0,74	-1,11
NaOH (50%; 20°C)	-0,06	-0,34	-0,53
NaOH (50%; 100°C)	+1,89	-3,39	+1,58
KOH (50%; 20°C)	-0,07	-0,24	-0,62
KOH (50%; 100°C)	+1,5	p	-1,43

Примечание: p – разрушается
 Данные о возможности использования материалов и потерях массы образцов (%) получены после 128 дней испытания в различных коррозионных средах.

111123, 31, build 2, Entouziastov Chosse, Moscow, Russia
tel.(495) 777-42-42, 258-90-33
fax: (495) 777-42-52
E-mail: sales@graphitel.ru
<http://www.graphitel.ru>

111123, г. Москва, ш. Энтузиастов, 31, стр.2
тел.(495) 777-42-42, 258-90-33
факс: (495) 777-42-52
E-mail: sales@graphitel.ru
<http://www.graphitel.ru>