



## Органические пероксиды для коррозионно-стойких смол

### 1. Введение

Винилэфирные смолы достаточно часто используются в композитной отрасли. Эти смолы часто используют для производства труб, резервуаров и соединительных труб для химической промышленности. Винилэфирные смолы также используются в качестве барьерного покрытия в судостроении.

На рынке представлено множество различных типов винилэфирных смол, например, эпоксидные, новолачные, фумаратные, модифицированные каучуком винилэфирные смолы. Для каждой из них требуется своя система отверждения, и в целом, эти винилэфирные смолы сложнее отвердить, чем ненасыщенные полиэфирные смолы. Таким образом, еще большую важность приобретает вопрос выбора правильного инициатора.

В данной брошюре представлен обзор инициаторов, которые можно использовать для отверждения винилэфирных смол при комнатной и при повышенной температурах.

### 2. Системы отверждения (Инициаторы)

#### 2.1. Выбор системы отверждения (Инициаторы)

При выборе системы отверждения для винилэфирных смол, во-первых, необходимо знать следующее:

- ▲ Тип и реактивность винилэфирной смолы
- ▲ Система ускорителей и содержание
- ▲ Толщина изделия
- ▲ Температура отверждения
- ▲ Требуемое время гелеобразования и отверждения
- ▲ Содержание стекломатериалов
- ▲ Содержание наполнителя (если используется)
- ▲ Требуемые физические и механические свойства готового изделия.

Во-вторых, система отверждения должна обеспечивать наилучшее возможное отверждение. И все же, зачастую необходимо пост-отверждение. Разбавители должны быть растворимы в смоле, и поэтому следует использовать инициатор с низким содержанием воды и соли, и не содержащий гликоль. Вода, соль и гликоль могут влиять на осмос.

Один из феноменов, часто наблюдаемых при использовании стандартного МЭКП для отверждения винилэфирных смол, — это газообразование или вспенивание. Это вызывается нежелательным разложением свободного пероксида водорода на воду и газообразный кислород, что приводит к вспениванию. Поэтому следует всегда использовать МЭКП с низким содержанием пероксида водорода, такой как наш NOROX MEKP-925H.

Активные компоненты МЭКП, влияющие на отверждение винилэфирных смол (стандартных бисфенольных и новолачных эпокси-винилэфирных смол), приведены в таблице ниже:

	Ненасыщенные полиэфирные	Винилэфирные
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Время гелеобразования	Газообразование
Мономер МЭКП	Гелеобразование и отверждение	Некоторое влияние на гелеобразование и отверждение + газообразование
Димер МЭКП	Отверждение и степень отверждения	Важнее всего для гелеобразования, отверждения и степени отверждения
Тример МЭКП	Отверждение и степень отверждения	Отверждение

#### 2.2. Инициаторы для холодного отверждения винилэфирных смол

Среди инициаторов холодного отверждения метилэтилкетонпероксиды (МЭКП) с низким

содержанием пероксида водорода — самые распространенные. Чтобы полностью устранить газообразование, можно использовать гидропероксид кумола (ГПК). Для отверждения толстых ламинатов можно использовать смесь МЭКП и гидропероксида кумола. В таблице ниже приведен обзор инициаторов отверждения винилэфирных смол при комнатной температуре:

Инициатор	Тип инициатора	Характеристики отверждения
<b>NOROX MEKP-925H</b>	МЭКП	МЭКП для винилэфиров
<b>ANDONOX CHM-50</b>	ГПК	ГПК с ускорителем для быстрого отверждения некоторых винилэфирных смол без вспенивания
<b>ANDONOX CHM-30</b>	ГПК	ГПК с ускорителем для быстрого отверждения некоторых винилэфирных смол без вспенивания. Маркировка о токсичности отсутствует
<b>NOROX MCP-75</b>	Смесь на основе МЭКП	МЭКП с низким пиком экзотермы, дольше время гелеобразования и отверждения по ср. с MEKP-925H. Хорошее отверждение как в тонких, так и в толстых участках.
<b>NOROX MCP</b>	Смесь на основе МЭКП	МЭКП с низким пиком экзотермы, дольше время гелеобразования и отверждения по ср. с MCP-75. Хорошее отверждение как в тонких, так и в толстых участках.
<b>NOROX HDP-75</b>	Смесь на основе МЭКП	Ниже пик экзотермы, дольше время гелеобразования и отверждения по ср. с MEKP-925H, но быстрее отверждение, чем с MCP-75, лучше смачивание. Хорошее конечное отверждение, зачастую лучше, чем со стандартным МЭКП, как в тонких, так и в толстых участках

