

MIDEL® 7131

Синтетическая диэлектрическая
трансформаторная жидкость



Краткое описание жидкого диэлектрика

MIDEL 7131 является синтетическим жидким диэлектриком на основе сложного эфира, уже более 30 лет используемым на мировом рынке трансформаторов. Диэлектрик MIDEL 7131 был специально разработан в качестве безопасной, превосходящей по различным характеристикам, альтернативы традиционной жидкости и сухим трансформаторам и пригоден для использования как внутри, так и вне помещений.

Диэлектрик MIDEL 7131 является обладающей высокими характеристиками жидкостью, отличающейся повышенной пожаробезопасностью, великолепной влагостойкостью и высокой безопасностью для экологии. Испытания показали, что жидкость MIDEL 7131 обладает отличными диэлектрическими свойствами.

Соответствие стандарту IEC 61099

Диэлектрик MIDEL 7131 соответствует стандарту IEC 61099 «Неиспользованные синтетические органические эфиры для электротехники. Технические условия». Данная жидкость классифицируется как относящийся к типу T1 пентаэритритовый эфир без содержания галогенов.

Области применения

Заполненные жидкостью MIDEL 7131 трансформаторы предлагаются всеми основными производителями трансформаторов. Диэлектрик MIDEL 7131 предназначен для использования в самых разных трансформаторах, включая герметичные и негерметичные.

- Распределительные трансформаторы
- Силовые трансформаторы
- Тяговые трансформаторы
- Трансформаторы выпрямителей
- Мачтовые трансформаторы
- Приводы РПН
- Охлаждение тиристоров

Замена жидкости

Для увеличения срока службы, снижения уровня угрозы для окружающей среды и повышения пожаробезопасности в тысячах распределительных трансформаторов диэлектрик был заменен на жидкость MIDEL 7131.

Вызывающая коррозию сера

Жидкость MIDEL 7131 была испытана независимыми лабораториями на соответствие стандартам ASTM D1275 В и IEC 62535 и признана не вызывающей коррозию.

Повышенная пожаробезопасность

Жидкость MIDEL 7131 имеет высокую температуру воспламенения и небольшую низшую теплоту сгорания (<32 МДж/кг) и, следовательно, относится к жидкостям класса К3.

- 100 % отсутствие зарегистрированных случаев пожара
- Высокая температура воспламенения (>300°C)
- Класс К согласно IEC 61100 / 61039
- Одобрена компанией FM Global® трансформаторная жидкость
- Меньшие затраты на обеспечение противопожарных мер

Лучшая защита окружающей среды

Жидкость MIDEL 7131 является безопасной для окружающей среды альтернативой традиционным трансформаторным жидкостям, так как признана легко поддающейся биологическому разложению и неопасной для воды.

- Легко поддается биологическому разложению (OECD 301)
- Полностью биоразлагаема (IEC 61039)
- Признана безопасной для воды (UBA)
- Нетоксичная
- Не испаряется в окружающую среду
- Не причиняет вред активному или биологическим очистным сооружениям
- Соответствует директиве RoHS

Высокие характеристики

Диэлектрик MIDEL 7131 является очень стойкой жидкостью, обеспечивающей длительную стабильность даже при воздействии крайне больших перепадов температуры. Жидкость MIDEL 7131 также обладает отличной устойчивостью при контакте с кислородом, что позволяет использовать ее в негерметичных трансформаторах.

- Стойкость и стабильность при длительном воздействии высоких температур
- Пригодность к использованию в трансформаторах компактной конструкции
- Исключительная стойкость к воздействию кислорода
- Отличный смазочный материал
- Не приводит к образованию осадка

Влагостойкость

Диэлектрик MIDEL 7131 является влагостойким и может без снижения напряжения пробоя абсорбировать намного больше воды, чем альтернативные жидкости.

- Отсутствие снижения напряжения пробоя (до 600 мг/кг при 20 °C)
- Способствует перемещению влаги из целлюлозы в жидкость
- Может обеспечивать более высокую сухость целлюлозы и снижать скорость старения
- Обладает очень высоким пределом насыщения, что делает конденсацию практически невозможной
- Риск образования пузырей снижается

Поставка

Жидкость MIDEL 7131 может поставляться в герметичных емкостях массой 24,5 кг, 195 кг или 1000 кг, а при массе партии свыше 20 тонн может поставляться цистернами большой емкости или в специализированных емкостях Flexitank.

Утилизация

Для утилизации использованной жидкости MIDEL 7131 или ее остатков рекомендуется сжигать ее в соответствующих установках.

Краткое описание жидкого диэлектрика

Таблица 1. Характеристики сложного эфира для трансформаторов согласно стандартам IEC 61099 и DIN VDE 0375

	Единицы измерения	Метод испытания	Требования	MIDEL 7131
Физические свойства согласно стандарту IEC 61099				
Цвет	Единицы Хазена (HU)	ISO 2211	Не более 200	125
Внешний вид	-	IEC 61099 7.1.2	Прозрачная жидкость без взвеси и осадка	Прозрачная жидкость без взвеси и осадка
Плотность при 20 °C	кг/дм ³	ISO 3675	Не более 1,00	0,97
Кинематическая вязкость при 40 °C	мм ² /с	ISO 3104	Не более 35	28
Кинематическая вязкость при - 20 °C	мм ² /с		Не более 4000	1400
Температура вспышки	°C	ISO 2719	Не менее 250	260
Температура воспламенения	°C	ISO 2592	Не менее 300	316
Температура потери текучести	°C	ISO 3016	Не выше -45	-60
Кристаллизация	-	IEC 61099 (2010), Приложение A	Кристаллы отсутствуют	Кристаллы отсутствуют
Химические свойства согласно стандарту IEC 61099				
Содержание воды	мг/кг	IEC 60814	Не более 200	50
Кислотное число	мг КОН/г	IEC 62021-2	Не более 0,03	<0,03
Устойчивость к окислению: - общее содержание кислоты; - общее содержание осадка.	мг КОН/г % массы	IEC 61125	Не более 0,3 Не более 0,01	0,01 <0,01
Низшая теплота сгорания	МДж/кг	ASTM D 240-02	<32	31,6
Диэлектрические свойства согласно стандарту IEC 61099				
Напряжение пробоя	кВ	IEC 60156	Не менее 45	>75
Коэффициент диэлектрических потерь tg δ при 90 °C и 50 Гц	-	IEC 60247	Не более 0,03	<0,008
Объемное удельное сопротивление постоянному току при 90 °C	ГОм·м	IEC 60247	Не менее 2	>30

Приведенные выше значения являются типовыми, могут быть изменены без уведомления и не могут рассматриваться как технические характеристики.

Повышенная пожаробезопасность

Опыт показывает, что пожар на трансформаторе может оказаться чрезвычайно разрушительным, распространяться с ужасающей скоростью и причинить огромный ущерб. К сожалению, такие потенциально опасные пожары совсем не редкость и в современных распределительных сетях.

Трансформаторная жидкость MIDEL 7131 — прекрасное решение, позволяющее избежать излишнего риска возникновения пожара. Популярная, завоевавшая признание во всем мире, жидкость MIDEL 7131 более 30 лет демонстрирует неизменные 100%-ные показатели пожаробезопасности.

Крупная международная страховая компания FM Global® одобрила MIDEL 7131 как менее воспламеняемую жидкость, требующую соблюдения менее строгих мер пожарной безопасности. Это может привести к снижению затрат на обеспечение безопасности и страховые взносы. Кроме того, пожаробезопасные свойства MIDEL 7131 позволяют использовать ее в трансформаторах, находящихся внутри помещений, и в зонах с повышенными требованиями к безопасности, где недопустимо применение минерального масла.



