

# Особенности использования новых технологий при производстве ПИ-труб с применением озонобезопасных вспенивающих агентов

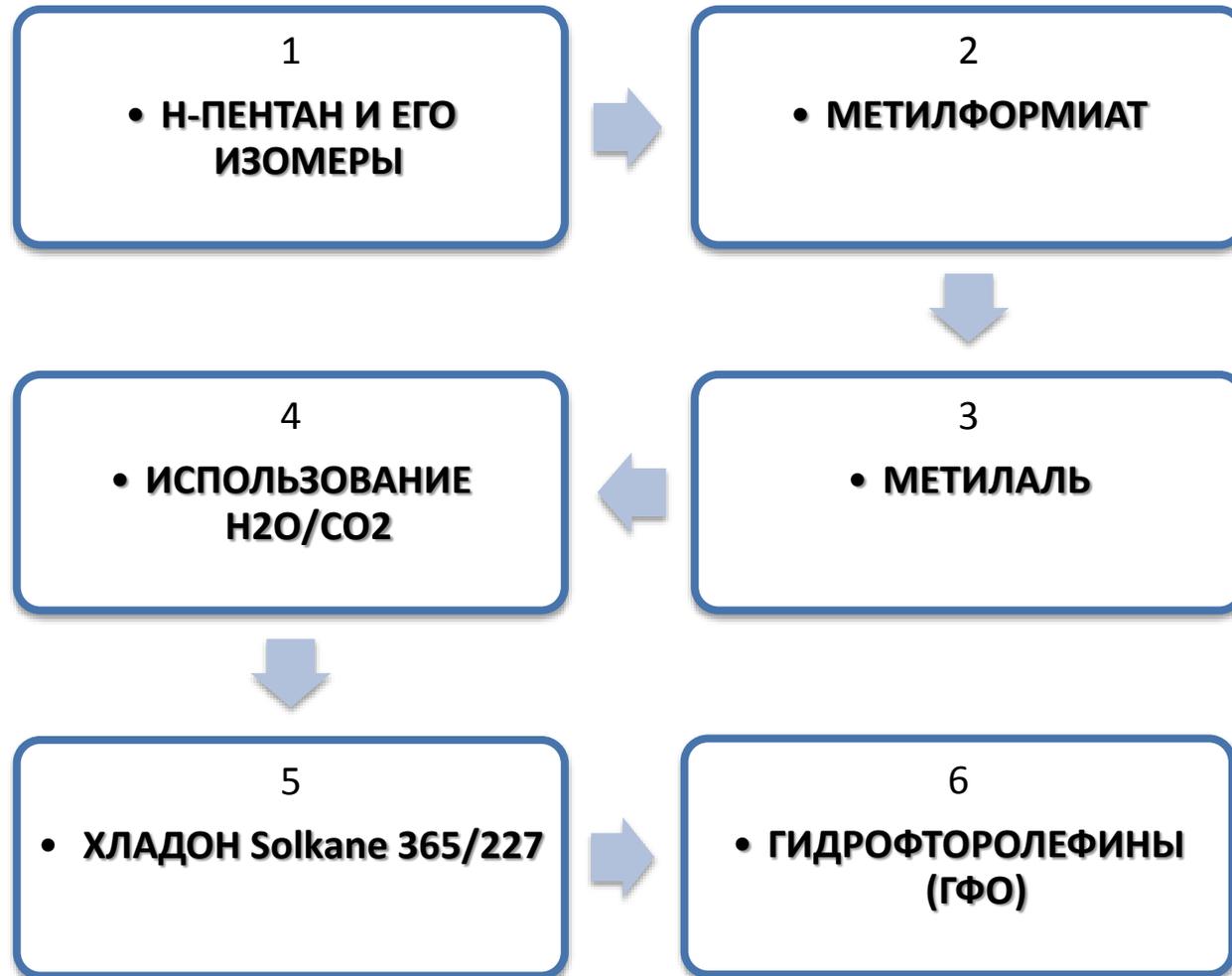


**СОЮЗ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ И ПОТРЕБИТЕЛЕЙ  
ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПЕНОПОЛИУРЕТАНА**

**Лучкина Лариса Владимировна**

д.х.н., доцент,  
Координатор Союза производителей и потребителей  
экологически чистых изделий из ППУ  
Тел: +7-916-214-65-70 Тел: +7-916-992-46-30