### 2.3. Инициаторы для отверждения при повышенной температуре, для филаментной намотки

МЭКП может быть также использован при повышенных температурах. Для ускоренного, улучшенного и более эффективного отверждения часто используют смеси МЭКП и трет-бутилпероксибензоата (ТБПБ).

В таблице ниже представлен обзор инициаторов для отверждения винилэфирных смол при повышенной температуре.

Инициатор	Тип инициатора	Характеристики отверждения
<b>NOROX MEKP-925H</b>	МЭКП	МЭКП для винилэфиров
<b>ANDONOX CHM-50</b>	ГПК	ГПК с ускорителем для быстрого отверждения некоторых винилэфирных смол без вспенивания
<b>ANDONOX CHM-30</b>	ГПК	ГПК с ускорителем для быстрого отверждения некоторых винилэфирных смол без вспенивания. Маркировка о токсичности отсутствует
<b>ANDONOX TLC-88</b>	Смесь на основе МЭКП	МЭКП, разработанный для винилэфиров. Нормальное время гелеобразования, но ускоренное и улучшенное отверждение

## 3. Характеристики отверждения

### 3.1. Инициаторы для холодного отверждения винилэфирных смол

Смола: Бисф. эпокси

Температура: 25°C

Инициатор %: 1,5

Ускоритель %: 0,5% (6% кобальт)

Инициатор	Время гелеобр-я, мин	Время до пика, мин	Пик экзотермы, °C	Баркол 935 4 ч	Баркол 935 5 ч	Баркол 935 24 ч	Пена
MEKP-925H	21	20	122	33	39	64	Мало
CHM-50	34	75	92	12	45	70	Нет
MCP-75	44	>120	55	0	0	63	Мало
MCP	56	>120	40	0	0	63	Очень мало

Примечание: Derakane Momentum 411-350.

Смола: Бисф. эпокси  
Инициатор %: 1,5

Температура: 25°C  
Ускоритель %: 0,1% (12% кобальт) + 0,05% DMA (100%)

Инициатор	Время гелеобр-я, мин	Время отв-я, мин	Баркол 935, 3 ч	Баркол 935 4 ч	Баркол 935 5 ч	Баркол 934-1 24 ч	Пена
МЕКР-925Н	18	102	14	32	36	5	Мало
МЕКР-925	18	110	12	30	35	5	Больше, чем 925Н
СНМ-50	16	100	41	50	55	14	Нет
МСР	40	>370	0	0	0	3	Очень мало

Примечание: Derakane 411-45.

Испытание на реактивность (20 грамм) с винилэфирной (ВЭ) смолой дало следующие результаты:

Смола: ВЭ для RTM  
Инициатор %: 1,5

Температура: 25°C  
Ускоритель %: предускоренная смола

Инициатор	Время гелеобр-я, мин	Время до пика, мин	Темп. пика экзотермы, °C	Твердость по Барколу через:	
				5 ч	24 ч
<b>HDP-75</b>	<b>31</b>	<b>58</b>	<b>38</b>	<b>25-30(D)</b>	<b>15-20(4)</b>
МЕКР-925Н	17	28	151	45-50(5)	10-15(4)
МЕКР-9Н	15	27	147	45-50(5)	10-15(4)
МСР-75	32	71	34	10-15(D)	15-20(4)

