

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 углеграфитовой 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 построенные мощности и освоены технологии производства углерод-углеродных авиационных тормозов для высоконагруженных тормозных систем боевых и гражданских самолетов, теплозащитных материалов для объектов космической техники, в том числе для отечественного космического корабля многоразового использования «Буря».

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 производства узлов и агрегатов 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, достаточной 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 основные требования: материал должен обладать высокой износостойкостью, низким коэффициентом трения, иметь высокую механическую прочность и обладать достаточно высокой теплопроводностью.

Работоспособность углеродных антифрикционных материалов в значительной степени зависит от состава и влажности газовой среды. При наличии на поверхности трения пленок или капель конденсированной влаги износ и коэффициент трения углеродных антифрикционных материалов возрастают приблизительно в 10 раз, материалов, пропитанных металлами и сплавами, — в 2 раза.

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)

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

Для деталей из материалов **АО-1500** рекомендуемый материал контртела — чугун, хромовое покрытие; предельно допустимое удельное давление (15-20) кгс/см²; предельно допустимая скорость 10 м/с.

Для деталей из материала **АО-600** рекомендуемый материал контртела аналогичен деталям из материала **АО-1500**; предельно допустимое удельное давление (10-15) 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 (непроницаемыми 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 материалов рекомендуемый материал контртела — чугун, сталь, хромовое покрытие; предельно допустимое удельное давление (35-40) 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.

Величина износа при предельно допустимых удельных давлениях и скоростях в условиях сухого трения на воздухе при комнатной температуре за 100 часов работы составляет не более 30 мкм.

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

Углевинцовые заготовки марок **АО-1500-С05; АО-600-С05; АОП-1500-С05**

Используются для изготовления деталей узлов трения (непроницаемыми 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 материалов рекомендуемый материал контртела — чугун, сталь и хромовое покрытие; предельно допустимое удельное давление (25-35) кгс/см²; предельно допустимая скорость 15 м/с.

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

Допустимая рабочая температура при эксплуатации изделий из этих материалов в окислительной, восстановитель-

ной и нейтральных средах составляет 300°С. Величина износа при предельно допустимых удельных давлениях и скоростях в условиях сухого трения на воздухе при комнатной температуре за 100 часов работы составляет не более 30 мкм.

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

Применение:

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

УГЛЕРОДНЫЕ ГРАФИТИРОВАННЫЕ МАТЕРИАЛЫ (ТУ 48-20-4-87, ТУ 48-4802-4-97)

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 материала **АГ-1500** рекомендуемый материал контртела — стали всех марок и твердостей, хромовое покрытие; предельно допустимое удельное давление (10-15) кгс/см², предельно допустимая скорость 25 м/с.

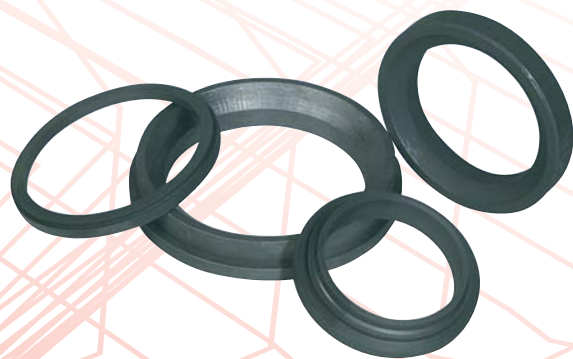
Для деталей из материала **АГ-600** рекомендуемый материал контртела аналогичен деталям из материала **АГ-1500**, предельно допустимое удельное давление (10-12) кгс/см²; предельно допустимая скорость 20 м/с. Допустимая рабочая температура при эксплуатации изделий из материалов **АГ-1500** и **АГ-600** составляет:

в окислительной среде (400-450)°С;
в восстановительной и нейтральной средах (2300-2500)°С.

Величина износа при предельно допустимых удельных давлениях и скоростях в условиях сухого трения на воздухе при комнатной температуре за 100 часов работы составляет не более 50 мкм.

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 48-20-4-87, ТУ 48-4802-4-97)

Графитосвинцовые заготовки марок **АГ-1500-СО5; АГ-600-СО5**

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

Для деталей, изготовленных из указанных материалов, рекомендуемый материал контртела — чугун, сталь, хромовое покрытие; предельно допустимое удельное давление (20-25) кгс/см²; предельно допустимая скорость 25 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.