# ВЫБОР ВСПЕНИВАЮЩЕГО АГЕНТА ХИМИЧЕСКИЕ И ФИЗИЧЕСКИЕ ВСПЕНИВАТЕЛИ



## ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ФИЗИЧЕСКИМ ВСПЕНИВАТЕЛЯМ



# ПРЕДЕЛЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ (ч/млн)

	Австрия	Бельгия	Дания	Финляндия	Франция	Германия	Италия	Испания	Швеция	Швейцария	Велико-британия	США
Метилаль	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000		1000	1000	1000
Изопентан	600	600	500	500	1000	1000		1000	600	600	600	600
н-Пентан	600	600	500	500		1000			600	600		600
Циклопентан		600	300		600		600	600		600		600
ГФУ-365mfc	Рекомендованный производителем ориентировочный предел воздействия: 1000 ч/млн											
ГФУ-227ea	Рекомендованный производителем ориентировочный предел воздействия: 1000 ч/млн											
ГФО-1233 zd-E	Рекомендованный производителем ориентировочный предел воздействия: 800 ч/млн											
ГФО-1336mzz-Z	Рекомендованный производителем ориентировочный предел воздействия: 500 ч/млн											
ГФУ-134a												1000
ГХФУ-141b												500
ГФУ-245fa												300
Метилформиат	50	100	50	50	100	50	100	100	100	50		100
Метиленхлорид	50	50	35	100	50	75	50	50	35	50	100	25

Метилаль характеризуется наивысшим официально установленным в большинстве стран пределом воздействия на рабочем месте

# ТОКСИЧНОСТЬ ВСПЕНИВАЮЩИХ АГЕНТОВ

	Классификация и маркировка химических веществ (GHS/CLP)	Фразы риска
Метилаль	-	-
Циклопентан	-	-
ГФУ-365mfc	-	-
ГФУ-245fa	-	-
ГФУ-134a	-	-
ГХФУ-141b	-	-
н-Пентан	Токсичность при аспирации - кат. 1; Токсичность для органов-мишеней при разовом воздействии - кат. 3	Xn R65; R66, R67
Изопентан	Токсичность при аспирации - кат. 1; Токсичность для органов-мишеней при разовом воздействии - кат. 3	Xn R65; R66, R67
Метилформиат	Острая токсичность (при попадании в ЖКТ/вдыхании) - кат. 4; Сильное повреждение/раздражение глаз - кат. 2; Токсичность для органов-мишеней при разовом воздействии - кат. 2; Токсичность для органов-мишеней при разовом воздействии - кат. 3 (раздражение органов дыхания)	Xn R20/21/22, R68/20/21/22; Xi R36/37
Метиленхлорид	Канцерогенность - кат. 2	Xn R40

ГФУ, циклопентан и метилаль не требуют маркировки по токсикологическим причинам

## ФРАЗЫ РИСКА

<b>R52/53</b> <b>R51/53</b>	Опасно для водных организмов, может вызывать продолжительные неблагоприятные изменения в водной среде. Токсично для водных организмов, может вызывать продолжительные неблагоприятные изменения в водной среде
<b>R59</b>	Опасно для озонового слоя
<b>R65</b>	Опасно: может причинить вред лёгким при проглатывании
<b>R66</b>	Повторяющееся воздействие может вызвать сухость и растрескивание кожи
<b>R67</b>	Пары могут вызвать сонливость и головокружение
<b>R20/21/22</b>	Опасно при вдыхании, попадании на кожу и проглатывании
<b>R68/20/21</b>	Вредно: возможны необратимые последствия при вдыхании и попадании на кожу
<b>R68/20/21/22</b>	Вредно: возможны необратимые последствия при вдыхании, попадании на кожу и проглатывании
<b>R36/37</b>	Раздражает глаза и органы дыхания
<b>R40</b> <b>R 11, R 12</b>	Ограниченная возможность канцерогенных эффектов Очень огнеопасно, Чрезвычайно огнеопасно
<b>Xn</b>	Вредно
<b>Xi</b>	Вещество, раздражающее слизистую оболочку
<b>F</b>	Очень огнеопасно