D = Шор D      5=935 Баркол      4=934-1 Баркол

### 3.2. Инициаторы для отверждения ВЭ смол при повышенной температуре

#### 3.2.1 Характеристики отверждения NOROX МЕКР-925Н по ср. с ANDONOX TLC-88 при повышенной температуре

Смола: Винилэфирная смола  
Инициатор %: 1,6

Температура: 75°C  
Ускоритель %: 0.6% (1% кобальт) + 0.4% DMA (10%)

Инициатор	Время гелеобр-я при 23°C, мин	Время до пика, мин	Температура пика экзотермы, °C
<b>ANDONOX TLC-88</b>	<b>13</b>	<b>8</b>	<b>177</b>
NOROX МЕКР-925Н	11	7	167

Смола: Бисф. эпокси  
Инициатор %: 2

Температура: 50°C  
Ускоритель %: 3 % (1 % кобальт)

Инициатор	Время гелеобр-я, мин	Время до пика, мин	Пик экзотермы, °C	Пена
<b>ANDONOX TLC-88</b>	<b>2,9</b>	<b>6,4</b>	<b>167</b>	<b>Немного</b>
ANDONOX СНМ-50	3,1	9,1	134	Нет
NOROX МЕКР-925Н	2,5	6,2	162	Немного

## Винилэфир, RTM, 50°C



МЕКР-925Н



СНМ-50

В следующем разделе представлен обзор различных типов и производителей винилэфирных смол, включая выбор подходящего инициатора, в связи с тем, что существует много типов винилэфирных смол, а также много различных производителей винилэфирных смол, использующих различные технологии.

### **4. Инициаторы для коррозионно-стойких смол**

#### **ASHLAND**

##### **Momentum**

- Ashland рекомендует NOROX MEKP-925H или ANDONOX CHM-50. Оба продукта обеспечивают очень низкое газообразование.

##### **Derakane Винилэфир**

- Ashland рекомендует NOROX MEKP-925H или ANDONOX CHM-50. Для полного отсутствия вспенивания следует использовать ANDONOX CHM-50 или ANDONOX CHM-30.
- NOROX MEKP-925 можно использовать, если производитель также использует изополиэфиры и хочет использовать один и тот же МЭКП.
- Для толстых участков или других случаев, когда требуется низкая температура экзотермы (на 40% - 80% ниже), хорошим вариантом является NOROX MCP, NOROX MCP-75 или NOROX HPD-75, при условии, что допустимо более длительное время гелеобразования (от 30% до 70%). В результате, через 24 ч, достигается такое же хорошее отверждение, и иногда даже лучше, чем для стандартных МЭКП.
- BENOX L-40LV рекомендован для использования с анилином, когда требуется отсутствие вспенивания, быстрое достижение прочности в неотвержденном состоянии и более полное отверждение.

## **HETRON 197**

- ANDONOX KP-9, MEC, NOROX MEKP-9 или NOROX MEKP-925 – хороший выбор.
- NOROX MCP, NOROX MCP-75 или NOROX HPD-75 можно использовать, если требуется более низкая температура экзотермы и допустимо более длительное время гелеобразования и отверждения. Конечное отверждение эквивалентно стандартному МЭКП от Syrgis.
- NOROX AZOX можно использовать для быстрого развития твердости, но возможно ухудшение конечного отверждения. Можно использовать в сочетании с МЭКП для получения компромиссных свойств.

## **HETRON 922**

- NOROX MEKP-925H и ANDONOX CHM-50 дают наилучший результат.
- NOROX MEKP-925 может давать приемлемый результат.
- NOROX MCP-75 или MCP дает низкую экзотерму и хорошее конечное отверждение, но гелеобразование и отверждение медленнее.

## **AME 6000**

- NOROX MCP-75, NOROX MEKP-9 или NOROX MEKP-925H – хороший выбор.

## **REICHHOLD**

### **DION 9100, 9102, 9400, 9500**

- NOROX MEKP-925H
- Для случаев, когда недопустимо пенообразование, рекомендуется ANDONOX CHM-50 или CHM-30
- NOROX MCP, NOROX MCP-75 или NOROX HPD-75 можно использовать, когда требуется пониженный пик экзотермы и допустимо более длительное время гелеобразования и отверждения. Конечное отверждение эквивалентно стандартному МЭКП от Syrgis.