Температуры вспышки и воспламенения

MIDEL 7131 — жидкость, которая специально разрабатывалась как превосходящая по свойствам минеральное масло с более высокой температурой вспышки и воспламенения (таблица 2), чем требуется от жидкостей класса опасности возгорания K (IEC 61100 / 61039).

Таблица 2. Температуры вспышки и воспламенения — класс K3 (IEC 61039)

Параметр	Метод испытаний	Требуется	MIDEL 7131	Минеральное масло
Температура вспышки	ISO 2719	мин. 250 °C	260 °C	150 °C
Температура воспламенения	ISO 2592	мин. 300 °C	316 °C	170 °C
Низшая теплотворная способность	ASTM D240-02	ниже 32	31,6 МДж/кг	46,0 МДж/кг

Приведенные значения являются типовыми

Сопротивление возгоранию

Методика

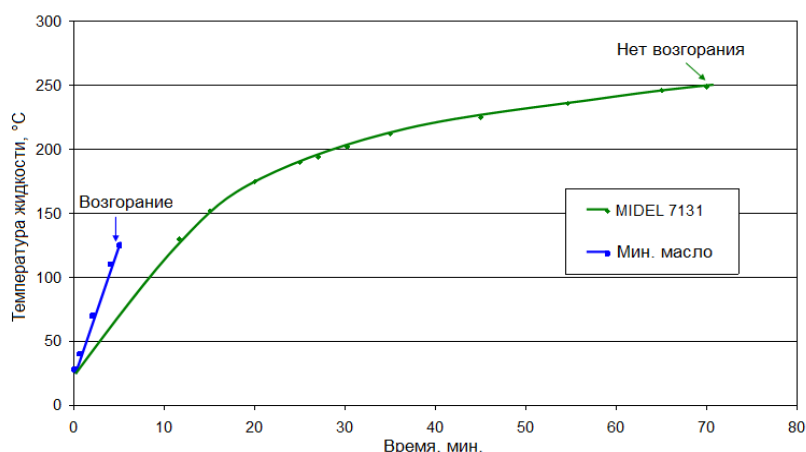
Пламя ацетилено-кислородной горелки (с температурой выше 2000 °C) направлено на поверхность тонкого слоя жидкости в металлическом поддоне. Расположенная у основания поддона термопара измеряет температуру в толще жидкости. Температура жидкости фиксируется, начиная с момента включения горелки. На рис. 1 показаны сравнительные результаты для минерального масла и MIDEL 7131.

Результаты

Температура минерального масла быстро растет, уже через 4 минуты оно загорается. Минеральное масло продолжает гореть даже после устранения источника возгорания, образуя при этом густой черный дым.

Для сравнения, температура MIDEL 7131 растет гораздо медленнее. По прошествии 70 минут температура жидкости превысила 260 °C, возгорания не произошло. Низкая скорость нагрева MIDEL 7131, обусловленная ее высокой теплоемкостью и теплопроводностью, в сочетании с высокой температурой воспламенения обеспечивает превосходное сопротивление жидкости возгоранию.

Рис. 1. Сравнение способности к возгоранию MIDEL 7131 и минерального масла



Повышенная пожаробезопасность

Дым и продукты горения

Если жидкость MIDEL 7131 и удастся поджечь, что крайне маловероятно, продукты ее горения будут нетоксичны, а дым будет гораздо менее густым, чем при горении минерального масла. Дым, образующийся при горении MIDEL 7131, будет иметь меньшую плотность, чем белая взвесь из оксида кремния, образующаяся при горении силиконовых жидкостей. Это немаловажно при эвакуации персонала и проведении спасательных операций.

Методика

Количество дыма, образующегося при горении трансформаторных жидкостей, измеряется с помощью аппарата Тюарсона, оборудованного источником света и фотозлементом. Это устройство сконструировано таким образом, что имеет характеристики чувствительности, близкие к чувствительности человеческого глаза.

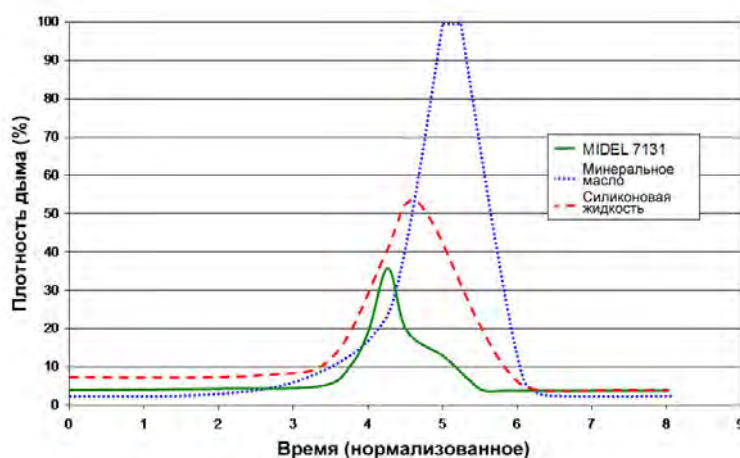
Результаты

На рис. 2 хорошо видны низкие дымообразующие свойства MIDEL 7131. Для простоты сравнения графиков плотности дыма ось времени нормализована к началу возгорания. Как и ожидалось, минеральное масло образует густой черный дым, силиконовая жидкость — серый дым, в обоих случаях дым плотнее, чем белый дым, образующийся при горении MIDEL 7131. Следует также заметить, что при испытаниях, чтобы поджечь MIDEL 7131, потребовалось вдвое больше времени по сравнению с минеральным маслом.

Результаты испытаний, кратко изложенные в данном каталоге, подтверждают, что MIDEL 7131 является пожаробезопасной альтернативой минеральному маслу. Результаты других испытаний в области пожаробезопасности, проведенных M&I Materials и внешними лабораториями, предоставляются ООО «ЭлекТрейд-М» по запросу.

MIDEL 7131 — очевидный выбор среди пожаробезопасных жидкостей, когда речь заходит об обеспечении безопасности персонала и сохранности имущества.

Рис. 2. Сравнение плотности дыма MIDEL 7131, силиконовой жидкости и минерального масла



Улучшенная безопасность для окружающей среды

Промышленность находится под постоянным давлением со стороны общества, компаниям постоянно приходится доказывать, что их продукция представляет минимальную опасность для окружающей среды. После принятия жестких государственных стандартов и законов, поощряющих прогрессивные технологии и карающих за небрежное отношение к природным ресурсам, очевидной стала необходимость изменить отношение к вопросам экологии.

Компании с перспективным мышлением уже поняли, что благодаря использованию «зеленых технологий» могут не только сберечь Землю, но также сократить расходы и создать положительный образ.

Было доказано, что трансформаторная жидкость MIDEL 7131 не токсична и легко биоразлагаема, благодаря чему является экологически безопасной альтернативой минеральному маслу и силиконовой жидкости. MIDEL 7131 классифицируется UBA (Федеральное агентство Германии по защите окружающей среды) как безопасная для водных ресурсов и полностью соответствует этой оценке.

Биоразлагаемость

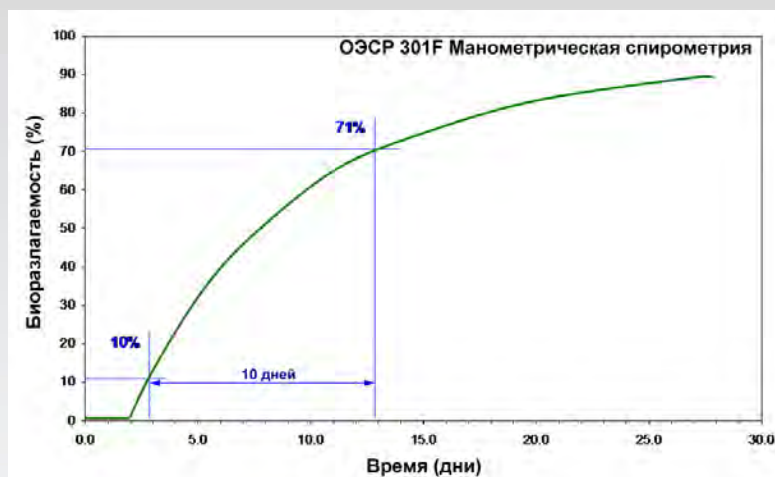
Биоразложение — процесс деградации органического вещества и его поглощения окружающей средой без ущерба для экологии.