# ЭКОТОКСИЧНОСТЬ ВСПЕНИВАЮЩИХ АГЕНТОВ

	Классификация и маркировка химических веществ (GHS/CLP)	Фразы риска	Класс WGK Класс опасности для вод
Метилаль	-	-	1
ГФУ-365mfc	-	-	1
ГФУ-227ea	-	-	1
ГФУ-245fa	-	-	1
ГФУ-134a	-	-	1
Метилформиат	-	-	1
Метиленхлорид	-	-	2
ГФО-1336mzz-Z	-	-	Нет данных
Циклопентан	Хроническая токсичность для водных организмов - кат. 3	R52/53	1
ГФО-1233 zd-E	Хроническая токсичность для водных организмов - кат. 3	R52/53	Нет данных
н-Пентан	Хроническая токсичность для водных организмов - кат. 2	N R51/53	2
Изопентан	Хроническая токсичность для водных организмов - кат. 2	N R51/53	2
ГХФУ-141b	Хроническая токсичность для водных организмов - кат. 3 Наносит ущерб здоровью населения и окружающей среде, разрушая озон в верхних слоях атмосферы	R52/53, N R59	

Метилформиат, метилаль и ряд других вспенивателей, не требует маркировки по экотоксикологическим причинам 7

# ПГП и ОРС ВСПЕНИВАЮЩИХ АГЕНТОВ И ИХ ПОВЕДЕНИЕ В АТМОСФЕРЕ

Изопентан, н-пентан, метилаль и метилформиат характеризуются **незначительным ПГП**

	ПГП 100 лет
Метилформиат	Незначительный
н-Пентан	Незначительный
Изопентан	Незначительный
Метилаль	Незначительный
Диоксид углерода	1
ГФО-1233 zd-E	1
ГФО-1336 mzz-Z	2
Метиленхлорид	9
Циклопентан	11
ГХФУ-141b	725
ГФУ-365mfc	804
ГФУ-245fa	858
ГФУ-134a	1300
ГФУ-227ea	3350

**ПГП – коэффициент, определяющий степень воздействия различных парниковых газов на глобальное потепление**

**Время жизни в атмосфере: ГХФУ-141b 9 лет, ПЕНТАНА 2-3 МЕСЯЦА, СО2 2-3 МЕСЯЦА, ГФО 1233 zd-E – 26 дней МЕТИЛАЛЯ 2-3 дня**

ВСПЕНИВАТЕЛЬ	ОРС
Метилаль, пентаны, метилформиат	0
ГФУ	→ 0
ГХФУ-141b	0,11
ХФУ-11 (трихлорфторметан)	1

# ОБОБЩЕННЫЕ ДАННЫЕ ПО МАРКИРОВКЕ ВСПЕНИВАЮЩИХ АГЕНТОВ

Маркировка			
Вспениватель	Токсичность	Экотоксичность	Поведение в атмосфере
Метилаль	+	+	+
ГФО-1336 mzz-Z	+	+	+
Метилформиат	-	+	+
Метиленхлорид	-	+	+
Циклопентан	+	-	+
ГФО-1233 zd-E	+	-	+
ГФУ-365mfc	+	+	-
ГФУ-245fa	+	+	-
ГФУ-134a	+	+	-
н-Пентан	-	-	+
Изопентан	-	-	+
ГХФУ-141b	+	-	-

# ТЕМПЕРТУРА КИПЕНИЯ ВСПЕНИВАЮЩИХ АГЕНТОВ

Вспенивающий агент	Температура кипения (°C)
Циклопентан	49
Метилаль	42,3
Метиленхлорид	40
ГФУ-365mfc	40
н-Пентан	36
ГФО-1336 mzz-Z	33
ГХФУ-141b	32
Метилформиат	31,5
Изопентан	28
ГФО-1233 zd-E	19
ГФУ-245fa	15
ГФУ-227ea	-16,5
ГФУ-134a	-26

**Циклопентан и Метилаль** остаются жидкими до температуры + 49 и 42,3 °C соответственно.

Поэтому они более просты в обращении по сравнению с другими вспенивателями, имеющими более низкую температуру кипения.

# МОЛЕКУЛЯРНЫЙ ВЕС И ВСПЕНИВАЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ

*Вспенивающую способность можно оценить по молекулярному весу вещества*

	Молекулярный вес	Вспенивающая способность
Метилформиат	60	1,27
Циклопентан	70	1,09
н-Пентан	72	1,06
Изопентан	72	1,06
Метилаль	76	1
Метиленхлорид	84	0,90
ГФУ-134а	102	0,75
ГХФУ-141b	117	0,65
ГФО-1233 zd-E	130,5	0,58
ГФУ-245fa	134	0,57
ГФУ-365mfc	148	0,51
ГФО-1336 mzz-Z	164	0,46
ГФУ-227ea	170	0,45

Вспенивающая способность метилформиата примерно на четверть, а у метилаля примерно на треть выше, чем у ГХФУ-141b. Сопоставима у метилаля со вспенивающей способностью пентанов.