### **DION 9800, 6694**

- ANDONOX KP-9 или NOROX MEKP-9.
- NOROX MEKP-925 может дать приемлемый результат.
- NOROX MCP можно использовать, когда требуется пониженная температура экзотермы и допустимо более длительное время гелеобразования и отверждения. Конечное отверждение эквивалентно стандартному МЭКП от Syrgis.

## **DSM**

### **ATLAC 590 & 430**

- NOROX MEKP-925H
- Для случаев, когда недопустимо пенообразование, рекомендуется ANDONOX CHM-50 или CHM-30
- NOROX MCP, NOROX MCP-75 или NOROX HPD-75 можно использовать, когда требуется пониженная температура экзотермы и допустимо более длительное время гелеобразования и отверждения. Конечное отверждение эквивалентно стандартному МЭКП от Syrgis.

### **ATLAC 580**

- ANDONOX KP-9, MEC, NOROX MEKP-9 и NOROX MEKP-925 – хорошие универсальные инициаторы.
- NOROX MEKP-925H удлиняет время гелеобразования, но отверждение протекает с такой же скоростью, и иногда наблюдается улучшенное конечное отверждение через 24 ч.
- Когда требуется снизить температуру экзотермы, хорошим выбором являются ANDONOX MCP-99, NOROX MCP-75 и NOROX MCP, MCP-99 снизит пик в наименьшей степени, а MCP – в наибольшей.
- NOROX AZOX дает несколько более медленное гелеобразование, в то время как KP-9 отверждает быстрее и лучше. В то же время наблюдается более высокая экзотерма.

## **ATLAC E-NOVA FW 2045**

- ANDONOX KP-9 или NOROX MEKP-9.
- NOROX MCP можно использовать для более толстых ламинатов (> 10мм), где требуется снизить температуру экзотермы. Конечное отверждение эквивалентно стандартному МЭКП от Syrgis.

## **АОС**

### **АОС Vipel**

- NOROX MEKP-925H обеспечивает наилучшие результаты.
- NOROX MEKP-925 может дать приемлемый результат.
- NOROX MCP, NOROX MCP-75 или NOROX HPD-75 можно использовать, когда требуется пониженная температура экзотермы и допустимо более длительное время гелеобразования и отверждения. Конечное отверждение эквивалентно стандартному МЭКП от Syrgis.

### **ПРИМЕЧАНИЯ:**

1. Конечное отверждение измеряется через 24 ч после добавления пероксидного инициатора к смоле.
2. Приведенные рекомендации основаны на результатах, полученных во время лабораторных испытаний. Множество факторов могут оказывать влияние на эффективность инициатора при промышленном использовании, продукт необходимо испытать перед применением.
3. При использовании NOROX AZOX особое внимание необходимо уделить точности дозирования инициатора. Важно, чтобы было введено правильное количество AZOX.
4. Бензоилпероксиды могут дать хорошие результаты с коррозионно-стойкими смолами при условии использования правильной системы промоторов в смоле и строгого контроля дозировки БПО. Более подробную информацию можно получить у поставщиков смолы или в компании Syrgis Performance Initiators.

**Дополнительную информацию о пероксидах для отверждения винилэфирных смол можно получить у специалистов компании Syrgis Performance Initiators.**

**SYRGIS PERFORMANCE INITIATORS – [www.syrgispi.com](http://www.syrgispi.com)**

#### **USA**

334 Phillips 311 Road  
Helena, Arkansas 72342-9033  
USA  
Phone +1 870 572 3610  
Fax +1 870 572 3699  
[info@syrgis.com](mailto:info@syrgis.com)

#### **Europe**

Engelbrektsgatan 43B  
SE-114 32 Stockholm  
Sweden  
Phone +46 8 545 121 60  
Fax +46 8 545 121 70  
[info@syrgis.se](mailto:info@syrgis.se)

**SYRGIS®**  
PERFORMANCE INITIATORS