Величина износа при предельно допустимых удельных давлениях и скоростях в условиях сухого трения на воздухе при комнатной температуре за 100 часов работы составляет не более 30 мкм.

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

Применение:

- В центробежном насосе системы охлаждения дизель-электрических агрегатов в паре трения 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 шлихтовальных машин (типа МШБ-11).
- Пары трения для механических торцовых уплотнений в различных типах нефтяных (типа НК, НД), бензиновых (СВН, СЦЛ), криогенных (типа НСГ), водяных (типа ЦВЦ, ЦВ) насосов, взамен сальника с мягкой набивкой.
- Уплотнительные кольца паровых головок сушильных цилиндров бумагоделательных машин и целлюлозных агрегатов.

Графитобаббитовые заготовки марок **АГ-1500-Б83; АГ-600-Б83**

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

Для деталей, изготовленных из указанных материалов, рекомендуемый материал контртела — чугун, сталь, хромовое покрытие; предельно допустимое удельное давление (15-20) кгс/см²; предельно допустимая скорость 20 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.

Величина износа при предельно допустимых удельных давлениях и скоростях в условиях сухого трения на воздухе при комнатной температуре за 100 часов работы составляет не более 30 мкм.

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

Применение:

- В насосах типа ЦВК, КМ, ВК, Г2-ОПА, Г2-ОПБ, АХ и др. в качестве материала пар трения торцовых уплотнений вала.
- Пары трения для механических торцовых уплотнений в различных типах нефтяных (типа НК, НД), бензиновых (СВН, СЦЛ), криогенных (типа НСГ), 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 топливopодкачивающего 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.



Антифрикционные обожженные и графитированные материалы обладают пористостью, равной 10-15%. С целью повышения плотности, прочности, износостойкости и улучшения теплофизических характеристик углеродные материалы пропитывают металлами. Для пропитки применяют: баббит Б83, сплав СО5 (95% свинца, 5% олова) и др.

Предельно допустимые нагрузки для марок графитированных материалов меньше, чем для аналогичных марок обожженных материалов, однако допустимые скорости скольжения у графитированных материалов больше, чем у обожженных. Повышенный предел допустимых нагрузок для марок обожженных материалов по сравнению с аналогичными марками графитированных материалов объясняется более высокими значениями прочностных характеристик обожженных материалов. Большое значение допустимых скоростей скольжения для графитированных материалов обусловлено увеличенной теплопроводностью этих материалов (более чем в два раза) по сравнению с обожженными. Увеличенная теплопроводность способствует более интенсивному отводу тепла от поверхности трения пары, что обеспечивает необходимую износостойкость графитовой детали при больших скоростях скольжения.

Физико-механические характеристики

ХАРАКТЕРИСТИКА	ЕД. ИЗМ.	НАИМЕНОВАНИЕ МАТЕРИАЛА								
		Обожженные					Графитированные			
		АО-1500	АО-1500 CO5	АО-1500 Б83	АОП-1500 CO5	АОП-1500 Б83	АГ-1500	АГ-1500 Б83	АГ-1500 CO5	
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/(мК)	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	

ХАРАКТЕРИСТИКА	ЕД. ИЗМ.	НАИМЕНОВАНИЕ МАТЕРИАЛА						
		Обожженные			Графитированные			
		АО-600	АО-600-CO5	АО-600-Б83	АГ-600	АГ-600-Б83	АГ-600-CO5	
Допустимая удельная нагрузка, не более	кгс/см ²	20	40	45	15	45	40	
Допустимая рабочая скорость	м/с	10	15	10	20	20	25	
Допустимая рабочая температура,	Ок. Среда	°С	350	300	230	450	230	300
	В.и Н. Среда	°С	1400	300	230	2500	230	300
Плотность, не менее	г/см ³	1,65	2,3	2,3	1,7	2,3	2,3	
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	
Коэффициент теплопроводности при 290К (справочное)	Вт/(мК)	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	

Размер заготовок, мм

Марка графита	Диаметр		Длина	
	номинальный	допуск откл.	номинальная	допуск откл.
АГ-1500 (Б83 и CO5) АО-1500 (Б83 и CO5) АОП-1500 (Б83 и CO5)	60	±4	170	±30
	72	±5	170	±30
	120	±6	170	±30
	145	±8	170	±30
АГ-600 (Б83 и CO5) АО-600 (Б83 и CO5) АОП-600 (Б83 и CO5)	195	±8	170	±30
	235	±10	100	±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°С, влагосодержание менее 4 г/м³).

