

МИКРОПРОД В СТЕКЛЯННОЙ ОБОЛОЧКЕ для тензометрии сосудов высокого давления

**В настоящей презентации мы представляем
новое техническое решение бесконтактного
тензодатчика для контроля целостности сосудов
высокого давления.**



Конструкция металлокомпозитного баллона высокого давления

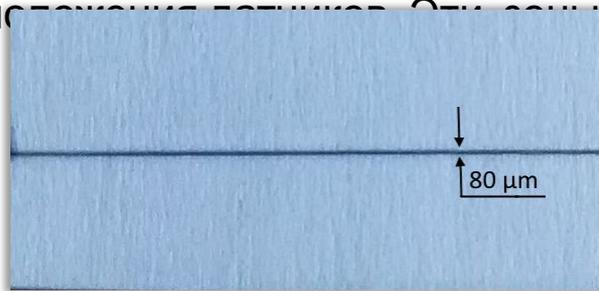
Взято из интернета

Решение задачи измерения давления и целостности лейнера

- О давлении газа внутри баллона можно судить по деформации лейнера. Для измерения деформации может быть применён микропроволочный тензодатчик.
- Разрушению лейнера, как правило, предшествует пластическая деформация, которую можно определить тензометрическими измерениями. Таким образом контролируя состояние лейнера можно диагностировать безопасность эксплуатации баллонов.
- Микропроволочный тензодатчик прочно прикрепляется к лейнеру баллона, до намотки армирующей оболочки. Затем наматывается армирующая оболочка по существующей технологии.
- Считывание деформации осуществляется бесконтактно. Считывающая головка измерителя деформации подносится (приближается) к участкам баллона в местах расположения датчиков. При этом определяется величина деформации лейнера в данной области.
- По величине деформации определяется давление в баллоне, а в случае пластической деформации лейнера, или повреждения оболочки, зона его расположения.
- Таким образом, используя тензодатчик, можно приборно проводить диагностику состояния лейнера и армирующей оболочки. При этом повышается надёжность и безопасность эксплуатации сосудов высокого давления, а также возможность контролировать давление внутри баллонов.

Конструкция тензодатчика и принцип его работы

- Чувствительный элемент тензодатчика представляет собой отрезок ферромагнитного микропровода, обладающий высокой чувствительностью к деформации растяжением.
- При помещении такого отрезка микропровода в переменное магнитное поле, генерируемое намагничивающей катушкой измерителя деформации, происходит перемагничивание отрезка микропровода. При перемагничивании отрезок микропровода индуцирует два электромагнитных импульса (положительный и отрицательный) за каждый период перемагничивания. Эти электромагнитные импульсы наводят э.д.с в приёмной катушке измерителя деформации.
- Величина деформации определяется величиной коэрцитивной силы, то есть расстоянием между положительным и отрицательным импульсами.
- Для правильного определения деформации головка измерителя должна быть расположена в зоне расположения датчиков. Эти зоны должны быть отмечены на поверхности баллона.

