



Отвердители эпоксидных смол нашли широкое применение в различных сферах хозяйственной деятельности человека. Отвердитель — это химический состав, используемый для отверждения лакокрасочных изделий, клеев и др. материалов на основе эпоксидных смол. В результате смешения эпоксидной смолы и отвердителя получается готовая к применению эпоксидная смесь. Отвердитель взаимодействует с основным компонентом смеси — эпоксидной смолой при нормальных условиях и при повышенной температуре.

К отвердителям эпоксидных смол относится огромное количество различных веществ. В результате смешения основного компонента с отвердителем, эпоксидная смола необратимо затвердевает и приобретает новые физико-химические свойства. Наиболее популярным и востребованным отвердителем в настоящее время является полиэтиленполиамин. Отвердитель ПЭПА представляет собой состав, включающий определенное количество этиленовых полиаминов, от диэтилентриамина до гексаэтиленгептамина и их пиперазинсодержащих аналогов.

Полиэтиленполиамин ПЭПА представляет собой маслянистую жидкость светло-желтого или бурого цвета. Его легко отличить по специфическому запаху. ПЭПА полностью растворяется в воде и в спирте, не оставляя никакого осадка. Отвердитель активно поглощает влагу из воздуха, поэтому хранить полиэтиленполиамин следует в герметичной таре. В качестве заменителя ПЭПА может быть применен отвердитель для эпоксидной смолы ТЭТА. В процессе применения эпоксидная смола смешивается с отвердителем в пропорциях, оговоренных в сопроводительной инструкции.

Отвердитель полиэтиленполиамин ПЭПА — это вещество, относящееся к 3 классу опасности, поэтому очень важно соблюсти требования транспортировки и применять штатную транспортировочную тару. В промышленных масштабах отвердитель для эпоксидной смолы транспортируется и реализуется в следующих типах тары:

Офис в Москве: +7 495 790 14 52, +7 495 149 86 99 (доб. 7641, 5054, 9874, 5566, 3547), +7 499 558 38 29, dann-25@bk.ru Отдел логистики: +7 495 149-86-99  
Офис в Санкт-Петербурге: +7 812 317 28 28, +7 812 317 28 88, masla.kondor@yandex.ru - по вопросам приобретения масел, смазок, смазочных материалов и подбора аналогов



в железнодорожных цистернах;

в стальных бочках;

в полиэтиленовых бочках;

в канистрах и других пластиковых емкостях.

Следует отметить, что пластиковые емкости особенно удобны при работе с эпоксидными смесями.

#### [Отвердители эпоксидных смол УП](#)

Для отверждения эпоксидных смол применяются соединения двух типов:

- Отвердители горячего типа: для протекания реакции отверждения требуется повышенная температура 100-200°C.
- Отвердители холодного типа (аминные): отверждение происходит при нормальной температуре или небольшом нагреве (70-80 °C).
- Отвердители холодного отверждения эпоксидных смол



К этому типу относятся различные амины (полиэтиленполиамин, триэтилентетрамин, гексаметилендиамин, метафенилендиамин).

Аминные отвердители эпоксидных смол реагируют с раскрытием эпоксигруппы и образованием гидроксила, а затем образуют более сложные пространственные полимеры. Реакция с эпоксидной смолой протекает довольно активно, поэтому добавление отвердителя должно производиться незадолго до употребления смолы.

Чем больше в смоле эпоксидных групп, тем больше образуется полимерных связей, которые будут создавать пластичный полимер.

**Триэтилентетрамин (ТЭТА)** - представляет собой прозрачную низковязкую жидкость, достаточно едкую, с резким запахом. Согласно сертификатам анализа, массовая доля собственно ТЭТА в продукте составляет не менее 96%.

Масса триэтилентетрамина для отверждения 100 граммов эпоксидной смолы ЭД-20 (21% эпоксидных групп) следует выбирать в интервале от 9 до 11 граммов.