Биоразлагаемость MIDEL 7131 была оценена аккредитованной лабораторией с помощью стандартного метода испытаний, разработанного Организацией Экономического Сотрудничества и Развития (ОЭСР), одной из международных организаций в области стандартизации.

Методика

Испытания MIDEL 7131 на разлагаемость микроорганизмами, применяющимися на станциях очистки сточных вод. Для проведения 28-

Рис. 3. Биоразложение MIDEL 7131



дневных испытаний микроорганизмы помещают в стеклянные сосуды. Для определения процента биоразложения замеряется количество потребленного кислорода и выделенного углекислого газа.

Результаты

На рис. 3 показано, что по прошествии 3 дней MIDEL 7131 разлагается на 10%, а по прошествии 10 дней — на 71%. На 28 день жидкость MIDEL 7131 разлагается на 89%, что с уверенностью позволяет отнести ее к легко биоразлагаемым по классификации ОЭСР и полностью биоразлагаемым по стандарту IEC 61039.

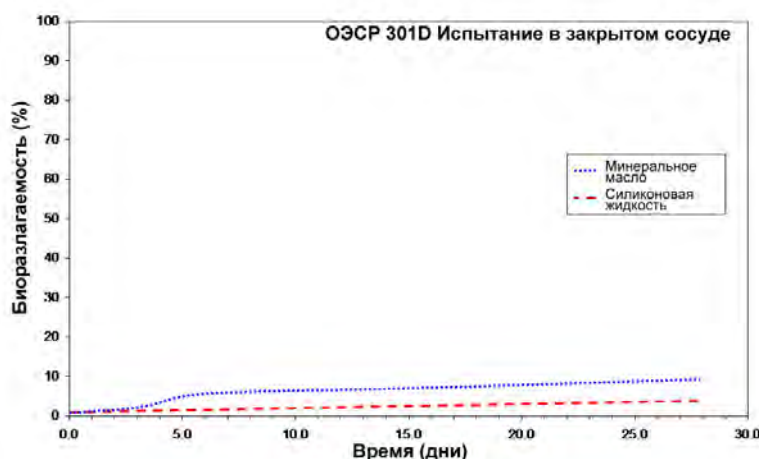
При этом MIDEL 7131 не подвержена

разложению в трансформаторе, поскольку там слишком горячо и сухо для микроорганизмов.

Сравнительные независимые исследования в области биоразложения минерального масла и силиконовой жидкости демонстрируют их явные отличия от экологически безопасной жидкости MIDEL 7131.

На графике на рис. 4 хорошо видно, что ни одна из аналогичных MIDEL 7131 жидкостей не разлагается даже на 10% к концу 28-дневных испытаний. Поэтому MIDEL 7131, обладающая превосходными показателями биоразлагаемости, является оптимальной жидкостью для использования в трансформаторах.

Рис. 4. Биоразложение минерального масла и силиконовой жидкости



Улучшенная безопасность для окружающей среды

Система классификации опасности для водных ресурсов UBA

Главный орган по контролю состояния окружающей среды Германии, Федеральное ведомство окружающей среды (UBA) проводит оценку веществ и присваивает им классы: «безопасно для водных ресурсов» (nwg) или один из трех классов водоопасности.

Система классификации UBA основывается на биоразлагаемости химических веществ и их потенциальном влиянии на водные организмы. Классификация различных трансформаторных жидкостей приведена в таблице 3.

MIDEL 7131 классифицирована как неопасная для водных ресурсов, тогда как силиконовая жидкость и минеральное масло представляют известную угрозу и требуют соблюдения дополнительных мер предотвращения утечки трансформаторной жидкости в окружающую среду, что влечет за собой увеличение расходов.

Влияние на водные организмы

Биоразлагаемость важна не только сама по себе, она также гарантирует безопасность трансформаторной жидкости для окружающей среды. Было доказано, что в случае утечки в водоем MIDEL 7131 не окажет пагубного влияния на водные организмы даже при чрезвычайно высокой концентрации в 1000 мг/л.

Сточные воды

На станциях биологической очистки сточных вод используют «активный» ил, содержащий микроорганизмы, которые разлагают органические вещества в сточных водах. Загрязняющие воду химикаты могут убить эти микроорганизмы, что может привести к прекращению процесса очистки. Решение такого рода проблем в промышленности очистки сточных вод требует больших финансовых и временных затрат.

Испытания, проведенные транснациональным химическим концерном BASF, доказывают, что MIDEL 7131 не вызывает нехватки дыхания активного ила даже при чрезвычайно высокой концентрации до 1000 мг/л. Таким образом, MIDEL 7131 не представляет угрозы для станций биологической очистки сточных вод.

Преимущества использования биоразлагаемой жидкости MIDEL 7131

Требования к мерам предотвращения утечки трансформаторной жидкости в окружающую среду, как правило, определяются местным законодательством и страховыми компаниями. За последние годы среди страховых компаний распространилась практика смягчения требований к компаниям, использующим безопасные аналоги минеральных масел.

Таблица 3. Общие параметры испытаний и рекомендации по ограничению применения

Жидкость	Номер CAS	Классификация UBA для водоемов
MIDEL 7131	68424-31-7	nwg
Силиконовая жидкость	63148-62-9	1
Минеральные масла	разные	1

Высокая эффективность

В среднем срок службы трансформатора составляет сорок лет, следовательно, ожидается, что жидкость, используемая для изоляции и охлаждения системы, прослужит не меньше, сохраняя при этом свою надежность. Наибольшее влияние на эксплуатационные свойства некоторых трансформаторных жидкостей могут оказать окисление и старение. Для обеспечения длительного срока службы оборудования также важны смазывающие свойства жидкостей.

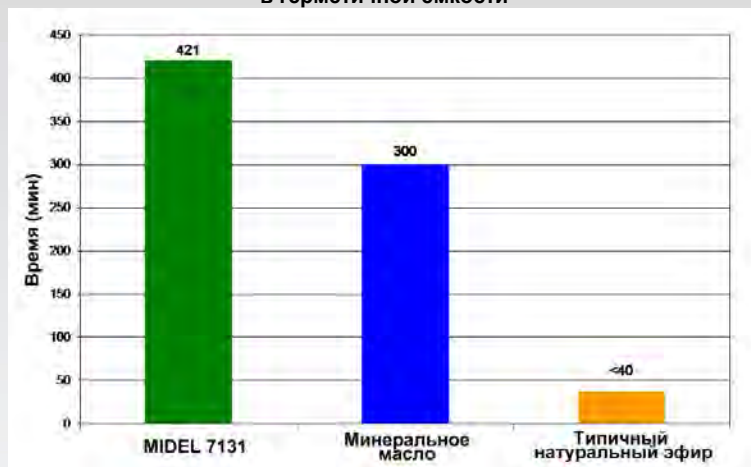
Стойкость к окислению

Было доказано, что кислород способствует старению минерального масла в трансформаторах, что в свою очередь ведет к образованию осадка и ухудшению свойств минерального масла. Кроме того, при высоких температурах окисление усиливается даже в системах герметизированного типа, и масло может стареть.

Трансформаторная жидкость MIDEL 7131 продемонстрировала стойкость к окислению при высоких температурах в «дышащих» трансформаторах, где изменение нагрузки и компактная конструкция служат дополнительными факторами стресса для жидкой изоляции.