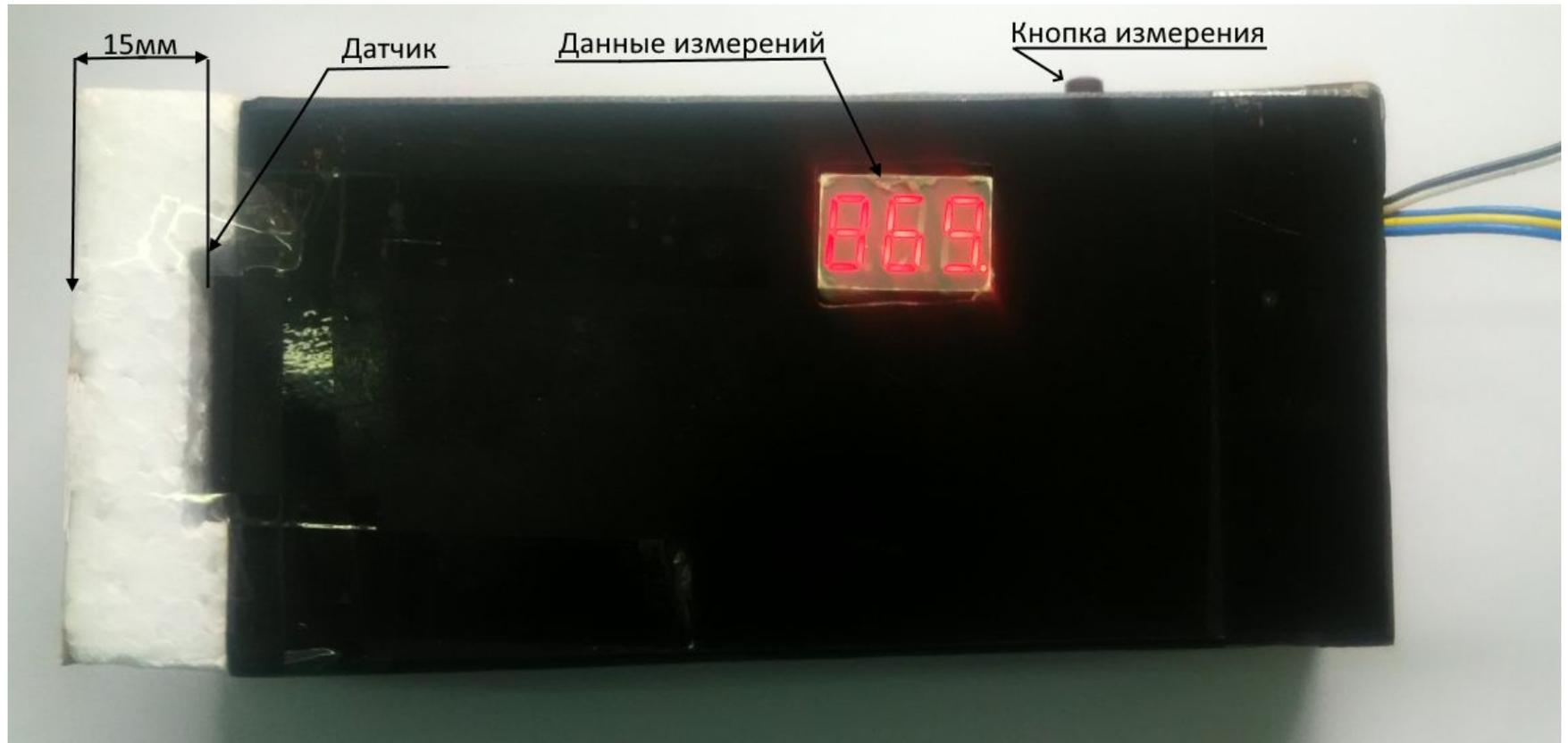


- Тензодатчик

Тензодатчик закреплённый на клеякой ленте



Внешний вид считывателя деформации



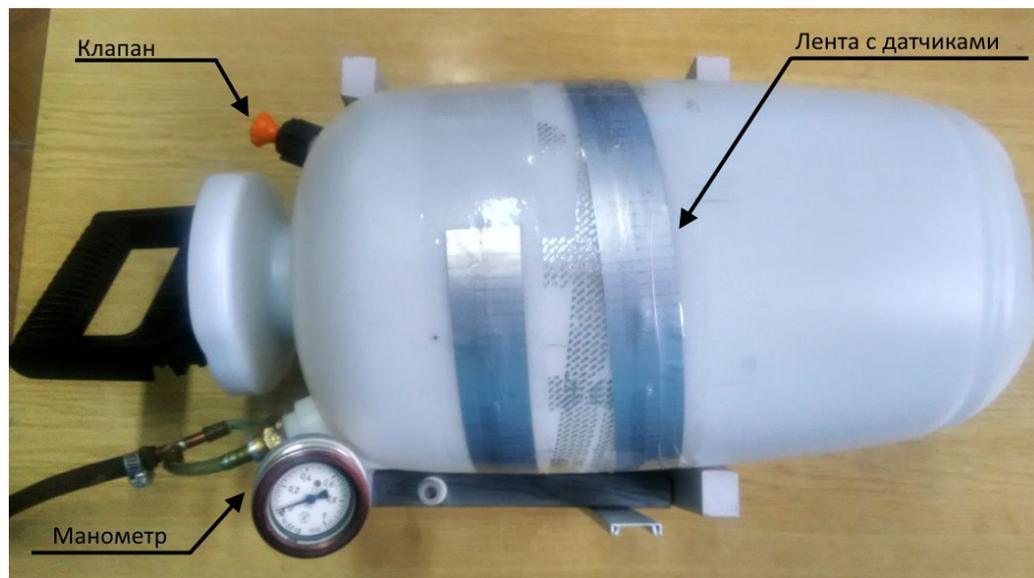
Считыватель деформации

- Макет считывателя деформации представляет из себя электронное устройство, состоящее из измерительной головки, состоящей из намагничивающей и измерительной катушек; генератора синусоидального напряжения возбуждающего переменное магнитное поле; пары измерительной и компенсационной катушек и далее, усилителя, фильтра, устройства обработки сигнала и индикации.
- Насадка на измерительную головку, установленная на макете, предназначена для установления расстояния от измерительной головки до тензодатчика. Её толщина равна толщине композитной оболочки баллона (около 15 мм.). В рабочем варианте насадка не используется.
