Для специальности **22.02.06 Сварочное производство**

по дисциплине **ОП.8 Основы материаловедения**

**Раздел 1. Основы материаловедения**

**Тема 9. Металлические материалы. Конструкционные и инструментальные стали и сплавы. Стали и сплавы с особыми физическими свойствами**

**Урок № 75 - 76 *Практическая работа №32-34 Определение коэффициентов трения в парах «фторопласт-сталь»***

Для изучения вопроса студентам предлагается использовать учебник

А.М. Адаскин Материаловедение (металлообработка) и лекцию

Для лучшего усвоения смотрите видео по интернету

**Задания к изучению материала**

1. Изучите тему
2. Составить отчет работы по плану **и выложите на платформу ДО**
3. План
4. Понятие ***фторопласт***.
5. Свойства ***фторопласта-4***
6. Назовите основные марки ***фторопласта***.
7. Применение ***фторопласта***.

**Для полного освоения теоретической части указанной темы необходимо использовать учебный материал электронной библиотеки (ЭБС) IPRBooks**

**Литература**

**Адреса сайтов (книг)**

[**http://www.iprbookshop.ru/19008.html**](http://www.iprbookshop.ru/19008.html)

**Лекция**

**Фторопласт лист, круг, втулка.**

**Фторопласт-4** является полимером тетрафторэтилена, т.е. полностью фторированного этилена. Он представляет собой рыхлый волокнистый порошок, легко комкующийся и при прессовании на холоду дающий плотные прочные таблетки. При температуре от 360 до 380 0С таблетки из фторопласта-4 спекаются в плотную массу белого или сероватого цвета, слегка просвечивающую, а в тонких слоях - прозрачную. Поверхность спеченных изделий из фторопласта-4 - скользкая, напоминающая на ощупь парафин.

**Фторопласт-4** является кристаллическим полимером. Температура плавления его кристаллов 327 0С, температура стеклования аморфных участков около -1200С. Поэтому при обычных температурах эксплуатации фторопласт-4 представляет собою смесь твердых кристаллитов с аморфными участками, находящимися в высокоэластическом состоянии. При комнатной температуре фторопласт-4 относительно мягок (твердость по Бринеллю 3-4 кг/мм2), причем твердость его зависит от степени кристалличности.

 При воздействии сравнительно небольших внешних нагрузок он легко подвергается рекристаллизации, т.е. вытяжке или другим деформациям на холоду. Кроме того, наличие в фторопласте-4 аморфных участков, при обычных температурах эксплуатации находящихся в высокоэластическом состоянии, приводит к тому, что у него совершенно отсутствует хрупкость и при испытании на удельную вязкость образцы не ломаются, а только изгибаются. При повышении температуры твердость кристаллитов изменяется мало, в то время как твердость аморфных участков резко падает вследствие быстрого увеличения их эластичности. В сумме это приводит к существенному падению твердости и других механических свойств при повышении температуры.

При нагревании фторопласта-4 выше точки перехода (327 0С), кристаллы плавятся, и вся масса становится аморфной. При этом непрозрачная масса просветляется и становится прозрачной, однако вплоть до 415 0С масса не переходит из высокоэластичного состояния в вязкотекучее. Выше 415 0С начинается разложение фторопласта-4, ускоряющееся при дальнейшем повышении температуры.
Таким образом, никаким нагревом нельзя перевести фторопласт-4 в вязкотекучее состояние. Поэтому обычные методы переработки пластмасс, т.е. горячее прессование, литье под давлением или экструзия, для переработки фторопласта-4 непригодны, и изделия из него изготавливаются методом спекания предварительно спрессованных на холоду таблеток.

Рекристаллизация **фторопласта**

Вследствие кристалличности, под действием внешних нагрузок фторопласт-4 может подвергаться холодному течению (рекристаллизации), что выражается в появлении необратимых (при неизменной температуре) деформаций. Чем выше температура, тем меньшая требуется для этого нагрузка.