Для деталей из материала АФГМ рекомендуемый материал контртела сталь; предельно допустимое давление 15-20 кгс/см²; предельно допустимая скорость 5 м/с.

Допустимая рабочая температура при эксплуатации изделий из материала 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 ЗГП, 2ВМ4, 2ГП, ВУ, КР, ВТ и др.



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	160	160	155	110	95	62
Внутренний	175	175	140	80	100	75	60	60	35	-
Высота	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130

Допустимые отклонения по диаметрам: ±5.

Допустимые отклонения по высоте: ± 40.

Физико-механические и теплофизические характеристики

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

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

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

Для деталей из материала **АФГ-80ВС** рекомендуемый материал контртела — сталь, хромовое покрытие; предельно допустимое давление 10-15 кгс/см²; предельно-допустимая скорость 5 м/с.

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

Величина износа при предельно допустимых удельных давлениях и скоростях в условиях сухого трения на воздухе при комнатной температуре за 100 часов работы составляет не более 30 мкм.

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 ЗГП, 2ВМ4, 2ГП, ВУ, КР, ВТ и др.



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.

Допустимые отклонения по высоте: ± 40.

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°C), 10 ⁻⁵ 1/°, не более	
параллельно оси прессования	15.0
перпендикулярно оси прессования	6.0-12.0

**ГРАФИТОФТОРОПЛАСТОВЫЙ МАТЕРИАЛ
МАРКИ 7В-2А
(ТУ 48-20-150-89, ТУ 48-20-153-90)**

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.).

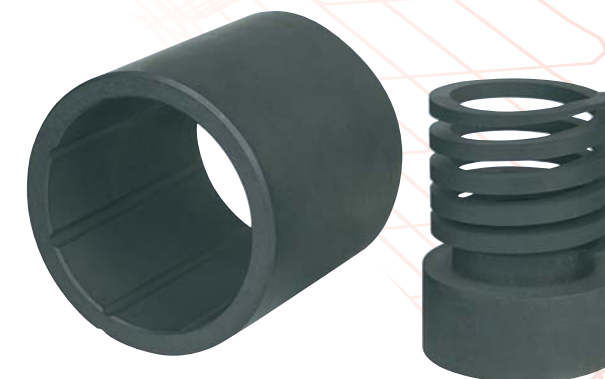
Для деталей из материала **7В-2А** рекомендуемый материал контртела — сталь, хромовое покрытие; предельно допустимое давление до 20 кгс/см²; предельно допустимая скорость 30 м/с.

Допустимая рабочая температура при эксплуатации изделий из материала **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), герметичных (типа БЭН, ЦГ, НЦГ), конденсатных (типа КсВ), в качестве материалов для подшипников скольжения.



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	160	160	155	110	95	62
Внутренний	175	175	140	80	100	75	60	60	35	-
Высота	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130

Допустимые отклонения по диаметрам: ±5.

Допустимые отклонения по высоте: + 40/-10.

Физико-механические и теплофизические характеристики

Плотность, кг/м³ (г/см³), не менее	1900(1.90)
Предел прочности при сжатии, МПа (кгс/см²), не менее	34.3 (350)
Температурный коэффициент линейного расширения в интервале температур 293-473 (20-200°C), 10 ⁻⁵ 1/К перпендикулярно оси прессования Coefficient of thermal expansion in the temperature range of 293 to 473K (20-200°C), 10 ⁻⁵ 1/K	1.3-2.5

ГРАФИТОФТОРОПЛАСТОВЫЙ МАТЕРИАЛ МАРКИ КВ (ТУ 48-4802-102-97)

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.

Применение:

- В циркуляционных насосах (типа ЦВЦ, ЦВ), артезианских (типа ЭЦВ, А 20А), герметичных (типа БЭН, ЦГ, НЦГ), химических (типа ХП, АХП, АХПО), конденсатных (типа КсВ) в качестве материалов для подшипников скольжения.



