

## Материал УГКМ

Заготовки и детали из углеволокнистого графитового композиционного материала (УГКМ) марок «УГКМ-MD, УГКМ-HD» ТУ 1916-011-94812603-2015.

**Назначение:** детали из заготовок материала УГКМ предназначаются для работы в жестких условиях эксплуатации (при высоких температурах), могут быть использованы взамен деталей из углерод-углеродных композиционных материалов и конструкционных графитов.



**Размеры:** заготовки поставляются механически обработанными в виде цилиндра диаметром до 230 мм и высотой до 400 мм с центральным технологическим отверстием диаметром 6...7,5 мм, диаметром до 110 мм и высотой до 800 мм без центрального технологического отверстия.

### Физико-механические показатели продукции:

Наименование показателя	Норма требований для марки	
	УГКМ-MD	УГКМ-HD
1. Кажущаяся плотность, $\rho$ , кг/м <sup>3</sup> (г/см <sup>3</sup> ), не менее	1700 (1,70)	1850 (1,85)
2. Разрушающее напряжение при изгибе, $\sigma$ изг., МПа (кгс/см <sup>2</sup> ), не менее	35,0 (356,90)	35,0 (356,90)
3. Разрушающее напряжение при сжатии, $\sigma$ сж., МПа (кгс/см <sup>2</sup> ), не менее	100,0 (1019,72)	140,0 (1421,60)
4. Пористость, П, (открытая), %, не более	10,0	5,0

Примечание: показатель 4 определяется факультативно.

Углеродный композиционный материал марки УГКМ разрабатывается ООО «ЗУКМ» в рамках проведения внутренних НИР. УГКМ представляет собой углерод-углеродный композиционный материал на основе пироуглеродной матрицы с использованием в качестве наполнителя графитовой стружки определенного фракционного состава и дискретного углеродного волокна (при необходимости).

Получаемый материал по многим физико-механическим показателям превосходит все традиционные марки графитов. Изменяя тип и фракционный состав наполнителей композита можно в широкой степени варьировать свойствами конечного продукта, добиваясь, например, низкой проницаемости материала по отношению к жидкостям и газам, повышенной стойкости к расплавам металлов. По-нашему мнению, материал УГКМ может с успехом заменить графиты в ответственных узлах различных изделий.

Ниже приводятся требования технических условий к материалу УГКМ в сравнении с требованиями, предъявляемыми к графиту МПГ-7/1С.

Материал	Марка	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Разрушающее напряжение при сжатии, МПа	Разрушающее напряжение при изгибе, МПа
УГКМ по ТУ 1916-011-94812603-2015	УГКМ-HD	Не менее 1,85	Не менее 140,0	Не менее 35,0
	УГКМ-MD	Не менее 1,70	Не менее 100,0	Не менее 35,0
МПГ-7/1С по ТУ 1915-004-07507216-05	—	Не менее 1,80	Не менее 85,2	Не менее 29,6

Показатель «общая зольность» для материала УГКМ не нормируется. Разовые определения этого показателя на уровне 0,1%.

Показатель «УЭС» для материала УГКМ не нормируется. Разовые определения этого показателя на уровне 20 Ом\*мм<sup>2</sup>/м.

Получены несколько положительных отзывов о материале УГКМ. В частности, вкладыш 95Я6.02.01.009 из материала УГКМ прошел успешные огневые испытания в ОАО «КБП им. академика А.Г. Шипунова». Опытный образец вкладыша из материала УГКМ, изготовленный для АО «НПК «КБМ», отработал без замечаний в составе комбинированной двигательной установки изделия 300 на стенде ФГУП «ЦИАМ им. П.И. Баранова», изделие «сектор» из материала УГКМ показало положительный результат при проведении статических испытаний в ООО «ТОЗ «ПЛАСТИК».

В случае определения нашего предприятия поставщиком, мы готовы совместно доработать материал УГКМ до требуемых параметров вашего предприятия, а также готовы предоставить в качестве опытно-экспериментальной партии образцы изделий.

## Материал УУКМ (типа КИМФ)



Композиционный углерод-углеродный материал на основе трехмерного каркаса с соотношением нитей по осям X:Y:Z соответственно 2:2:1, насыщенного пироуглеродом из газовой фазы.

Насыщение пироуглеродом в среде пиролизного природного газа производится термоградентным методом. В настоящее время завод выпускает заготовки: цилиндры 250×320 мм и бруски с размерами 145×145×225 мм, но, материал плетется на каркасе, поэтому в центре всех заготовок есть отверстие 6мм. Из вышеперечисленных заготовок производятся изделия по чертежам заказчиков. Механическая обработка материала: точение, сверление, фрезерование, шлифование производятся с использованием твердосплавного и алмазного инструмента.