## ГОРЮЧЕСТЬ ВСПЕНИВАЮЩИХ АГЕНТОВ

Вспениватель	Точка вспышки (°C)	Классификация (GHS/CLP)	Фразы риска
Изопентан	-51	Горючая жидкость, кат. 1	F+ R12
н-Пентан	-40	Горючая жидкость, кат. 1	F+ R12
Метилформиат	-28	Горючая жидкость, кат. 1	F+ R12
Циклопентан	-40	Горючая жидкость, кат. 2	F R11
Метилаль	-30,5	Горючая жидкость, кат. 2	F R11
ГФУ-365mfc	< -27	Горючая жидкость, кат. 2	F R11
Метиленхлорид	Нет	Не горючий	Не горючий
ГФО-1336mzz-Z	Нет	Не горючий	Не горючий
ГФО-1233 zd-E	Нет	Не горючий	Не горючий
ГФУ-227ea	Нет	Не горючий	Не горючий
ГФУ-245fa	Нет	Не горючий	Не горючий
ГФУ-134a	Нет	Не горючий	Не горючий
ГХФУ-141b	Нет	Не горючий	Не горючий

Метилаль менее горюч, чем н-пентан, изопентан и метилформиат, которые относятся к 1-му классу горючести.

# ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

ВСПЕНИВАТЕЛЬ	ПРЕИМУЩЕСТВА	НЕДОСТАТКИ	ПРИМЕЧАНИЕ
ГФХУ-141b	негорючий	ОРС 0,11 Высокий ПГП 725	Выведен из обращения в Европе, США и Японии.  Выведен из обращения в России в 2015 г на 90%
	Средняя стоимость		
	Высокие термоизоляционные и механические характеристики		
ГФУ-245fa, ГФУ-365mfc / ГФУ-227ea	Негорючи	Высокий ПГП 858	Низкие суммарные капитальные затраты
	Хорошие термоизоляционные и механические	Высокие эксплуатационные затраты	Отработанная технология
CO <sub>2</sub> (вода)	Низкий ПГП 1	Средние характеристики ППУ: высокая теплопроводность и высокая плотность пены	Улучшенные рецептуры второго поколения, не увеличивающие плотность ППУ-изоляции по сравнению с ГФУ
	Негорючи	Средние эксплуатационные затраты	Низкие суммарные капитальные затраты

# ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

ВСПЕНИВАТЕЛЬ	ПРЕИМУЩЕСТВА	НЕДОСТАТКИ	ПРИМЕЧАНИЕ
Метилаль	ОРС равен нулю	Горючий, категория 2	Средние вложения в технологию  Не требует реконструкции заливочного оборудования
	Низкий ПГП Средняя (низкая) цена		
	Характеризуется наивысшим пределом воздействия на рабочем месте		
Циклопентан и н-пентан	Низкий ПГП	Горючи	Высокие суммарные капитальные затраты, которые не приемлемы для предприятий малого и среднего бизнеса
	Низкие эксплуатационные затраты		
	Хорошие термоизоляционные и механические характеристики ППУ		

# ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

ВСПЕНИВАТЕЛЬ	ПРЕИМУЩЕСТВА	НЕДОСТАТКИ	ПРИМЕЧАНИЕ
Метилформиат	ПГП 0 ОРС 0	Средние характеристики ППУ: высокая теплопроводность и высокая плотность пены горюч	Средние суммарные капитальные затраты. Может применяться на линиях для R-141 b. Рекомендована защита от коррозии.
	Горюч, но в смесях с полиолами может быть негорючим	Высокие эксплуатационные затраты	
ГФО / ГХФО	Низкий ПГП 1 ОРС 0	Высокие эксплуатационные затраты Весьма высокая стоимость	Апробированная в последние годы технология
	Негорючи		
			Многообещающие показатели энергоэффективности (равны или лучше, чем у насыщенных ГФУ) Низкие суммарные капитальные затраты

**ВЫБОР НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОСТАЕТСЯ ЗА ПРОИЗВОДИТЕЛЯМИ ПРЕДИЗОЛИРОВАННЫХ ТРУБ!**