Одним из способов сравнения стойкости трансформаторных жидкостей к окислению являются испытания на окисление в герметичной емкости согласно ASTM D2112. При их проведении измеряется время, необходимое для потребления кислорода, и таким образом определяется реакционная способность жидкости. На рис. 5 указано время в минутах до образования перепада давления в испытательной емкости. Чем больше времени требуется для образования перепада давления, тем жидкость устойчивее к окислению. MIDEL 7131 в этом примере показывает наибольшее время, демонстрируя превосходную стойкость к окислению.

Рис. 5. Результаты испытаний на стойкость к окислению в герметичной емкости



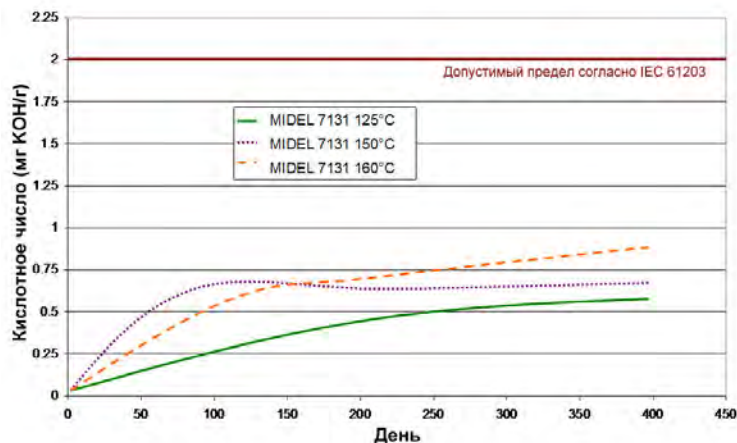
Наименьшее время у натурального эфира, что свидетельствует о его подверженности окислению.

Работа при высоких температурах

Широкомасштабные испытания продемонстрировали, что MIDEL 7131 является стойкой и стабильной жидкостью, подходящей как для «дышащих», так и для герметизированных трансформаторов. Одним из ключевых индикаторов старения трансформаторных жидкостей является кислотное число.

На рис. 6 показаны кислотные числа MIDEL 7131 после более года использования жидкости в трансформаторе герметизированного типа с использованием таких общепотребительных материалов, как медь. Тот факт, что кислотное число остается ниже предельно допустимого значения для серии испытаний, указанного в стандарте IEC 61203, доказывает, что MIDEL 7131 имеет высокую сопротивляемость старению.

Рис. 6. Кислотное число MIDEL 7131 при испытаниях в герметизированной системе



Высокая эффективность

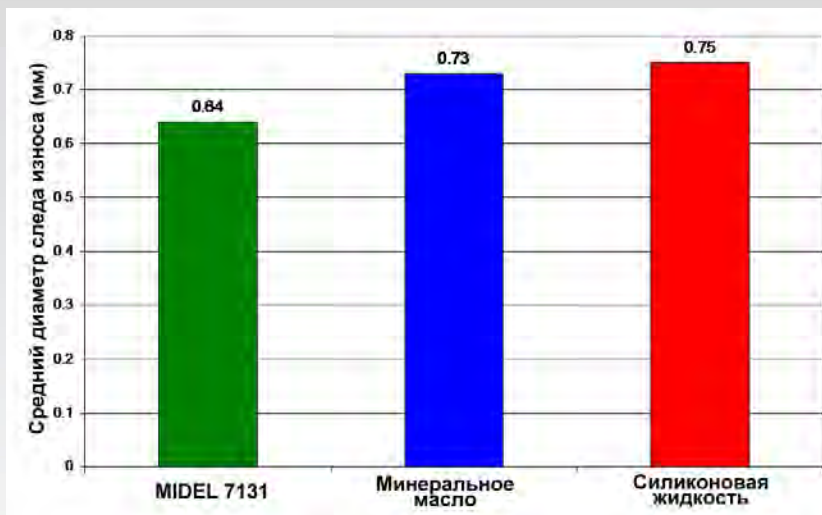
Во время проведения серии испытаний на старение жидкости в трансформаторах герметизированного типа отслеживались также и другие параметры: вязкость, плотность и температура воспламенения. Их значения практически не изменились, тем самым доказывая высокую стойкость MIDEL 7131 к воздействию высоких температур.

Смазывающие свойства

MIDEL 7131, будучи высококачественной диэлектрической и охлаждающей жидкостью, является также и превосходной смазкой. Смазка важна для бесперебойной эффективной работы многих трансформаторов. Например, для контактов переключателей ответвлений трансформатора: если жидкость не препятствует истиранию металла о металл и даже небольшому увеличению трения, система скорее всего выйдет из строя раньше времени. Подобное справедливо и для более требовательных к смазке механизмов, таких как быстроходные насосные устройства, используемые в закрытых системах охлаждения, где эффективная смазка также нужна для предотвращения пробоя.

На рис. 7 показаны результаты испытания на четырехшариковой машине трения. Чем ниже значение следа износа, тем лучше смазывающая способность. При использовании MIDEL 7131 след износа имеет наименьший диаметр, что свидетельствует о лучших смазывающих свойствах MIDEL 7131 по сравнению с другими жидкостями. Поэтому применение MIDEL 7131 гарантирует увеличение срока службы переключателей ответвлений трансформаторов и насосных систем.

Рис. 7. Испытания на четырехшариковой машине трения



Влагостойкость

Жидкость MIDEL 7131 обладает очень высокой влагостойкостью. Это значит, что она способна впитывать гораздо большее количество воды, чем минеральное масло или силиконовая жидкость, без ущерба для своих диэлектрических свойств. MIDEL 7131 также способна задерживать большее количество воды, что может замедлить старение целлюлозы. При использовании минерального масла существует опасность выделения из него воды в виде конденсата.

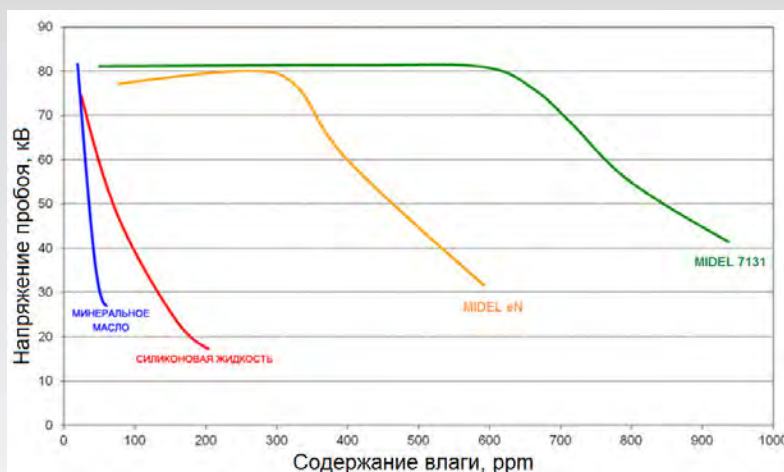
Почему для трансформаторов важна влагостойкость:

- Диэлектрическая прочность — уменьшается по мере увеличения содержания влаги
- Скорость старения бумаги — увеличивается по мере увеличения содержания влаги
- Образование пузырьков при перегрузках — при большом содержании влаги в бумажной изоляции пузырьки образуются при более низкой температуре
- Конденсация при остывании — риск выделения свободной воды из минерального масла

Диэлектрическая прочность

На рис. 8 показано напряжение пробоя жидкости MIDEL 7131, натурального эфира, минерального масла и силиконовой жидкости при температуре окружающей среды по мере повышения уровня влажности. Отчетливо видно, что даже незначительное количество воды в минеральном масле и силиконовой жидкости приводит к быстрому снижению напряжения пробоя. В отличие от них MIDEL 7131 сохраняет высокое напряжение пробоя (более 75 кВ), даже когда уровень влажности превышает 600 ppm.

