

Сравнение силиконовых и углеводородных вакуумных смазок

На рынке существуют различные варианты вакуумных смазочных материалов и герметиков. Производитель углеводородных вакуумных смазок Ariezon имеет успешный опыт в производстве смазочных и уплотнительных материалов. В последнее время на рынке появляются и другие материалы, но во многих отношениях специализированная углеводородная смазка по-прежнему остается лидером.

Другим хорошо известным материалом является силиконовая высоковакуумная смазка. Этот продукт имеет очевидные преимущества в том, что касается низкого давления паров и хорошей стабильности; однако некоторые из уникальных поверхностных свойств силикона могут вызвать проблемы у технолога по вакууму, особенно в тех случаях, когда чистота имеет первостепенное значение. Ниже приводится анализ двух ключевых проблемных областей, а именно ползучести и загрязнения.

Ползучесть силиконовой смазки

Причина, по которой силиконовая смазка настолько подвержена ползучести, основана на химическом составе базовой жидкости. Силиконовые смазки состоят из полидиметилсилоксана (PDMS) в сочетании со своего рода наполнителем, обычно с ПТФЭ или оксидом цинка. Сам полидиметилсилоксан имеет некоторые интересные свойства, одно из которых заключается в том, что критическое поверхностное натяжение смачивания выше поверхностного натяжения жидкости. Это означает, что полимер будет растекаться по своей собственной адсорбированной пленке, это так называемый процесс ползучести.

Данное свойство может быть преимуществом в некоторых применениях, поскольку означает, что силиконовая жидкость будет легко обеспечивать покрытие поверхности для защиты металла или способствовать разъему пресс-формы. Однако в условиях вакуума эта тенденция к полной ползучести может вызвать некоторые проблемы.

Например, это означает, что в вакуумной камере пленка силикона может быть поглощена поверхностным слоем, что может затемнить оптику или вызвать проблемы с электрическими контактами. Кроме того, при образовании электрической дуги или частичном разряде силиконовая смазка может пластицироваться и переходить в твердое состояние, что не является токопроводящим состоянием, и если это произойдет на электрических контактах, то они

перестанут работать должным образом.

Загрязнение поверхности

Много информации было опубликовано о потенциале силиконового загрязнения, и один пример данного процесса приведен из космической промышленности, где ряд солнечных элементов был упакован в транспортировочный пенопласт, изготовленный с использованием силиконового средства, способствующего разъему пресс-формы. Через год в упаковке смазка попадала на структуру солнечных элементов и распространялась по ней. Эта ситуация привела к повреждению солнечных элементов на большинстве панелей солнечных батарей. Именно эта способность силикона перемещаться и «уползать» далеко от предполагаемого места его использования может нанести повреждения, если ее тщательно не контролировать.

Например, основная область, в которой силикон может быть менее применимым, относится к отраслям покрытия и окраски. Если на поверхности есть силиконовое загрязнение, то оно может стать барьером для сцепления покрытия и привести к дефектам на окрашенной поверхности.

Хорошо известный пример дефекта, вызванного поверхностным загрязнением, показан на рисунке 1.



Рис. 1. Дефект, вызванный поверхностным загрязнением

В некоторых случаях использование силиконовых соединений может быть ограничено для всего технологического оборудования на лакокрасочном заводе, и в этом случае использование

углеводородной смазки является очень экономичной и эффективной альтернативой.

Другим примером, в котором следует тщательно рассмотреть выбор вакуумной смазки, является ее использование в лабораториях, где применяется большое количество специальной стеклянной тары. Во многих случаях существует потребность в изготовлении отдельных предметов оборудования для проведения определенных экспериментов и для удовлетворения этой цели существует целый ряд специализированных мастерских по производству стекла, которые могут создавать сложные стеклянные изделия на заказ. При нагревании до высокой температуры, необходимой для формования стекла (более 400 °C), может быть получен мелкодисперсный белый порошок силикагеля, который будет сливаться с поверхностью стекла. Если далее будет использоваться горелка, то силикагель будет вьедаться в стекло, тем самым разрушая его. Если часть выполненной на заказ стеклянной тары будет повреждена, то это может привести к большим затратам и намного превысить стоимость выбора углеводородной смазки вместо силиконовой.

Углеводородная смазка

Альтернативой этому является использование смазки на основе углеводородов, поскольку это семейство материалов гораздо менее подвержено ползучести и не проявляет миграционного поведения силиконов.

Это в первую очередь связано с более высоким поверхностным натяжением углеводородной смазки по сравнению с силиконом и другими альтернативами, такими как перфторполиэфиры, как показано в таблице 1.

Углеводородную смазку также легче удалять с поверхностей, чем силиконовую. В случае с лабораторной посудой достаточно использовать мыло и воду для удаления углеводородной смазки, если этого недостаточно, можно применить растворители, такие как лимонен, для растворения и полного удаления

Тип базового масла	Поверхностное натяжение дин/см	Поверхностное натяжение Н-м
Углеводород	30	0,03
Силикон	16 – 21	0,016 – 0,021
Перфторполиэфир	18	0,018

Таблица 1. Сравнение типичного поверхностного натяжения базовых масел

продукта. Что же касается силикона, то он может оставить осадок даже после тщательной очистки, что приведет к изменению поведения поверхности в отношении клеев и красок.