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 до $\varnothing 175/100: \pm 5$.

Допустимые отклонения по диаметрам до $\varnothing 325/260: \pm 8$.

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°C), 10 ⁻³ 1/град параллельно оси прессования	14

Графитофторпластовые антифрикционные материалы благодаря сочетанию ценных свойств графита и фторопласта-4 подобно углеродным материалам широко применяют в узлах трения различных машин, используемых во многих отраслях народного хозяйства: химической промышленности, судостроении, холодильной технике, различных отраслях машиностроения и других областях.

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

В материалах низкого наполнения содержание наполнителей составляет 20%, остальное – фторопласт-4. В качестве основного наполнителя в марках материалов низкого наполнения применяется искусственный графит. В состав наполнителей материала марки **КВ** входят комплекс твердых смазок (природный графит, нитрид бора и другие) и армирующие волокнистые добавки. Графитофторпластовый мате-

риал марки **АФГМ**, кроме фторопласта-4, содержит 35% искусственного графита и 15% двухсернистого молибдена. Основу графитофторпласта марки **7В-2А** составляет графит, связанный фторопластом-4.

Введение во фторопласт-4 различных неорганических наполнителей в виде порошков и волокон значительно улучшает прочностные и теплофизические характеристики материалов: увеличивается теплопроводность, твердость и механическая прочность при сжатии, уменьшается текучесть материала под действием нагрузки, термический коэффициент линейного расширения, увеличиваются износостойкость и значение нагрузочной характеристики, а также изменяются и другие свойства материала.

Графитофторпластовые материалы благодаря фторопласту-4 характеризуются высокой химической стойкостью.

Области применения антифрикционных материалов на основе углерода (типовые)

Машина	Элемент трения	Материал детали	Материал контртела	Рабочая среда	Нагрузка на деталь, кгс/см ²	Скорость скольжения, м/с	Рабочая температура, °С	Факт. Износ, мм/ч	Факт. Рабочий ресурс, ч
Насосы водяные системы охлаждения двигателей внутреннего сгорания	Уплотнения торцовые	АО-1500 СО5	40Х, 4Х13, чугун, металлокерамика, минералокаера-мика	Вода (пресная, морская) антифриз	1-2	До 7.0	+20÷+125	-	-
Сушилки	Вкладыши подшипников скольжения, уплотнения торцовые	АО-1500 АО-600	1Х18Н9Т	Воздух с примесью паров кислот, щелочей до 0,03%	2-3,5	0,2-2,0	+120÷+140	-	-
