

О новом в производстве сейсмоприёмников на предприятии ООО «Геоспейс Технолоджис Евразия»

■ Зиновьев В.И., ООО «Геоспейс Технолоджис Евразия, г.Уфа

В 2012 году в связи с изменениями в составе учредителей ООО «ОЙО- Гео Импульс Интернэшнл» было переименовано в ООО «Геоспейс Технолоджис Евразия». При этом вся ранее выпускаемая номенклатура изделий в производстве сохранена.. В настоящее время наибольшим спросом у потребителей пользуются группы геофонов GS-20DX, GS-32CT. Предприятие поставляет за рубеж до 70% выпускаемой продукции. В группах геофонов, поставляемых за рубеж, как правило, применяются сейсмоприёмники типа GS-30CT, GS-32CT, имеющие более жёсткие допуски на основные параметры по сравнению с сейсмоприёмниками GS-20DX и, соответственно, больший рабочий ресурс обеспечиваемый конструктивными и технологическими решениями.

Геофоны GS-20DX, GS-32CT сертифицированы ЕАГО на соответствие действующим Российским стандартам. Имеются квалификационные сертификаты головной компании-разработчика Геоспейс Технолоджис на производство геофонов GS-20DX, GS-30CT, GS-32CT, что обеспечивает предприятию возможность работы на международном рынке.

С 2007 году система менеджмента качества предприятия сертифицирована на соответствие требованиям ГОСТ ИСО 9001-2001и успешно функционирует по настоящее время.

В целом работе по обеспечению качества на всех этапах производства

уделяется весьма много внимания, начиная от поставщиков материалов и комплектующих, входного контроля до текущего и выходного контроля с соответствующим обеспечением мерительным инструментом, приборами, измерительными комплексами, метрологическим обеспечением, обучением и аттестацией персонала, анализом удовлетворённости потребителя.

Производство сейсмоприёмников начинается с конструкторско-технологической документации. В нашем случае конструкторская документация предоставлена головным разработчиком с последующим её переложением с американской в метрическую систему единиц измерения. Отсюда возникают определённые требования к сортаменту входящих материалов, обрабатываемому инструменту, а также к механическим и электрическим характеристикам российских материалов. Все эти вопросы решаются и регулируются в процессе производства конструкторско-технологическим отделом предприятия.

Следующий этап производства - изготовление механических деталей (токарная обработка, фрезерование, сверление, галтовка отдельных деталей). При мехобработке ведётся 100% контроль всех деталей по определяющим геометрическим размерам как самими исполнителями, так и в ходе последующей приёмки ОКК с выбо-

рочным контролем полной геометрии.

В настоящий момент предприятие находится в стадии освоения производства нового высокочувствительного сейсмоприёмника GS-ONE. Запущена в производство опытная партия в 5000 шт. Данным типом сейсмоприёмника комплектуется новая бескабельная система сбора геофизических данных GSR (GSX), выпускаемая головной компанией в Хьюстоне. Сейсмоприёмники GS-ONE, имеющие чувствительность в 3-и раза выше чувствительности обычных электродинамических сейсмоприёмников GS-30, 32CT, SM-24, обеспечивают возможность выполнения геофизических работ с одиночными сейсмоприёмниками без группирования с более плотной расстановкой, что позволяет получать более достоверную геофизическую информацию. Вместе с тем, если при группировании показатели сейсмоприёмников осредняются и возможны менее жёсткие допуски на параметры сейсмоприёмников в

группе, то требования к точности изготовления и надёжности сейсмоприёмников GS-ONE при использовании их как одиночных существенно выше.

Вот почему этапу изготовления опытной партии сейсмоприёмников GS-ONE предшествовала достаточно сложная и большая подготовка производства: от освоения производства отдельных механических деталей с обеспечением соответствующих требований по допускам. Все это определило дальнейшее направление технического перевооружения механического производства и закупку современных двухшпиндельных автоматов продольного точения - обрабатывающих центров, позволяющих выполнять операции точения с перехватом деталей, а также производить их фрезеровку, сверление, при необходимости, гравировку без переустановки деталей.