- На корпусе считывателя расположена кнопка включения измерений.
- Устройство питания выполнено отдельным блоком.

Имитатор баллона

Имитатор баллона – пластиковый баллон с манометром, указывающим создаваемое давление.

На имитаторе баллона закреплены тензодатчики расположенные на клейкой ленте.



Процесс измерения деформации

Измеритель деформации прикладывается к месту расположения тензодатчика.



Измерение деформации

Измерение деформации при давлении в баллоне 0,2 атм.



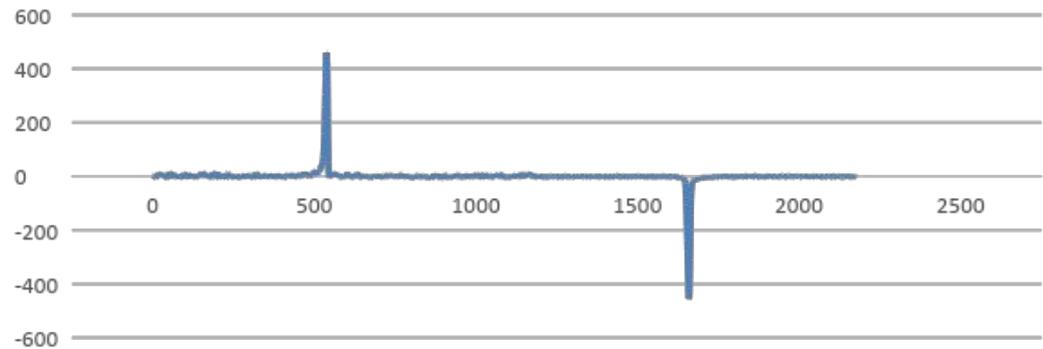
Физический принцип работы тензодатчика

При приложении переменного магнитного поля за один период индуцируются два импульса (положительный и отрицательный). Расстояние между импульсами пропорционально относительной деформации.

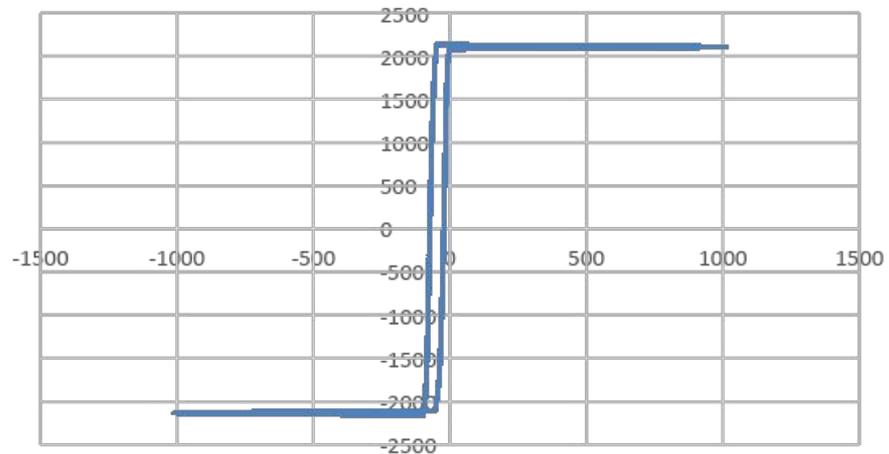
При приложении растягивающей нагрузки расстояние между импульсами увеличивается.