Насосы сжиженных газов	Вкладыши подшипников скольжения, уплотнения торцовые	АО-1500 СО5	1Х18Н9Т	Кислород, азот, аргон, фреон и другие сжиженные газы. Давление 1-2,5 МН/м (10-25 ат)	1-15	1,4-12,0	-30÷+40	-	-
Насосы центробежные	То же	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 (25 ат)	1-15	6,0-12,0	-30÷+400	-	-
Насосы центробежные погружные	Вкладыши подшипников скольжения	АГ-1500 Б83	Х17Н13М2Т	Смесь 40% водного раствора сульфата аммония с капролактомом и трихлорэтиленом	37	1,3	До +40	-	-
Авиационные топливные гидрососы	Уплотнения торцовые, сальниковые	АГ-1500-3, АГ-1500	40Х, 4Х13, 38ХА, 18Х2Н4ВА	Топливо, топливо дизельное, масло АМТ-10. Давление 0,2-0,4 МН/м (2-4 ат)	0,6-4	1,3-3,8	-50÷+100	-	-
Компрессоры фреоновые	Уплотнения торцовые	АГ-1500 Б83 АГ-1500 СО5	15Х	Фреон 12, Масло ХФ-12	2-16	0,9-7,0	+15÷+70	-	-
Компрессоры аммиачные	Уплотнения торцовые, кольца поршневые	АГ-1500 Б83, АГ-1500 СО5	15Х, чугун СЧ-18-36	Аммиак, масло веретенное АУ. Давление 0,4 МН/м (4 ат)	2-6	2,3-5,8	-35 ÷ +120	-	-
Электрошпиндели на аэродинамических опорах	Вкладыши подшипников скольжения и полпятники	АГ-1500 Б83, АГ-1500 БрС30, АГ-1500	Р18	Воздух	1	28,0-133,0	+20÷+60	-	-
Механизмы переключения, редукторы и стартеры двигателей	Уплотнения торцовые, шайбы тормозные, втулки и диски муфты сцепления	АГ-1500 СО5, АГ-1500	Сплав алюминия Д1Т, Д16, Х18Н9Т, 2ХВ, Х16Н6, 38ХА	Элетаз, масло, воздух	До 3	0,2-15,0	-60 ÷ +170	-	-
Насосы центробежные погружные	Вкладыши подшипников скольжения	АГ-1500 Б83	Х17Н13М2Т	Смесь 40% водного раствора сульфата аммония с капролактомом и трихлорэтиленом	37	1,3	До +40	-	-
Насосы центробежные	Вкладыши подшипников скольжения, уплотнения торцовые	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 (25 ат)	1-15	6,0-12,0	-30÷+400	-	-
Насосы центробежные	Уплотнения торцовые	АГ-1500 Б83	9ХН8 (HRC 50-56)	Воздух, возможное попадание молока и молочной жидкости	Вакуум 360 мм рт.ст.	4,76	+80-90	0,0008	2000
Насосы центробежные	Уплотнения торцовые	АГ-1500 Б83	Х18Н10Т	Вода, дивинил, нитрил, ацетон и т.д.	До 10	7,6	90	0,0007	4320
Насосы центробежные	Уплотнения торцовые	АГ-1500 Б83	Х18Н10ГТ	Дивинил, нитрил, ацетон, вода, суспензия полиэтилена в бензине, стирол	До 10	10,0 до 21	До +9100	0,0007	4320
Насосы центробежные	Уплотнения торцовые	АГ-1500 Б83	9Х18	Этилалцетат, этилспирт, ионы хлора	6	4-10	-4 ÷ +75	0,016	720
Насосы центробежные	Уплотнения торцовые	АГ-150 Б83	40Х	Дизельное топливо ДС, масло М20Г	2	1,75	45	0,0002	10000