Рис. 8. Зависимость напряжения пробоя от содержания влаги при 20 °C



Скорость старения бумаги

Скорость старения бумаги напрямую зависит от содержания воды. Различные исследования доказали, что срок службы бумаги сокращается до десяти раз на каждый дополнительный 1% содержания воды в целлюлозе. При старении целлюлоза выделяет воду, что дополнительно ускоряет процесс старения. Поэтому крайне важно держать целлюлозу по возможности сухой.

MIDEL 7131 способна задерживать больше влаги, чем минеральное масло, что может сократить количество воды в бумажной изоляции и таким образом замедлить старение.

С помощью кривых равновесной влажности можно продемонстрировать, что при 60 °C содержание воды в MIDEL 7131 (220 ppm) уравнивает содержание воды в целлюлозе, которое составит 1,1%. При той же температуре минеральное масло с содержанием воды 20 ppm приведет к содержанию воды в целлюлозе на уровне 2,6%. Повышение влажности на 1,5% вызовет как минимум десятикратное сокращение срока службы целлюлозы.

Увеличение количества пузырьков при перегрузке

Наличие пузырьков в диэлектрической жидкости нежелательно, так как ухудшает ее диэлектрические свойства. Согласно стандарту IEC 60076-14, температура, способствующая образованию пузырьков, напрямую связана с содержанием влаги в целлюлозе. При перегрузках повысится температура изолированных бумагой проводников, что приведет к увеличению риска достижения критических температур для образования пузырьков. Например, при содержании воды 2,6% температура образования пузырьков составит 130 °C. При содержании воды 1,1% температура образования пузырьков составит 165 °C. Поскольку MIDEL 7131 способна поддерживать целлюлозу в более сухом состоянии, она повышает запас прочности устройства при перегрузках.

Влагостойкость

Конденсация при остывании

При использовании минерального масла существует риск выделения воды во время остывания трансформатора с рабочей температуры до температуры окружающей среды. Это происходит, потому что у минерального масла низкий предел насыщения, уменьшающийся при понижении температуры. MIDEL 7131 обладает высоким пределом насыщения, благодаря чему не так легко достигает точки насыщения.

Например, если рабочая температура трансформатора, заполненного минеральным маслом, равна 90 °C, а содержание воды в бумаге — 1,5%, то содержание воды в минеральном масле составит 65 ppm. При выключении трансформатора вода имеет тенденцию оставаться в минеральном масле. При температуре 20 °C предел насыщения минерального масла составляет 55 ppm, таким образом, масло насыщается на 118% и выделяет в трансформатор свободную воду. Напряжение пробоя минерального масла также будет очень низким, что увеличивает риск сбоя при следующем включении.

В том же примере при рабочей температуре трансформатора 90 °C содержание воды в MIDEL 7131 составит 700 ppm. Предел насыщения MIDEL 7131 при температуре 20 °C составляет 2700 ppm, поэтому даже если в MIDEL 7131 останется вода, жидкость насытится только на 26%. Это значит, что в трансформаторе отсутствует свободная вода и по-прежнему обеспечивается высокое напряжение пробоя.

Таблица 4. Стандарты на содержание влаги

Стандарт	Содержание влаги
IEC 61099 – Неиспользованные эфиры	макс. 200 ppm
IEC 61203 – Эфиры в эксплуатации	макс. 400 ppm
BS 148 – Неиспользованное минеральное масло	макс. 30 ppm
BS 5730 – Минеральное масло в эксплуатации	макс. 30 ppm

Примечание: Типовое значение для неиспользованной жидкости MIDEL 7131 составляет 50 ppm.

Испытания на содержание влаги

В таблице 4 приведены стандарты содержания влаги для неиспользовавшихся и находящихся в эксплуатации жидкостей. Неиспользовавшаяся MIDEL 7131, при поставке, производится по очень строгим стандартам и имеет при поставке типичное содержание влаги 50 ppm.

Содержание влаги в жидкости MIDEL 7131, находящейся в эксплуатации, останется в допустимых стандартами пределах и составит 400 ppm. По сравнению с ней содержание влаги в минеральном масле будет на 30 ppm выше нормы. Этот фактор имеет практическое значение при истолковании результатов анализа уровня влажности. Кроме того, если в трансформатор встроено оборудование для отслеживания влажности, следует соответствующим образом отрегулировать допустимые значения влажности.

Более подробную информацию можно получить по запросу у компании ООО «ЭлекТрейд-М».

Удаление влаги

Если содержание влаги превысит рекомендованную максимальную величину для безопасной эксплуатации, для удаления влаги из MIDEL 7131 используются те же методы и оборудование, что и для удаления влаги из минерального масла. Это, например, молекулярные сита или установки вакуумной фильтрации.

Сравнение с альтернативными технологиями

Исследования, проводимые в течение многих лет техническим отделом M&I Materials Limited свидетельствует о превосходных характеристиках

MIDEL 7131 по сравнению с другими жидкостями. В таблице 5 приводится сравнение основных свойств синтетического эфира MIDEL 7131 со

свойствами минерального масла, натурального эфира MIDEL eN и силиконовой жидкости.

Таблица 5. Сравнение основных характеристик MIDEL 7131 с другими жидкостями

	Единицы измерения	MIDEL 7131	Силиконовая жидкость	Минеральное масло	MIDEL eN
Общие характеристики					
Плотность при 20 °C	кг/дм ³	0,97	0,96	0,88	0,92
Удельная теплоемкость при 20 °C	Дж/кг·K	1880	1510	1860	1848
Теплопроводность при 20 °C	Вт/м·K	0,144	0,151 (при 50 °C)	0,126	0,177
Кинематическая вязкость при 20 °C	мм ² /с	70	50 (при 25 °C)	22	84,8
Кинематическая вязкость при 100 °C	мм ² /с	5,25	15	2,6	9,3
Температура застывания	°C	-60	<-50	-50	-31
Коэффициент расширения	°C ⁻¹	0,00075	0,00104	0,00075	0,00074
Температура вспышки по ISO 2719	°C	260	260	150	327
Температура воспламенения по ISO 2592	°C	316	>350	170	360
Класс опасности возгорания по IEC 61100/ IEC 61039		K3	K3	O	K2
Биоразлагаемость (28-дневный тест) - метод OECD 301 F - метод OECD 301 D	% %	89 Неприменимо	Неприменимо <5	Неприменимо <10	97 Неприменимо
Химические характеристики					
Число нейтрализации	мг KOH/г	<0,03	<0,01	<0,03	<0,05
Низшая теплотворная способность	МДж/кг	31,6	28,0	46,0	37,5
Диэлектрические характеристики					
Напряжение пробоя	кВ	>75	50	>70	>75
Тангенс угла диэлектрических потерь δ при 90 °C		<0,008	<0,001	<0,002	<0,005
Диэлектрическая проницаемость при 20 °C		3,2	2,7 (при 25 °C)	2,2	3,1

Приведенные выше значения являются типовыми, могут быть изменены без уведомления и не могут рассматриваться как технические характеристики.

Сравнение с альтернативными технологиями

Сравнение MIDEL 7131 с литой изоляцией

Трансформаторы с литой изоляцией поставляются в качестве пожаробезопасного решения для установки в помещении, а также используются в таких областях применения, как ветровые турбины. Несмотря на то что эти типы трансформаторов нашли широкое применение, они все же имеют некоторые недостатки, и их надежность ставится под сомнение в областях применения трансформаторов с более высокими требованиями. Заполненные MIDEL 7131 трансформаторы могут предложить пожаробезопасное решение, которое лишено недостатков трансформаторов с литой изоляцией.