Микропровод, используемый в качестве тензодатчика имеет бистабильный характер перемагничивания, то есть прямоугольную петлю гистерезиса.

Импульсы перемагничивания датчика деформации



Петля гистерезиса при перемагничивании



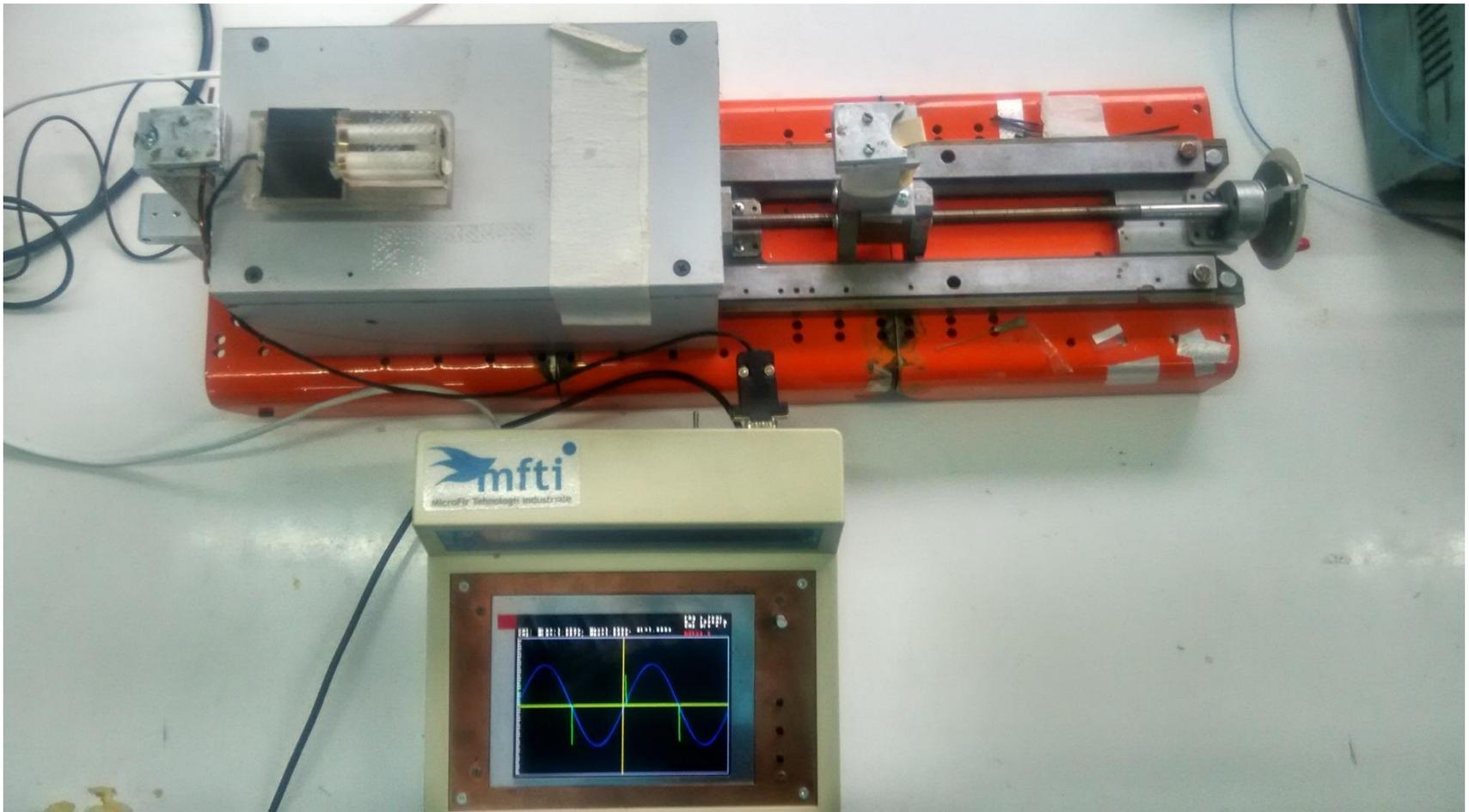
Получение микропровода с высокой тензочувствительностью