Машина	Элемент грея	Материал детали	Материал крепежа	Материал контргреля	Рабочая среда	Нагрузка на деталь кгс/см ²	Скорость скольжения, м/с	Рабочая температура, °С	Факт. Износ, мм/ч	Факт. Рабочий ресурс, ч
Насосы центробежные	Уплотнения торцовые	АГ-1500 Б83	Твердый сплав	Твердый сплав	Жидкий аммиак 100%	20	10,6	+40	0,0005	8000
Насосы центробежные	Уплотнения торцовые	АГ-1500 Б83	Твердый сплав	Твердый сплав	Аммиак жидкий 80%, вода-20%	20	4,55	+50	0,0005	8000
Насосы центробежные	Уплотнения торцовые	АГ-1500 Б83	X18H10T	X18H10T	Сесепензия полиэтилена в бензине	1,5-2	6÷21	80	30%	4320
Насосы центробежные	Уплотнения торцовые	АГ-1500 Б83	Нержавеющая сталь	Нержавеющая сталь	Бензин (растворитель)	До 40 оти	14÷26	охлаждающая	-20%	4320
Насосы центробежные	Уплотнения торцовые	АГ-1500 СО5	40ХН с наплавкой релита	40ХН с наплавкой релита	Бензин, дизтопливо	40	20	-5 ÷ +50	0,004	1500-2800
Насосы центробежные	Уплотнения торцовые	АГ-1500 СО5	4Х13 (HRC 50÷55)4Х13	4Х13 (HRC 50÷55)4Х13	Крошка каучука в слабодислой воде, изо-пропил-бензол, альфаметилстирол	6	3,8	+100	0,002	720
Насосы центробежные	Уплотнения торцовые	АГ-1500 СО5	4Х13	4Х13	Щелочь-612% NaOH	25	10,5	+75	0,0091	1440
Насосы центробежные	Уплотнения торцовые	АГ-1500 СО5	4Х13	4Х13	СжижениеСжиженные углеводородауг-ледороды	25	14	+90	0,00005	2160
Насосы центробежные	Уплотнения торцовые	АГ-1500 СО5	4Х13	4Х13	Щелочь-12% NaHO	5	7,4	20	0,001	1440
Насосы центробежные	Уплотнения торцовые	АГ-1500 СО5	4Х13 HRC 50÷55	4Х13 HRC 50÷55	Изопропил-бензол	4	3,2	90	0,0013	720
Насосы центробежные	Уплотнения торцовые	АГ-1500 СО5	4Х13 HRC 50÷55	4Х13 HRC 50÷55	Альфаметилстирол	4	3,9	50-60	0,001	720
Насосы центробежные	Уплотнения торцовые	АГ-1500 СО5	9Х18	9Х18	Нефтьпродукты	До 20	—	До +250	-	2000
Насосы и сепараторы «Альфа-Лаваль»	Уплотнения торцовые	АГ-1500 СО5	сормайт	сормайт	Растительные масла, щелочь	10	25	110	-0,005	—
Насосы центробежные	Уплотнения торцовые	АГ-1500 СО5	X17H13M2T	X17H13M2T	Циклогексанокмил	1,5	Частота вр. 1500 об/мин	+85	-	3000-4000
Насосы центробежные	Уплотнения торцовые	АГ-1500 СО5	сСормайт	сСормайт	Нефть с $\gamma=0,85 \text{ г/см}^3$	До 40	3	+4÷25	0,01	1000-4000
Насосы центробежные	Уплотнения торцовые	АГ-1500	X18H10T	X18H10T	Стирол	10	Частота вр. 3000 об/мин	+30÷-100	-	720
Насосы центробежные	Уплотнения торцовые	АГ-1500	1Х17H13M2T	1Х17H13M2T	Циклогексан	До 16	Частота вр. 3000 об/мин.	До + 150	-	4320
Насосы центробежные	Торцовое уплотнение	АГ-1500 СО5	Сталь 40ХН с наплавкой релита	Сталь 40ХН с наплавкой релита	Бензин, дизтопливо (возможно присутствие механических примесей: глина, песок, окалина, ил, металлдр.включен.)	До 40	20	-5÷+50	0,004	2800
Насос центробежный	Торцовое уплотнение	АГ-1500 СО5	4Х13	4Х13	Сжиженные углеводороды	40	14	+90	0,00005	2160
Насос центробежный	Торцовое уплотнение	АГ-1500 СО5	4Х13 (HRC 50÷55)	4Х13 (HRC 50÷55)	Изопропилбензол	4	3,2	+90	0,0013	720
Насос центробежный	Торцовое уплотнение	АГ-1500 СО5	1Х18H9T	1Х18H9T	Реакционная масса 55%С ₆ Н ₆ +35% ИПБ	4,5	9,2	+60	0,001	1440
Насос центробежный	Торцовое уплотнение	АГ-1500 Б83	9Х18	9Х18	Этилцетат, этилспирт, ионы хлора, медноаммиачный раствор, алкогольат алюминия	6	От 4 до 10	-4 ÷ +75	0,016	720
Насосы и сепараторы «Альфа-Лаваль»	Уплотнения торцовые	АГ-1500 СО5	Сормайт	Сормайт	Растительные масла, щелочь	10	25	+110	0,005	-