Практически установлено, что изделия из фторопласта-4, работающие при температуре не выше 80-100 0С, не следует нагружать выше 30 кг/см2, так как при больших нагрузках становятся заметными остаточные деформации.

При давлении от 100 до 200 кг/см2 (в зависимости от температуры) образец фторопласта-4 может быть раздавлен или раскатан с уменьшением толщины и увеличением площади образца в 3-3,5 раза, без нарушения его целости, т.е. без трещин и разрывов. Однако образец, деформированный за счет рекристаллизации, сохраняет приданную ему форму только при температуре, не превышающей температуру, при которой производилась деформация.

Ввиду наличия явления рекристаллизации и деформации под нагрузкой на холоду изделия из фторопласта-4 можно применять при одностороннем давлении не выше 30 кг/см2 ; при больших давлениях следует предусматривать такие конструкции сопряженных деталей, в которых отсутствуют значительные зазоры и полости, куда мог бы вытечь фторопласт-4. В отдельных случаях недостаток эластичности фторопласта-4, можно компенсировать комбинацией его с резиной или пружинным компенсатором.

Коэффициент линейного расширения

При низких температурах (от -60 до -10 0C) величина коэффициента линейного расширения изменяется мало и равна в среднем 8х10-5. Начиная с -10 0С, коэффициент линейного расширения резко возрастает, достигая при +20 0С максимума в 25х10-5, а затем снова резко падает до 11х10-5 при 50 0С. При дальнейшем повышении температуры, коэффициент линейного расширения возрастает ступенчато: в промежутке от 100 до 120 0С - до 15х10-5, а в интервале от 200 до 210 0С - до 21х10-5.

**Оптические свойства**

Фторопласт-4 прозрачен для видимого света в тонких пленках. В толстых слоях - просвечивается. Для ультрафиолетовых лучей фторопласт-4 прозрачен в пределах 2000-4000À, а для инфракрасных лучей - в пределах длины волны от 2 до 7,5 µ

**Диэлектрические свойства**

Фторопласт-4 является одним из лучших диэлектриков, применяемых в электронике. Наиболее выдающимися свойствами как диэлектрик он обладает для техники высоких и ультравысоких частот. Диэлектрические свойства фторопласта-4 практически не зависят ни от частоты, ни от температуры.

**Коэффициент трения**

Статический и кинетический коэффициенты трения стали по фторопласту-4 имеют начальное значение 0,04 , однако после 100 проходов коэффициенты трения значительно повышаются: статический - до 0,13 , а кинетический - до 0,08. Низкое значение коэффициента трения действительно только при малой скорости и свежеприготовленной поверхности полимера.

 При высокой скорости скольжения поверхность полимера претерпевает необратимые изменения , вследствие чего коэффициент трения возрастает в 2 - 3 раза. Если поверхность получила эти необратимые изменения, появляется зависимость коэффициента трения от температуры в пределах от 16 до 180. Если скорость скольжения не превосходит 0,66 м/мин., то коэффициент трения не повышается неограниченно долго, но достаточно повысить скорость скольжения, чтобы коэффициент трения быстро возрос и затем уже оставался высоким и при снижении скорости.

Коэффициент трения фторопласта-4 зависит от нагрузки и существенно снижается при возрастании нагрузки на подшипник. При нагрузках порядка 20 - 30 кг/см2 коэффициент трения равен 0,1; при нагрузке 150 - 300 кг/см2 он снижается до 0,02. Использованию фторопласта-4 в качестве материала для подшипников препятствуют такие свойства фторопласта как "хладотекучесть", мягкость и низкая теплопроводность. Поэтому в качестве материала для подшипников применяют фторопласт наполненный различными порошкообразными наполнителями (кокс, дисульфид молибдена, стекловолокно, углеродистое волокно).

**Химическая стойкость**

Из всех известных пластических масс фторопласт-4 является наиболее химически стойким материалом. Наиболее агрессивные химические вещества - крепкие и разбавленные кислоты, концентрированные растворы щелочей, самые сильные окислители - не оказывают на фторопласт-4 никакого действия даже при высоких температурах.