- Измерительный микропровод с высокой тензочувствительностью получают из сплавов имеющих большую магнитострикцию.
- Микропровод получают по типовой технологии литья из жидкой фазы методом Улитовского – Тейлора.
- Затем микропровод проходит термомеханическую обработку.
- В исходном микропроводе величина тензочувствительности лежит в интервале 200 – 400.
- После термомеханической обработки коэффициент тензочувствительности может достигать 40000, что намного больше чем у других датчиков.

Измерение тензочувствительности микропровода

- Для измерения магнитных характеристик микропровода в процессе растяжения применяется типовой измеритель тензочувствительности состоящий из винтового устройства натяжения и измерителя магнитных характеристик - ВН метра.
- При измерении тензочувствительности отрезок микропровода растягивается на заданную величину и измеряются параметры петли гистерезиса.

Стенд для измерения тензочувствительности

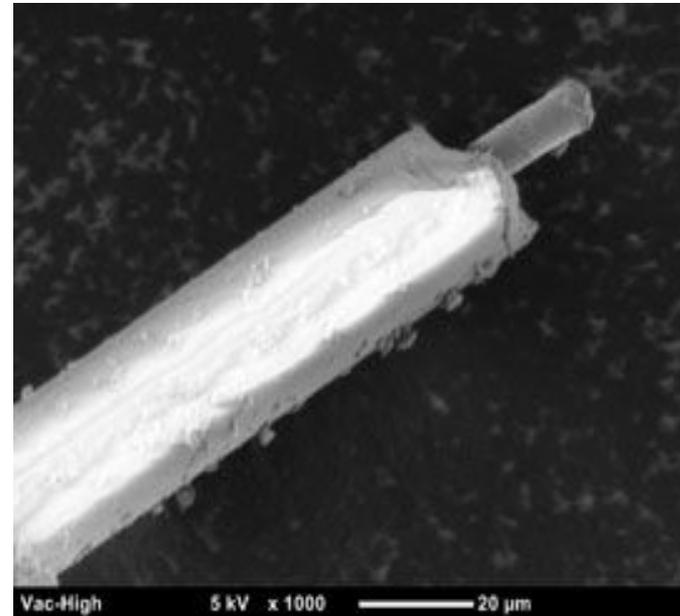
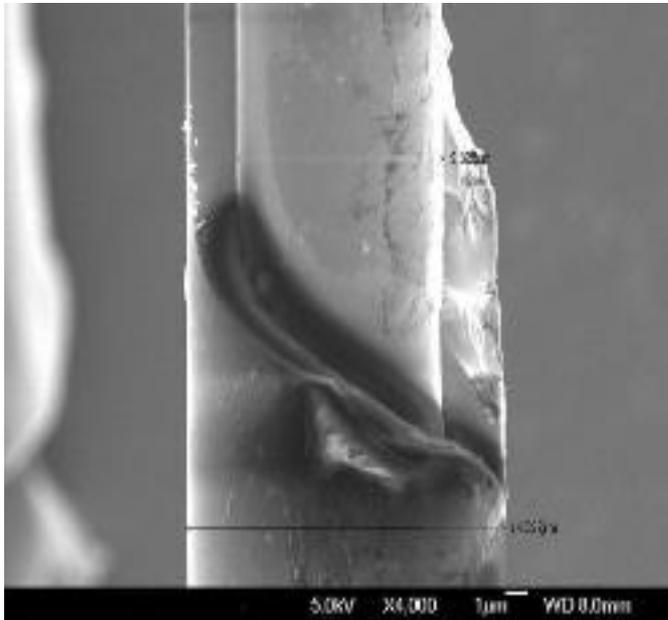