Материал УУКМ типа КИМФ обладает уникальными прочностными свойствами, высокой ударной вязкостью, высокими абляционными свойствами, а также упруготно-прочностными и теплофизическими показателями, и имеет следующие средние значения физико-механических показателей:

Объемная (кажущаяся) плотность, не менее, г/см <sup>3</sup>	1,7 г/см <sup>3</sup> (фактическая не менее 1,78 г/см <sup>3</sup> )
Разрушающее напряжение кгс/см <sup>2</sup> при сжатии по осям армирования X (Y), не менее	1200 (фактически не менее 1700)
Разрушающее напряжение кгс/см <sup>2</sup> при растяжении по осям армирования X (Y), не менее	240 (фактически не менее 600)
Разрушающее напряжение при срезе, МПа, не менее	24,5
Разрушающее напряжение при изгибе, Мпа, не менее	88,2
Коэффициент теплопроводности (при температуре 50°С), ккал\м*час. град	7
Модуль упругости при сжатии по осям армирования X (Y), МПа, не более	2,45*10 <sup>4</sup>
Пористость материала, %	≈8,7
Ударная вязкость, КДж/м <sup>2</sup>	≈10
Удельное электросопротивление, Ом*мм <sup>2</sup> /м	30

Используя имеющиеся на заводе технологии, в настоящее время мы можем проводить работы по силицированию углерод-углеродных композиционных материалов, которые, в отличие от известных силицированных графитов, отличаются высокой ударной вязкостью.

## Углеродный жгут ВМН-4

Углеродный жгут ВМН-4 используется в качестве армирующего наполнителя в композиционных материалах специального назначения. Углеродный жгут изготавливается на основе комплексных полиакрилонитрильных нитей.

Оптимальное сочетание модуля упругости и прочности жгута позволяют его использовать для армирования композиционных материалов с матрицей из пироуглерода и синтетических смол. Высокая стабильность значений эффективной температуры обработки жгута по всей длине позволяет избежать значительных механических напряжений в композите при его высокотемпературном нагреве.



### Основные технические характеристики:

Линейная плотность жгута	350±50 текс
Разрывная нагрузка, не менее	4,6 кгс
Предел прочности при изгибе в пластике, не менее	1078 МПа
Модуль упругости при изгибе в пластике, не менее	127,4 МПа
Динамический модуль упругости, не менее	225 ГПа
Эффективная температура обработки жгута, не менее	1900 С
Объёмная плотность, не менее	1,68 г/см <sup>3</sup>

## Углеродный жгут ВМН-4ПКТ (для УУКМ)

Разрывная нагрузка, не менее	4,0 кгс
Удельный динамический модуль упругости, не менее	11800 км
Тип аппрета	эпоксисовместимый
Содержание аппрета	по согласованию с потребителем
Объёмная плотность, не менее	1,68 г/см <sup>3</sup>
Крутка, не более	15 кр/м
Линейная плотность	400±40 текс

## Дискретные углеродные волокна

### Рубленное углеродное волокно марки РУВ

Дискретное УВ полученное путем рубки непрерывного УВ\* на специальном станке с режущим барабаном. Шаг расстановки лезвий режущего барабана определяет длину реза УВ (2, 5, 7, 10 и т.д. При необходимости возможно изготовление режущего барабана с др. шагом расстановки лезвий).



### Измельченное углеродное волокно ИП

Представляет собой состав различных по длине элементарных волокон, от нескольких микрон до нескольких сантиметров, полученное путем непрерывного измельчения углеволокнистого материала (МУВ)\*\* на измельчителе пластика. Размер ячейки (3; 6; 14; 20 мм) перфорированной решетки, установленной на выходе из измельчителя, условно определяет дискретность измельченного УВ. Путем проведения повторного измельчения достигается более однородное и узкое, по фракционному составу, измельчение.



### Молотое углеродное волокно УВШМ-4

Дискретное УВ полученное путем помола в шаровой мельнице углеволокнистого материала (МУВ)\*\* предварительно подвергнутого измельчению. Размер элементарных волокон от 2 до 200 мкм, преимущественный 50-60 мкм.



### Мелкорезанное углеродное волокно марки УЖП по ТУ 1916-002-94812603-2009

Дискретное углеродное волокно специального назначения, разрабатывалось и применяется для нужд бумажной промышленности. Имеет длину реза в пределах  $10 \pm 5$  мм. Удельное объемное электрическое сопротивление  $0,005-0,0125$  Ом\*см. Объемная и линейная плотность исходного углеродного жгута, соответственно –  $1,71$  г/см<sup>3</sup> (не менее) и  $750 \pm 50$  текс.

### Углеродная фибра для спец. покрытий и компаундов марки РУВ-2 по СТО 94812603-032-2016 (ТУ)

Дискретное углеродное волокно специального назначения разрабатывалось и применяется в качестве добавки для наливных полов, сухих строительных смесей, ячеистых бетонов. Имеет длину реза в пределах  $2 \pm 0,5$  мм. Удельное объемное электрическое сопротивление, не более  $0,0125$  Ом\*см. Объемная плотность исходного углеродного жгута –  $1,65$  г/см<sup>3</sup>. Предел прочности при растяжении элементарного волокна, не менее  $2,0$  ГПа.

\* Непрерывное углеродное волокно, серийно выпускаемое отечественными (ЮМТ; УЖП) и импортными производителями. Может быть модифицировано для получения требуемых свойств.

\*\* Материал углеволокнистый (МУВ) представляет собой спутанные отрезки УВ различной длины имеющие нестабильные физико-механические свойства относительно непрерывных УВ. МУВ принято квалифицировать по плотности: МУВ-ЛР:  $1,65-1,80$  г/см<sup>3</sup> и МУВ-УР:  $1,75-2,00$  г/см<sup>3</sup>. Элементарные волокна МУВ-ЛР обладают большей прочностью в сравнении с МУВ-УР, но меньшим динамическим модулем упругости.