На фторопласт-4 действуют только расплавленные щелочные металлы (или их растворы в аммиаке), трехфтористый хлор и элементарный фтор, причем действие этих веществ резко проявляется лишь при высокой температуре. Однако фторопласт-4 применяют в качестве уплотнительного материала в аппаратуре, работающей с фтором, так как из всех известных уплотнительных материалов он оказался все же наиболее стойким по отношению к фтору.

Фторопласт-4 не смачивается водой и не набухает в ней. Не известен ни один растворитель, в том числе и среди фторированных органических веществ, в котором фторопласт-4 хотя бы набухал.

**Марки фторапласта-4, область применения**

|  |  |
| --- | --- |
| Ф-4О | Используется для изготовления изделий общего назначения (трубопроводов, насосов, втулок, прокладок и т.п.) и композиций. |
| Ф-4ПН | Для изготовления электротехнических изделий и изделий повышенной надежности, а также электроизоляционных, изоляционных и пористых вальцованных пленок и прокладочной ленты. |
| Ф-4Д | Для изготовления экструзионных тонкостенных труб, шлангов, стержней, кабельной изоляции ленты и материала ФУМ. |
| Ф-4А | Обладая всеми свойствами Ф-4, более технологичен. Используется для получения изделий точного размера методами автоматического, изостатического, компрессионного прессования и поршневой экструзии. |

**Применение фторопласта**

**Фторопласт: полезные особенности и качества**

Применение изделий из Фторопластов всегда эффективно, так как их использование повышает надежность, увеличивает срок службы конструкций и механизмов, облегчает ремонт и эксплуатацию.

**Фторопласт-4 используется для транспортировки и хранения химически агрессивных сред** в трубопроводах, в аппаратах колонного типа, запорной арматуре, насосах, емкостях в качестве прокладочно-уплотнительных деталей контактирующих с агрессивными средами, а также для футеровки реакторов, т. к. обладает исключительной химической инертностью по отношению практически ко всем агрессивным средам (за исключением расплавов щелочных металлов и трифторида хлора).

**Фторопласт-4 и композиции на его основе широко применяется в машиностроении** (в узлах трения машин и механизмов) в качестве подшипников и опор скольжения, а также подвижных уплотнителей (поршневых колец и манжет). Т. к. у Фторопласта самый низкий, среди конструкционных материалов, коэффициент трения. Причём, динамический коэффициентов трения равен статическому. Использование Фторопластов в узлах трения повышает надежность и долговечность механизмов, обеспечивает стабильную эксплуатацию в условиях агрессивных сред, вакуума и при сверхнизких температурах.

**Фторопласт-4 применяется в электронной радиотехнике и технике СВЧ** для изоляции проводов, кабелей, разъёмов и изготовлении печатных плат благодаря высокой термостойкости в сочетании с превосходными диэлектрическими характеристиками. Изделия из Фторопласта-4 можно эксплуатировать при температурах от -269°С до +260°С, причем верхний предел ограничивается не потерей химической стойкости, а снижением физико-механических свойств. Температура плавления Фторопласта около 327 С, выше которой исчезает кристаллическая структура и он превращается аморфный прозрачный материал.

**Фторопласт-4 широко используется в медицинской и фармацевтической промышленности**, т. к. он биологически и физиологически безвреден! Из Фторопласта изготавливают протезы кровеносных сосудов, сердечные клапаны, емкости для хранения крови и сыворотки, упаковку для лекарств и многое другое (по приказу Минздрава СССР № 177 от 23.02.1976 г. "Об утверждении полимерных материалов и композиций, рекомендованных в медицине")

**Фторопласт-4 используется в пищевой промышленности и бытовой технике** для изготовления антиадгезионных и антипригарных покрытий, а также для изготовления уплотнений молочных насосов, т. к. этот материал биологически и физиологически нейтрален, а соответственно безвреден для человека. Фторопласт не смачивается водой и эта его особенность также важна для применения в пищевой промышленности.