Таблица 6. Сравнение основных характеристик MIDEL 7131 с характеристиками литой изоляции

Свойство	MIDEL 7131	Литая изоляция
Огнестойкость	Отличная	Средняя
Отрицательное воздействие на окружающую среду	Отсутствует	Умеренное
Ожидаемый срок службы	Продолжительный	Средний
Эффективность эксплуатации	Высокая	От низкой до средней
Уровень шума	Низкий	Средний
Рабочая температура	Низкая	Средняя
Сопротивляемость загрязнению	Отличная	Средняя
Переносимость перегрузки	Отличная	Средняя
Техническое обслуживание	*Не требуется на герметизированных трансформаторах	Регулярная очистка и дефектоскопия трещин
Диагностика неисправностей (АРГ)	Да	Нет
Возможность проведения ремонтных работ	Да	Затруднительно

* С соблюдением рекомендаций изготовителя трансформатора

Таблица 7. Сравнение эффективности и стоимости утилизации заполненного жидкостью компактного трансформатора 20 кВ и типового трансформатора с литой изоляцией

	Заполненный жидкостью	С литой изоляцией
Размеры, мм	2210 × 770 × 2200	2000 × 840 × 2170
Масса, кг	4500	4600
Потери на холостом ходу, кВт	2,1	3,9
Потери под нагрузкой при 125 °С, кВт	19	19,2
Стоимость утилизации, €/кг	0,07	0,14

Использование в распределительных трансформаторах

Общие сведения

MIDEL 7131 — очень стойкая трансформаторная жидкость, допускающая длительное использование в сферах применения с самыми высокими требованиями. Как и для минерального масла, для уверенности в том, что MIDEL 7131 со временем не теряет своих свойств, необходимо отслеживать некоторые параметры жидкости на протяжении всего срока эксплуатации трансформатора. Кроме того, испытания жидкости позволяют заметить потенциальные проблемы в работе трансформатора до того, как они приведут к неисправности.

В общем случае рекомендуется брать пробы жидкости из распределительных трансформаторов перед подключением, после одного года эксплуатации и каждые пять лет в дальнейшем. Для больших силовых трансформаторов, высоконагруженных или критически важных блоков проверки можно проводить через меньшие промежутки времени.

При проведении испытаний важно помнить о существенных отличиях MIDEL 7131 от минерального масла. В настоящее время многие лаборатории имеют опыт проведения испытаний MIDEL 7131, но иногда проба может не пройти проверку, потому что используются неприменимые для неё ограничения, относящиеся к эксплуатации минерального масла.

В таблице 8 приведены типовые параметры жидкостей, подлежащие проверке, и ограничения применения согласно IEC 61203 «Синтетические органические эфиры для использования в электрических установках. Руководство по эксплуатации трансформаторных эфиров в оборудовании». Следует заметить, что это руководство и стандарт IEC 61203 неприменимы к трансформаторам, в которых ранее использовалась другая изолирующая жидкость.

Таблица 8. Общие параметры испытаний и рекомендации по ограничению применения

Параметр	Метод испытаний	IEC 61203
Внешний вид	IEC 61203 3.1	Прозрачная, без видимых загрязнений
Содержание воды*	IEC 60814	макс. 400 ppm
Число нейтрализации	IEC 61099 9.11	макс. 2,0 мг КОН/г
Напряжение пробоя	IEC 60156	мин. 30 кВ
Температура воспламенения	ISO 2592	мин. 300 °C

* При температуре окружающей среды

Испытания на определение напряжения пробоя

При испытаниях по стандарту IEC 60156 методом искровых промежутков с зазором между электродами 2,5 мм напряжение пробоя неиспользованной жидкости MIDEL 7131 обычно составляет 75 кВ. Испытания показали, что напряжение пробоя снижается весьма незначительно даже после длительного старения жидкости в трансформаторе. Кроме того, испытания показали, что при температуре окружающей среды напряжение пробоя остаётся выше минимально допустимых 30 кВ даже при очень высоком содержании влаги (до 1000 ppm).

Существует несколько факторов, которые могут привести к падению напряжения пробоя, прежде всего это попадание в жидкость механических примесей. Механические примеси могут попасть из одной пробы в другую и послужить причиной точечного снижения напряжения пробоя во время испытаний. Наличие таких примесей обычно можно определить по значительному расхождению результатов при проведении серии испытаний. При подозрении, что в жидкости находятся механические примеси, снижающие напряжение пробоя, ее пропускают через фильтр из тонкой бумаги и подвергают повторным испытаниям.

Другим фактором, влияющим на результаты, может оказаться отсутствие перерывов между испытаниями на напряжение пробоя. В этом случае образующиеся между электродами пузырьки газа не успевают рассеяться, что может привести к значительным расхождениям между результатами испытаний. Обычно в среднем проводят шесть испытаний на напряжение пробоя. Чтобы пузырьки газа с большой вероятностью рассеялись, рекомендуется делать десятиминутную выдержку перед первым испытанием и пятиминутные перерывы перед каждым последующим.

АРГ и анализ на фураны.

Для диагностики состояния трансформаторов, в которые залита MIDEL 7131, можно применять традиционные методы: анализ растворенных газов (АРГ) и анализ на фураны. АРГ, используемый для диагностики сбоя трансформаторов, в которые залито минеральное масло, также применим для MIDEL 7131, но требует незначительных поправок границ треугольника Дювала и табличных отношений. Более подробная информация предоставляется ООО «ЭлекТрейд-М» по запросу.

Руководство по хранению и использованию

Введение

Трансформаторная жидкость MIDEL 7131 очень стойкая. Исследования доказали её долгосрочную стабильность даже при повышенных температурах. В течение многих лет эта жидкость применяется по всему миру в трансформаторных системах как открытого, так и герметизированного типа. Однако при хранении и использовании жидкости MIDEL 7131 всё же следует принимать некоторые меры, обеспечивающие для неё оптимальные условия.

Поставка жидкости MIDEL 7131

Жидкость MIDEL 7131 поставляется в металлических бочках по 24,5 кг, 195 кг и 1000 кг. Партии свыше 20 тонн могут поставяться в автоцистернах или в специализированных емкостях Flexitank. Перед заполнением контейнеров жидкость осушается и дегазируется.

При поставке в крупнотоннажных герметичных контейнерах (IBC) допускается их незначительная деформация. Это происходит из-за поглощения дегазированной жидкостью небольшого количества воздуха из остающейся в таре воздушной прослойки, что приводит к образованию вакуума. Это совершенно нормальное явление, которое является доказательством того, что герметичность контейнера не была нарушена.

Бочки вместимостью 195 кг с жидкостью MIDEL 7131, напротив, не должны деформироваться. Отсутствие деформации не означает нарушения герметичности уплотнителя бочки.

Хранение

При хранении в нераспечатанном контейнере срок хранения жидкости MIDEL 7131 не ограничен. После распечатывания необходимо принять меры для предотвращения продолжительного контакта с влажным воздухом, поскольку жидкость гигроскопична и будет абсорбировать атмосферную влагу. Если жидкость хранится в неполном контейнере, в идеале следует заменить воздушную прослойку над продуктом на сухой азот или сухой воздух, а затем вновь запечатать контейнер. Если это невозможно, то для предотвращения поглощения жидкостью излишней

Таблица 9. Вязкость в зависимости от температуры

Температура °C	Абсолютная вязкость мПа·с	Кинематическая вязкость мм ² /с
0	236	240
20	68	70
40	27	28
60	13	14

Приведенные выше значения являются типовыми.

влаги необходимо надёжно запечатать крышку.

Если жидкость хранится в крупнотоннажном контейнере (IBC), рекомендуется располагать его в помещении, чтобы уберечь от температурных и погодных воздействий. Если же избежать открытого хранения невозможно, следует защитить контейнер от воздействия прямых солнечных лучей с помощью простого навеса.