Машина	Элемент грея	Материал детали	Материал крепежа	Материал контргреля	Рабочая среда	Нагрузка на деталь кгс/см ²	Скорость скольжения, м/с	Рабочая температура, °С	Факт. Износ, мм/ч	Факт. Рабочий ресурс, ч
Электрао насос	Правильческая пята подшипника скольжения	АГ-1500	Ст-45 ; 9Х18	Ст-45 ; 9Х18	Амины	16-18	—	До +350	-	720
Насосы центробежные	Уплотнения торцовые	АГ-1500	1Х17H13M2T	1Х17H13M2T	Циклогексан	До 16	3000 об/мин.	До 150	0,0003	4320
Центробежный электронасос	Радиальный подшипник скольжения	7В-2А	Х17H13M2T	Х17H13M2T	Пресная или морская вода солёностью	От2 до 42	2,21	-2 до +32	0,0003	10000-12000
Плунжерный насос жидкого кислорода высокого давления	Плунжерная пара	7В-2А	38ХМЮА HRC 48-50	38ХМЮА HRC 48-50	Жидкий кислород или азот	165	До 0,5	-183; -196	-	2800
Насос ротационный для автоматического контроля воздуха	Уплотнительные пластины	7В-2А	Х18H9T	Х18H9T	Воздух	500мм болн. ст.	3	+50°С -50°С	Износ пластин за 1000час. - 0,0019	Отработ. 300час.
Водяной насос	Торцовое уплотнение	КВ	9Х18	9Х18	Морская или пресная вода	1,8 1-2	5	35/75 35	0,2-0,3мм на 1000час	1500-2800
Центробежные насосы	Торцовое уплотнение	АГ-1500 СО5	Сталь 40ХН с наплавкой релита	Сталь 40ХН с наплавкой релита	Бензин, дизтопливо (возможно присутствие механических примесей: глина, песок, окалина, ил, металлдр.включен.)	До 40	20	От -5 до +50	0,004	1500-2800
Центробежный насос	Торцовое уплотнение	АГ-1500 СО5	4Х13	4Х13	Сжиженные углеводород	40	14	90	0,00005	2160
Центробежный насос	Торцовое уплотнение	АГ-1500 СО5	4Х13	4Х13	Щелочь-12% NaOH	5	7,4	20	0,00104	1440
Насос вихревой	Торцовое уплотнение	АГ-150 СО5	4Х13 HRC 50÷55	4Х13 HRC 50÷55	изопропилбензол	4	3,2	90	0,0013	720
Насосные станции	Торцовое уплотнение	АГ-1500 СО5	3Х13 (HRC 48÷52)	3Х13 (HRC 48÷52)	Крошка каучука в слабодислой воде	6	3,8	100	0,002	720
Центробежный электронасос	Радиальный подшипник скольжения	7В-2А	Х17H13M2T	Х17H13M2T	Вола	1,6÷ 3,8	4,6-7,5	От+ 4 ÷до 40	-	600
Насос молочный	Торцовое уплотнение	АГ-1500 Б83	9ХН8 (HRC 50÷56)	9ХН8 (HRC 50÷56)	Пресная или морская вода солёностью до 3500 Б	От 2 до 42	2,24	От-2 до +32	-	10000-12000
Насос центробежный	Торцовое уплотнение	АГ-1500 Б83	9Х18	9Х18	Молоко, моющая жидкость, вода	Вакуум 360 мм рт. Ст.	4,5	80+90	-	Около 2000
Центробежные насосы	Торцовое уплотнение	АГ-1500 Б83	Х18H10T	Х18H10T	Этилцетат, этилспирт, ионы хлора, медноаммиачный раствор, алкогольат алюминия	6	От 4 до 10	-4 до +75	0,016	720
Центробежные насосы	Торцовое уплотнение	АГ-1500 Б83	Х18H10T	Х18H10T	Дивинил, нитрил, ацетон, вода	До 10	10	До 90	2,5-3,0 мм за ресурс	4320
Магистральные центробежные нефтяные насосы	Торцовое уплотнение	АО-1500 СО5	Сормайт для АО-1500 СО5	Сталь Х18H10T	Вола, дивинил, нитрил, ацетон и т.п.	До 10	2900 об/мин.	До 90	2,5-3мм на ресурс	4320
Реверсивный топливоподающий насос	Торцовое уплотнение	АГ-1500 Б83	40Х	40Х	Нефть $\gamma=0,85 \text{ г/см}^3$ (механические примесей - песок и др.)	До 40	3	От +4÷25 до +25	-	1000-4000
Насос центробежный	Торцовое уплотнение	АГ-1500 СО5	1Х18H9T	1Х18H9T	Дизельные топливо ДС, масло М20Г	2	1,75	+45	0,0002	10000
Холодильный фреоновый турбокомпрессор	Торцовое уплотнение	АГ-1500 Б83	-	1Х18H9T	Реакционная масса 55%С ₆ Н ₆ +35% ИПБ	4,5	9,2	60	0,001	1440
Винтовой газовый компрессор	Торцовое уплотнение	АГ-1500 Б83	-	-	Масло турбинное в смеси с фреоном-12 или -134а	16	-	+80	-	3000
Центробежный и винтовой компрессор	Торцовое уплотнение	АГ-1500 Б83	-	-	Попутный нефтяной газ	7	-	+80	-	5000
Центробежный и винтовой компрессор	Торцовое уплотнение	АГ-1500 Б83	-	-	Минеральные масла, углеводороды, газ с содержанием Н ₂ S ≤6%	6,4	До 100	-20÷+100	-	10000