Зачастую выбирают углеводородный продукт, который дает необходимые вакуумные характеристики. Также стоит отметить, что в случае смазки металлических контактов углеводородная смазка обеспечивает превосходную производительность по сравнению с материалами на основе силикона.

Диапазон рабочих температур

Одним из свойств, из-за которого силиконовая вакуумная смазка, казалось бы, может иметь преимущество, является доступный диапазон рабочих температур, так как обычно он составляет от -40 до 200 °С. Углеводородные смазки могут обеспечить аналогичный рабочий диапазон, также существуют продукты, которые расширяют этот диапазон вплоть до сверхнизких температур и даже выше возможностей силикона. Диаграмма на рисунке 2 показывает диапазон рабочих температур для различных углеводородных смазок в ассор-

тименте Arizeon.

Диапазон рабочего давления

Другим важным фактором для технолога является диапазон рабочего давления вакуумной смазки, и это напрямую связано с давлением паров продукта. Давление пара силиконовой смазки будет зависеть от характеристик базового масла, которое смешивается с загустителем для получения конечной смазки. Обычно силиконовые масла имеют давление пара менее 1 мм рт. ст. (133 Па) при 220 °С, а силиконовая смазка рекомендуется к использованию в системах с предельным базовым давлением от 1×10^{-5} до 1×10^{-6} мм рт. ст. (от $1,3 \times 10^{-3}$ до $1,3 \times 10^{-4}$ Па). Рекомендуется предварительная обработка смазки при рабочем давлении и температуре, чтобы избежать загрязнения образцов.

В сравнении, высокотемпературные углеводородные смазки могут иметь давление пара менее 1×10^{-2} мм рт. ст. (1,3 Па) при 220 °С и могут использоваться при 1×10^{-8} мм рт. ст. ($1,3 \times 10^{-6}$ Па) для применения при температуре окружающей среды. Это делает загрязнение поверхностей менее вероятным и

обычно не требуется предварительная обработка смазки. Другие углеводородные смазки, предназначенные для применения при температуре окружающей среды, могут быть использованы вплоть до 1×10^{-10} мм рт. ст. ($1,3 \times 10^{-8}$ Па).

Кривая давления пара на рисунке 3 показывает пример поведения высокотемпературной углеводородной смазки и при том условии, что вакуумметрическое давление выше кривой для данной температуры, тогда смазка будет отвечать требованиям.

Закключение

На рынке существует несколько различных вакуумных смазок, две из них широко используются для производства, исследований и лабораторных работ и основаны на углеводородах и силиконе. Несмотря на то, что преимуществами смазки на основе силикона являются стоимость и стабильность, стоит оценить вероятное влияние загрязнения и ползучести перед выбором этого продукта. Нежелательное загрязнение силиконом может вызвать серьезные проблемы и его почти невозможно очистить. Также есть общие ограничения на использование силиконовых продуктов на некоторых лакокрасочных заводах, и в этом случае в качестве перспективного, экономически выгодного решения можно выбрать углеводородные смазки.

Этот вариант во многом предпочтителен благодаря низкому давлению пара и легкому удалению смазки на основе углеводородов. Углеводородные продукты также могут быть отличным решением в более широком диапазоне температур и вакуума при тщательном выборе подходящей для применения смазки. 

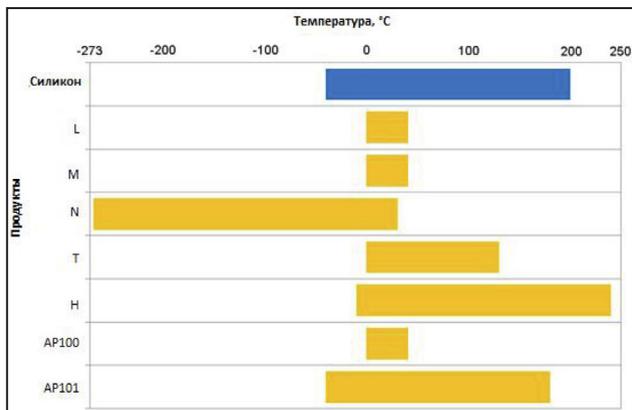


Рис. 2. Диапазон рабочих температур для углеводородных смазок

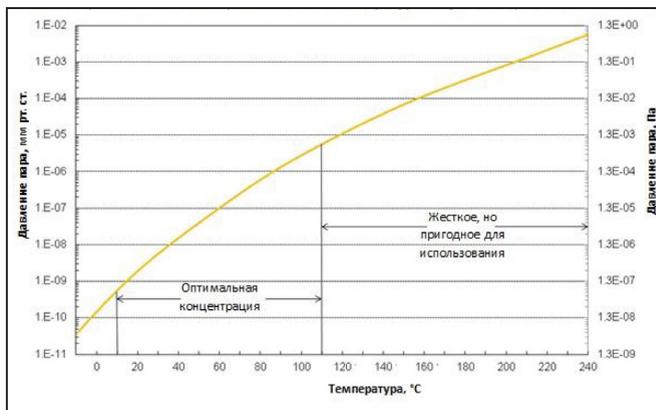


Рис. 3. Кривая давления пара для высокотемпературной углеводородной смазки