Жидкость MIDEL 7131 можно хранить в складских резервуарах, подходящих для обычного минерального масла. Рекомендуется создать над жидкостью в резервуаре атмосферу из сухого азота, что позволит уберечь её от влаги. Если же это невозможно, следует использовать сухой воздух и подходящий поглотитель влаги на любой системе вентиляции. Если для поглощения влаги используется силикагелевый осушитель, то для поддержания качества трансформаторной жидкости необходимо регулярно проводить его техническое обслуживание.

Перекачивание

Жидкость MIDEL 7131 является отличной смазкой, поэтому для её перекачивания не требуется какое-либо специальное оборудование. Вязкость жидкости MIDEL 7131 при температуре окружающей среды несколько выше, чем у минерального масла, и это следует учитывать при выборе насосных систем. Для обеспечения при заданной температуре такого же расхода, как у минерального масла, потребуется более производительный насос. В таблице 9 для справок приведены значения вязкости при различных температурах.

Как и для любой диэлектрической жидкости, при перекачивании MIDEL 7131 по трубам возможно накопление статического электрического заряда. Пользователь должен обеспечить надлежащее соединение и заземление всех насосов, линий и емкостей, используемых в процессе перекачивания.

Заполнение трансформатора и пропитывание целлюлозной изоляции

Для предотвращения задержания воздуха в целлюлозной изоляции следует заполнять бак снизу или при возможности под вакуумом.

Для облегчения пропитывания целлюлозы рекомендуется перед заполнением нагреть жидкость MIDEL 7131 примерно до 60°C. Вязкость жидкости при 60°C очень близка к вязкости минерального масла при 20°C, и лабораторные испытания показали близкую скорость пропитывания. Для облегчения пропитывания также рекомендуется заполнять трансформатор медленно и выдержать не менее 24 часов перед первым подключением.

На всех этапах заполнения крайне важно избегать попадания влаги и твёрдых частиц. На стороне нагнетания всех используемых при заполнении насосов следует предусмотреть фильтры с мелкой сеткой либо с бумажным фильтрующим элементом.

Жидкость MIDEL 7131 можно дегазировать и заливать под вакуумом с использованием того же оборудования и методов, что и для минерального масла.

Паспорт безопасности вещества

1. Идентификация
вещества/смеси и
компании/предприятия

1.1 Идентификатор продукта

Наименование вещества: MIDEL 7131.

Номер CAS: 68424-31-7.

Номер REACH: 01-2119542596-31-0000.

1.2 Установленное назначение вещества или смеси и нерекомендуемое использование

Назначение продукта: диэлектрическая жидкость.

Нерекомендуемое использование: отсутствует.

1.3 Информация о поставщике вещества или смеси

Компания: M&I Materials Ltd., Hibernia Way, Trafford Park, Manchester, M32 0ZD, UK.

Телефон: +44 (0)161 864 5411.

Телефон для экстренной связи: +44 (0)161 864 5439.

Эл. почта: RussellMartin@mimaterials.com.

2. Идентификация опасности

Данный продукт не классифицируется как опасный, и поэтому нет никакой юридической ответственности. Этот документ был составлен в информационных целях, в соответствии с Положением (ЕС) № 453/2010.

2.1 Классификация вещества или смеси

Регламент (ЕС) № 1272/2008 (CLP): не классифицировано.

Директива 67/548/ЕЕС или 1999/45/ЕС: не классифицировано в качестве опасного в соответствии с критериями ЕС.

2.2 Элементы маркировки

Регламент (ЕС) № 1272/2008 (CLP): обозначения или сигнальные слова отсутствуют.

Директивы 1999/45/ЕС, 67/548/ЕЕС: обозначения или специальный текст не требуются.

2.3 Прочие факторы опасности

Отсутствуют.

3. Состав/информация
о компонентах

3.1 Вещество

Номер CAS: 68424-31-7.

Описание: жирные кислоты фракций C5–10 (линейные и разветвленные), смешанные эфиры с пентаэритритом.

4. Меры первой помощи

4.1 Описание мер по оказанию первой помощи

Вдыхание: не предполагаются ввиду низкого давления паров вещества.

При попадании на кожу: промыть водой с мылом; обратиться за медицинской помощью в случае возникновения раздражения.

При попадании в глаза: обильно прополоскать водой; обратиться за медицинской помощью в случае возникновения раздражения.

При попадании внутрь: не вызывать рвоту, обратиться за медицинской помощью.

4.2 Наиболее важные симптомы и воздействия, как острые, так и замедленные

Вредного воздействия не предполагается.

4.3 Показания в отношении необходимости оказания немедленной медицинской помощи и специального лечения

Специального лечения не требуется.

5. Меры противопожарной
безопасности

5.1 Средства пожаротушения

Двуокись углерода, порошок, пена или водяной туман. Не использовать водометы.

5.2 Особые факторы опасности, связанные с веществом или смесью

Отсутствуют.

5.3 Рекомендации для пожарных

Может потребоваться автономный дыхательный аппарат.

Паспорт безопасности вещества

6. Меры в случае
аварийной утечки**6.1 Меры личной безопасности, средства индивидуальной защиты и чрезвычайные меры**

Пролитый продукт представляет собой опасность падения при скольжении. Избегать попадания на кожу и в глаза.

6.2 Меры по охране окружающей среды

Не загрязнять озера, реки, пруды, почвенные воды или почву. Избегать слива в сточные трубы. В случае крупной утечки максимально тщательно локализовать и утилизировать в соответствии с местными нормами.

6.3 Методы и материал для локализации и очистки

Использовать абсорбирующие гранулы для впитывания и последующей утилизации пролитого материала.

7. Обращение и хранение

7.1 Меры безопасности при использовании

Избегать попадания в глаза и длительного контакта с кожей.

7.2 Условия безопасного хранения, в том числе информация о несовместимости веществ

Специальных мер предосторожности не требуется.

7.3 Конкретное конечное применение

Следует свести к минимуму воздействие воздуха. Открытые контейнеры необходимо должным образом снова запечатывать.

8. Контроль вредного
воздействия / средства
индивидуальной защиты**8.1 Контрольные параметры**

Соответствующие контрольные параметры отсутствуют.

8.2 Контроль вредного воздействия

Необходимо обеспечить средства для промывания глаз в чрезвычайной ситуации.

Средства защиты органов дыхания: в обычных условиях не требуются.

Защита кожи: использование спецодежды.

Защита рук: мыть руки после применения; при длительном или многократном контакте с кожей рекомендуются защитные перчатки.

Защита глаз: при наличии возможности распыливания рекомендуется использование защитных очков.

9. Физические и химические
свойства**9.1 Информация об основных физических и химических свойствах**

Внешний вид: жидкость бледно-желтого цвета.

Запах: слегка сладковатый.

pH: неприменимо.

Точка замерзания: -60 °C.

Температура начала кипения и интервал кипения: >300 °C.

Температура вспышки: 260 °C (в закрытом тигле).

Горючесть (в твердом, газообразном состоянии): негорючее.

Верхний/нижний предел воспламенения или детонации: данные отсутствуют.

Давление пара: < 0,001 Па при 20 °C.

Плотность пара: неприменимо.

Относительная плотность: 0,97 при 20 °C.

Водорастворимость: <1 мг/л.

Растворимость: неприменимо.

Коэффициент распределения: log K_{ow} > 6,74.

Температура самовозгорания: самовозгорание не предполагается.

Температура разложения: данные отсутствуют.

Вязкость: 28 мм²/с при 40 °C.

Взрывчатые свойства: невзрывоопасно.

Окислительные свойства: неокисляющее.

9.2 Прочие сведения Неприменимо.