Машина	Элемент трения	Материал детали	Материал контртела	Рабочая среда	Нагрузка на деталь кг/см ²	Скорость скольжения, м/с	Рабочая температура, °С	Факт. Износ, мм/ч	Факт. Рабочий ресурс, ч
Водяной насос джеля	Торцовое уплотнение	АОП-1500 СО5	Напыленная на стальной диск минералокерамика	Вода с 1,5% раствора эмульсола Э-1 (А) или Э-2 (Б); низкозамораживающая жидкость марок 40 и 65	2	6,5	+125	0,3	5000
Центробежный электронасос	Радиальный подшипник скольжения	7В-2А	X17H13M2T	Пресная или морская вода	От 2 до 42	2,24	-2 ÷ +32	-	12000
Плунжерный насос жидкого клапана высокого давления	Плунжерная пара	7В-2А	38ХЮА (HRC 48-50)	Жидкий кислород или азот	165	До 0,5	-183, -196	-	До 2800
Центробежный электронасос	Радиальный подшипник скольжения	7В-2А	X17H13M2T	Пресная или морская вода	От 2 до 42	2,24	От -2 до +32	-	10000-12000
Центробежный электронасос	Радиальный подшипник скольжения	7В-2А	X17H13M2T	Пресная или морская вода	От 2 до 42	2,21	-2 ÷ +32	0,0003	12000
Плунжерный насос жидкого клапана высокого давления	Плунжерная пара	7В-2А	38ХМЮА (HRC 48-50)	Жидкий кислород или азот	165	До 0,5	-183 ÷ 196	-	2800
Насос ротационный для автоматического контроля воздуха	Уплотнительные пластины	7В-2А	X18H9T	Воздух	500 мм рт.ст.	3	-50 ÷ +50	0,0019	1000
Водяной центробежный насос	Торцовое уплотнение	КВ	9Х18	Вода морская или пресная с антикоррозионной присадкой ВНИИ НП-117	1,8	5	+35 ÷ 75	-	Обработано 300 час, потрещинный 7000 час-
Агрегат электронасосный скважинный	Упорный подшипник 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	Упорный подшипник скольжения	КВ	95Х18	Вода с минерализацией 1500-4500 мг/л с содержанием мех. Примесей ≤ 0,01 %	-	-	+70	0,5	10500
Водяной насос	Торцовое уплотнение	КВ	9Х18	Морская или пресная вода	1,8 ÷ 2	5	+35 ÷ 75	0,2	1000
Водяной насос дизеля	Торцовое уплотнение	АОП-1500 СО5	Напыленная на стальной диск минералокерамика	Вода с 1,5% раствора эмульсола Э-1 (А) или Э-2 (Б); низкозамораживающая жидкость марок 40 и 65	2	6,5	125	0,3	5000
Центробежный насос	Торцовое уплотнение	АПГ-Б83	Сталь-сормайт (1,5-2)	Сжиженный газ пропан, бутан, пентон, изопентон	От 6 до 60	10	От -30 до +350	-	4-6 месяцев

Источники:

1. Рогойлин М.И., Чалых Е.Ф. «Справочник по углеграфитовым материалам». Л., «Химия», 1974.
2. Справочник под редакцией 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 СО5
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, Entouziastov Chosse, Moscow, Russia
tel.(095) 777-42-42, 258-90-33
176-05-96, 176-18-07
786-30-18, 786-30-19
fax: (095) 777-42-52
E-mail: sales@graphitel.ru
<http://www.graphitel.ru>
<http://www.graphitel.com>

111123, г. Москва, ш. Энтузиастов, 31
тел.(095) 777-42-42, 258-90-33
176-05-96, 176-18-07
786-30-18, 786-30-19
факс: (095) 777-42-52
E-mail: sales@graphitel.ru
<http://www.graphitel.ru>
<http://www.graphitel.com>