**Литьё микропровода в стеклянной оболочке
по методу Улитовского-Тейлора**



**Установка для литья микропровода ITMF-3
Разработка МФТИ**



Микропровод в стеклянной оболочке под микроскопом



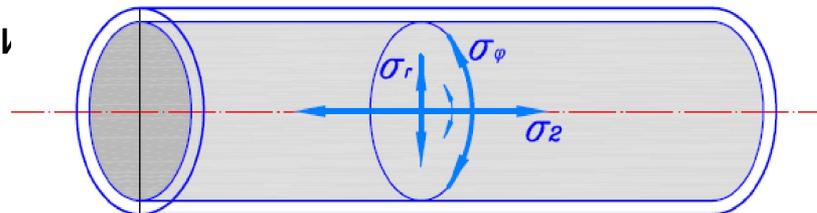
**Микропровод на
бобинах**

Магнитные микропровода

Высокие скорости охлаждения жилы микропровода при литье из жидкой фазы позволяют в ряде сплавов фиксировать аморфную или микрокристаллическую структуру.

В микропроводах изначально, присутствуют магнитные анизотропии. Главные из них, магнитоэлектрическая или анизотропия формы, связанная с цилиндрической формой жилы микропровода, и магнитоупругая, связанная с напряжениями, возникшими под действием стеклянной оболочки, прочно соединённой с металлической жилой. Металл жилы и стеклянная оболочка затвердевают практически одновременно при температуре примерно 600 - 800 град. С, и охлаждаются до комнатной температуры твёрдыми телами. Вследствие разницы коэффициентов расширения (у стекла примерно в 10 раз меньше, чем у металла),

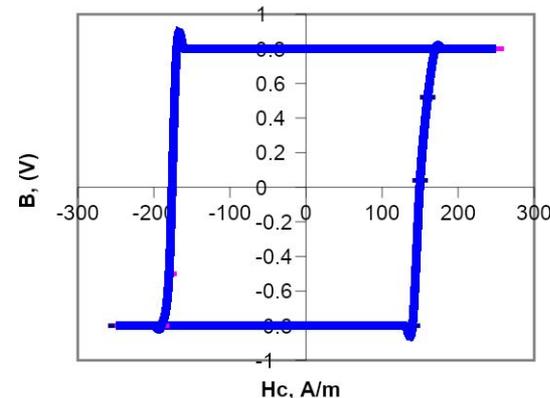
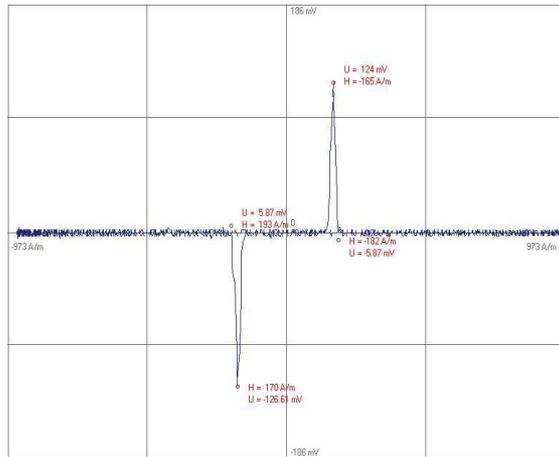
и прочного сцепления
всесторонние растяги



жиле возникают
растяжения.