Офис в Москве: +7 495 790 14 52, +7 495 149 86 99 (доб. 7641, 5054, 9874, 5566, 3547), +7 499 558 38 29, dann-25@bk.ru Отдел логистики: +7 495 149-86-99  
Офис в Санкт-Петербурге: +7 812 317 28 28, +7 812 317 28 88, masla.kondor@yandex.ru - по вопросам приобретения масел, смазок, смазочных материалов и подбора аналогов



Рекомендуемый режим отверждения композиции, имеющей в своем составе 100 грамм ЭД-20 и 10 граммов ТЭТА:

- обычно: 24 часа при температуре 20-25°C
- для улучшения физико-механических свойств: 24 часа при температуре 20-25°C и дополнительно 5 часов при температуре 80°C

При использовании ТЭТА очень важно точно соблюдать технологию. Доотверждение как правило происходит только при повышенных температурах, при комнатной температуре поверхность изделия часто остается липкой. Но в случае успешного отверждения с использованием ТЭТА, изделие будет обладать большей механической прочностью, однородностью свойств, прозрачностью, химической чистотой, чем при использовании ПЭПА.

### **Полиэтиленполиамин (ПЭПА).**

Масса полиэтилениполиами́на для отверждения 100 граммов эпоксидной смолы ЭД-20 (21% эпоксидных групп) следует выбирать в интервале от 10 до 15,75 граммов (оптимально 13,7 грамм). Рекомендуемый режим отверждения композиции, имеющей в своем составе 100 массовых частей ЭД-20 и 10 частей ПЭПА:

обычно: 24 часа при температуре 20-25°C

для улучшения физико-механических свойств: 24 часа при температуре 20-25°C и дополнительно 5 часов при температуре 80°C

Полиэтиленполиамин (ПЭПА) проще в работе, он хорошо работает при комнатных температурах.

С применением ПЭПА нельзя получить прозрачное изделие.

Согласно ТУ, получаемый в промышленности, полиэтилениполиамин содержит 65-75% процентов кубового остатка (примеси), который остается в готовом изделии. Поэтому не рекомендуется использовать ПЭПА в случае, если готовое изделие предназначается для бытового использования, контактирования с пищей или водой.

Офис в Москве: +7 495 790 14 52, +7 495 149 86 99 (доб. 7641, 5054, 9874, 5566, 3547), +7 499 558 38 29, dann-25@bk.ru Отдел логистики: +7 495 149-86-99  
Офис в Санкт-Петербурге: +7 812 317 28 28, +7 812 317 28 88, masla.kondor@yandex.ru - по вопросам приобретения масел, смазок, смазочных материалов и подбора аналогов



## Отвердители эпоксидных смол горячего типа

Реакция проходит с раскрытием эпоксигруппы и образованием сначала гидроксильной группы, а затем эфирной группы, то есть происходит процесс этерификации смолы и образования трехмерного полимера.

Горячее отверждение эпоксидных смол с мол.массой менее 1000

Для горячего отверждения эпоксидных смол (молекулярная масса менее 1000) применяют обычно ароматические ди- и полиамины (м-фенилендиамин, 4,4-диаминодифенилметан, продукты конденсации анилина с формальдегидом, эвтектической смеси ароматических полиаминов).

Процесс проводится при температуре 100—180 °С в течение 16—4 ч; массовое соотношение эпоксидная смола : амин составляет обычно 100 : (15-50).

Продукты отличаются тепло- и химстойкостью, повышенной механической прочностью.

**Применяется:** в составе связующих для армированных пластиков и пресспорошков.

Применение ангидридов дикарбоновых кислот для отверждения эпоксидных смол

Для горячего отверждения эпоксидных смол применяют ангидриды дикарбоновых кислот, например фталевый, метилтетрагидрофталеый, гексагидрофталеый, малеиновый, эндометилтетрагидрофталеый, метиленидиновый.

В реакции ангидридов дикарбоновых кислот с эпоксидной смолой первой стадией является раскрытие ангидридного кольца с образованием карбоксильной группы и моноэфира. Далее происходит взаимодействие образовавшегося моноэфира с эпоксидной группой и последовательное увеличение цепи.