Паспорт безопасности вещества

10. Стабильность и реактивность

10.1 Реактивность

Стабильно при нормальных условиях использования.

10.2 Химическая стойкость

Химически устойчиво при нормальных условиях использования.

10.3 Возможность опасных реакций

Данные отсутствуют.

10.4 Условия, которых следует избегать

Температуры выше 250°C.

10.5 Несовместимые материалы

Сильные окисляющие агенты.

10.6 Опасные продукты разложения

Отсутствуют.

11. Токсикологические сведения

11.1 Информация о токсикологическом воздействии

Вероятные пути попадания в организм. Наиболее вероятно попадание в организм через кожу и глаза. Возможно случайное попадание внутрь. Возможность вдыхания не предполагается.

Острая пероральная токсичность. Низкая токсичность: ЛД50 >2000 мг/кг, ОЭСР 401.

Острая кожная токсичность. Предполагается низкий уровень токсичности: ЛД50 >2000мг/кг, ОЭСР 402.

Острая ингаляционная токсичность: в силу низкой летучести вдыхание маловероятно.

Разъедание/раздражение кожи: не оказывает раздражающего воздействия на кожу; ОЭСР 404.

Разъедание/раздражение глаз: не оказывает раздражающего воздействия на глаза; ОЭСР 405.

Сенсибилизирующее воздействие на дыхательные пути или кожу: не оказывает сенсибилизирующего воздействия на кожу; ОЭСР 406.

Опасность аспирационных состояний: не считается опасным с точки зрения развития аспирационных состояний.

Канцерогенность/мутагенность: не считается канцерогеном/мутагеном.

12. Экологические сведения

При использовании и/или утилизации в соответствии с указаниями негативного воздействия на окружающую среду не предвидится. Данные об экотоксикологическом воздействии основаны на сведениях об аналогичных веществах.

12.1 Токсичность

Salmo Gairdneri (стальноголовый лосось): ЛК50 (96 ч), ОЭСР 203: >1000мг/л.

Daphnia Magna (большая дафния): ЭК50 (48 ч), ОЭСР 202: >1000мг/л.

12.2 Стойкость и разлагаемость

Легко биоразлагаемо, ОЭСР 301F, 89 % через 28 дней.

12.3 Биоаккумулятивный потенциал

Биоаккумулятивный потенциал отсутствует.

12.4 Подвижность в почве

Продукт обладает низкой подвижностью в почве.

12.5 Результаты оценки на PBT и vPvB

Продукт не соответствует критериям токсичности, требующим дополнительной оценки. Не считается стойким биоаккумулятивным токсичным веществом или особо стойким веществом с высокой степенью биоаккумуляции.

12.6 Иное неблагоприятное воздействие

Иного неблагоприятного воздействия не предполагается.

Паспорт безопасности вещества

13. Порядок утилизации

13.1 Методы переработки отходов

Продукт и упаковку необходимо утилизировать в соответствии с местными и национальными нормами. Возможно сжигание. Неиспользованный продукт может быть возвращен для переработки.

14. Сведения о транспортировке

Не классифицировано в качестве опасного вещества в соответствии с положениями о воздушных (ICAO/IATA), морских (IMDG), автодорожных (ADR) и железнодорожных (RID) перевозках.

14.1 Номер ООН

Не имеет значения.

14.2 Надлежащее отгрузочное наименование ООН

Не имеет значения.

14.3 Класс опасности груза

Не имеет значения.

14.4 Упаковочная группа

Не имеет значения.

14.5 Опасность для окружающей среды

Не имеет значения.

14.6 Специальные меры предосторожности при применении

Не имеет значения.

15. Нормативно-правовые сведения

15.1 Нормативно-правовые сведения в области охраны труда, техники безопасности и охраны окружающей среды, имеющие специфическое отношение к веществу или смеси

Продукт не подлежит процедуре одобрения в соответствии с регламентом REACH.

15.2 Оценка химической безопасности

В отношении данного вещества была проведена оценка химической безопасности.

16. Прочие сведения

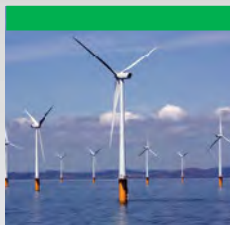
Документ составлен в соответствии с регламентом 1907/EC/2006.

16.1 Изменения, внесенные с момента последней редакции

Нет существенных изменений.

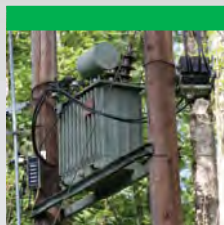
Информация, содержащаяся в настоящем паспорте безопасности вещества, верна согласно имеющимся у нас сведениям, информации и убеждениям на дату его публикации. Данный документ предназначен в качестве описания продукта исключительно в целях требований охраны труда, техники безопасности и охраны окружающей среды и не должен быть истолкован в качестве гарантии каких-либо конкретных свойств продукта.

Области применения



Ветроэнергетика:

- Шельфовые ветровые турбины
- Береговые ветровые турбины
- Шельфовые подстанции



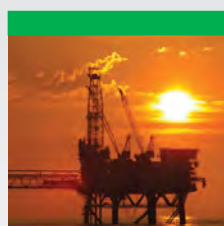
Ретрофилирование

- Допускает смешение с минеральным маслом в любых пропорциях
- Гибкость — может использоваться как в «дышащих», так и в герметизированных системах



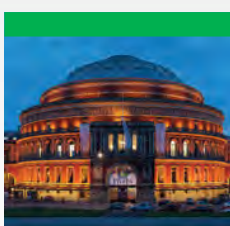
Железные дороги

- Электротяга
- Путевое хозяйство
- Подземные дороги



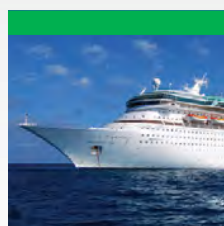
Нефть и газ

- Нефтяные платформы
- Газовые платформы
- Шельфовые платформы для хранения



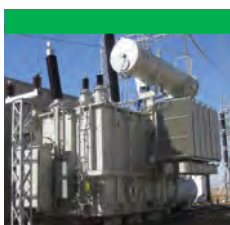
Распределительные трансформаторы

- Трансформаторы для внутренней и наружной установки
- Общественные и частные строения
- Ретрофилирование



Морское применение

- Энергия волн
- Энергия приливов
- Корабельные энергетические установки



Силовые трансформаторы

- Подстанции
- Проверена до 433 кВ
- Допускается использование в современных трансформаторах с РПН



Иные области применения (не в трансформаторах)

- Подводные проекты
- Охлаждение тиристоров
- Охлаждение батарей
- Смазка и охлаждение двигателей

Любые рекомендации и предложения относительно использования, хранения либо свойств продукции, поставляемой компанией M&I Materials Ltd, выданные при продаже, в технической документации, в ответе на конкретный запрос или любым другим образом, даются добросовестно, однако заказчик должен самостоятельно убедиться, что продукция подходит для его собственных конкретных целей. © M&I Materials Ltd. Ноябрь 2014 г.



M&I MATERIALS

M&I Materials Ltd Hibernia Way Trafford Park
Манчестер M32 0ZD Великобритания
Тел: +44(0)161 864 5422
Факс: +44(0)161 864 5444
E-mail: midelsales@mimaterials.com
Веб-сайт: www.mimaterials.com



ООО "ЭлекТрей-М"
Москва, ул. Золоторожский Вал,
д. 11с21, офис 727
Тел./факс: +7 (499) 800-23-60
E-mail: info@eltm.ru
Веб-сайт: www.eltm.ru



Трансформаторные
жидкости
www.midel.com



Вакуумные герметики
и смазки
www.apiezon.com



Сплавы вольфрама
www.wolfmet.com



Карбид кремния.
Защита от перенапряжений
www.metrosil.com