Бистабильные магнитные микропровода

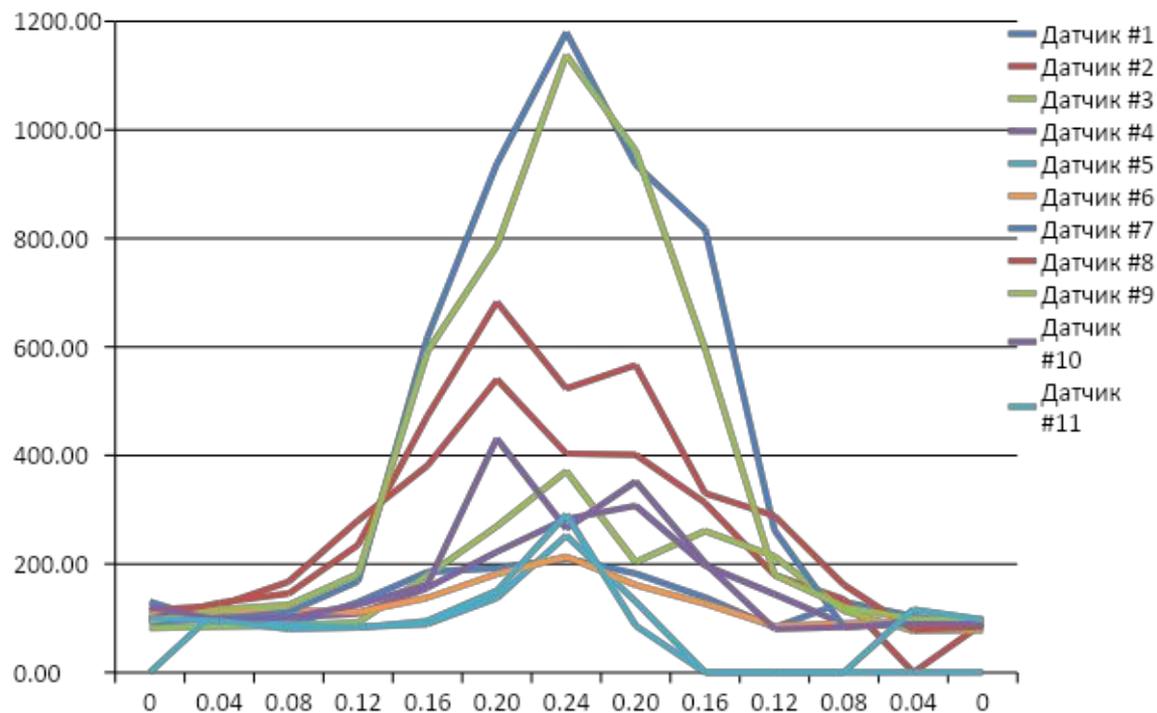
При положительной магнитострикции (сплавы на основе железа) направление магнитостатической, магнитоупругой анизотропий и направление легкого намагничивания, совпадают с осью микропровода. Микропровод обладает свойством бистабильности. Перемагничивание происходит одним большим скачком Баркгаузена.



Импульс перемагничивания и петля гистерезиса бистабильного микропровода

Преимущества применения микропроводных тензодатчиков

- Беспроводное (бесконтактное) считывание величины деформации.
- Чувствительный элемент тензодатчика (микропровод) имеет протяженные размеры и охватывает всю исследуемую поверхность. То есть можно контролировать любую локальную область поверхности.
- Область считывания детектирующей катушки имеет небольшие размеры (10x30 мм), что позволяет контролировать локальные участки исследуемой поверхности.
- Технология встраивания тензодатчика в конструкцию баллона, на наш взгляд, будет достаточно простой и не потребует значительного усложнения существующей технологии армирования.
- Микропровод имеет стеклянную оболочку, что делает его коррозионно - стойким.
- Температурный интервал работы от минус 50 до плюс 450 градусов Цельсия.
- Временная стабильность – высокая.



Результаты измерения деформации от давления в баллоне 11 датчиками при увеличении давления до 0,24 атм и уменьшении до нуля

Как видно из графиков, деформация в месте расположения датчиков 7, 8, и 9 значительно больше чем на остальных участках баллона. Возможная причина – различие в толщине стенки имитатора баллона.