Процесс протекает при температуре 120—180°С в течение 24—12 ч. обычно в присутствии 0,1-2% катализатора отверждения, например диметилбензиламина, триэтаноламина, диметиланилина или 2,4,6-трис (диметиламинометил) фенола.

Соотношение ангидридных и эпоксидных групп близко к 1 при наличии катализатора и составляет около 0,8 , если он отсутствует. Обычно же ангидрид



берут в количестве 50—100% от массы смолы.

Продукты имеют хорошие диэлектрические свойства, термо- и влагостойкость.

Процесс с ангидридными отвердителями применяют в основном для получения электроизоляционных компаундов и как связующие для армированных пластиков.

Отверждение смол с мол.массой более 1000

Для горячего отверждения эпоксидных смол (молекулярная масса больше 1000) применяют синтетические смолы — феноло-формальдегидные (резольные и новолачные), мочевино- и меламино-формальдегидные в количестве обычно 25-75% от массы эпоксидной смолы; температура отверждения 150-210°C, продолжительность от 12 ч до 10 мин.

Используется в составе ЛКМ, клеев и т.п.

Для этих же назначений в качестве отвердителей эпоксидных смол применяют мономерные и олигомерные изоцианаты, содержащие не менее двух изоцианатных групп в молекуле, элементорганические мономеры и олигомеры, содержащие алкокси группы (например, тетраэтоксисилан, полибутилтитанат).

#### Техническая консультация

Отвердитель	Формула	Внешний вид	Молекулярная масса	Плотность	Температура плавления	Область применения
-------------	---------	-------------	--------------------	-----------	-----------------------	--------------------



Малеиновый ангидрид	$C_4H_2O_3$	Бесцветный или белый кристаллический порошок	98,06		51-53	Для изготовления пропиточных и заливочных компаундов горячего отверждения
Фталевый ангидрид	$C_8H_4O_3$	Чешуйки и порошок белого, бледно-желтого или бледно-розового цвета	148,11		130	Для изготовления заливочных компаундов горячего отверждения
Дициандиамида	$C_2H_4N_4$	Белый или светло-серый кристаллический порошок	84,08		208-211	Для изготовления эпоксидных клеев горячего отверждения
Триэтаноламин	$(OHCH_2CH_2)_3N$ или $C_6H_{15}NO_3$	Прозрачная вязкая жидкость от желтого до коричневого оттенка	149,19	1,1-1,2		Как ускоритель полимеризации компаундов горячего отверждения
<a href="#">Метафенилендиамин (МФДА)</a>	$C_6H_8N_2/C_6H_4(NH_2)_2$	Бесцветные слабоокрашенные кристаллы	108,14		63-64	Для изготовления пропиточных, заливочных и обмазочных компаундов холодного отверждения



Гексаметилендиамин	$C_6H_{16}N_2$	Белый кристаллический порошок	116,2		39	Для изготовления компаундов холодного отверждения
Триэтилентетрамин		Прозрачная низковязкая жидкость, достаточно едкая, с резким запахом	146,24	0,98	$T_{кип} = 277$	Для изготовления компаундов холодного отверждения
Полиэтиленполиамин		Маслянистая жидкость от светло-желтого до темно-бурого	230-250	1,017	$T_{кип} > 350$	Для изготовления компаундов холодного отверждения

**ОТВЕРДИТЕЛЬ А-39 МАРКИ А****Отвердитель finalin harter-5**



Отвердители для эпоксидных смол

По вопросам приобретения **отвердителей для эпоксидных смол** и получения подробной консультации по свойствам продукции, условиям поставки и заключению договора просим Вас обратиться к менеджерам:

Офис в Москве: +7 495 790 14 52, +7 495 149 86 99 (доб. 7641, 5054, 9874, 5566, 3547), +7 499 558 38 29, dann-25@bk.ru Отдел логистики: +7 495 149-86-99  
Офис в Санкт-Петербурге: +7 812 317 28 28, +7 812 317 28 88, masla.kondor@yandex.ru - по вопросам приобретения масел, смазок, смазочных материалов и подбора аналогов