Подготовка производства затронула и весь комплекс технических средств, задействованный в измере-

Рис.1 Обрабатывающий центр JSL-32AB производства Тайвань



ниях промежуточных и окончательных параметров, вплоть до переноса тестирующего комплекса в отдельное помещение с формированием развязанных от основного здания фундаментов под тестирующее оборудование. Это было вызвано необходимостью обеспечения требуемого низкого сейсмического фона на измерительных платформах в связи с высокой исходной чувствительностью сейсмоприёмника GS-ONE. Произведена модернизация тестирующего комплекса под новые типы сейсмоприёмников, в том числе и под GS-ONE, GS-14CT, разработаны и введены в эксплуатацию приборы измерения проводимости каркасов, намагничивания, частичного размагничивания и другие, обеспечивающие получение требуемых параметров новых типов сейсмоприёмников.

Одним из основных элементов любого типа сейсмоприёмника является упругий элемент в нашем случае пружина. Таких пружин в сейсмоприёмнике электродинамического типа, таких как 20DX, 30,32CT, SM-24, уста-

навливается две.

Именно эти плоские пружины вместе с сейсмомассой катушки и определяют собственную частоту сейсмоприёмника. Если сейсмомасса катушки является величиной заданной с требуемым допуском, то такие показатели пружин, как жёсткость и масса, удерживать в требуемом поле допуска при производстве весьма сложно. Используется расширенное поле допуска на их показатели, а затем под каждую взвешенную катушку из расширенного поля подбирается пара пружин. Таким образом и обеспечивается требуемая точность по собственной частоте сейсмоприёмника. Отчасти такая технология определяется точностью процессов изготовления пружин и в основном показателями фольги, поступающей от производителей на травление. Желание управлять процессами изготовления пружин, снижая их себестоимость и увеличивая выход годных, предопределило наши дальнейшие действия.

К середине 2008 года был спроектирован, закуплен, смонтирован и



Рис.2 Гальванический участок

запущен комплекс по производству (химическому травлению) пружинных деталей от ведущих мировых производителей. В состав комплекса входят установки Испании, Германии, Англии, США, «чистая комната», очистные сооружения, системы водоподготовки, захлаживания от Российских производителей с максимальной производительностью до 2-2,5 млн пружинных деталей в год.

Главным подрядчиком выступила компания «Петрокоммерц» г.С.Петербург, обеспечившая технологическое сопровождение проекта, пусконаладочные работы по основному оборудованию.

Данный комплекс обеспечивает полный цикл производства пружинных деталей из фольги, начиная от разработки и изготовления фотошаблонов до получения готовых пружин. Комплекс обеспечивает точность изготовления пружин в геометрических размерах $\pm 10 \text{ мкм}$, при высокой степени повторяемости процессов за счёт встроенных процессорных систем стабилизации химсостава и температуры как травильного раствора, так и растворов на других установках подготовительных и окончательных операций. При нанесении фоторезиста и экспонировании в «чистой комнате» исключается попадание частичек пыли на границы травления.

Другим не менее важным показателем любого сейсмоприёмника электродинамического типа является демпфирование. Этот показатель определяется при разомкнутой внешней цепи сейсмоприёмника проводимостью алюминиевого каркаса катушки и значением магнит-

ного потока в рабочем зазоре сейсмоприёмника на частоте собственных колебаний. Чем выше проводимость каркаса, тем больше демпфирование. Формирование этого показателя начинается на этапе заказа у поставщиков материала с заданной проводимостью под каркас катушки, обеспечивается в процессе мехобработки геометрии, последующим твёрдым анодированием, покрывающего каркас прочной электроизолирующей плёнкой и доводится термообработкой каркаса до требуемых величин в соответствующее поле допуска.

Показатель чувствительность определяется количеством витков катушки, значением магнитного потока в рабочем зазоре и взаимосвязью с демпфированием. Обеспечивается производством в процессе формирования требуемого магнитного потока в рабочем зазоре при намагничивании магнитной системы сейсмоприёмника в сборе. Намотка катушек сейсмоприёмников ведётся на скоростных, точных намоточных станках чешского и швейцарского производства (точность ± 1 виток при общем числе 1000) при стабилизированной температуре в помещении намотки. Всё это с организованным 100% контролем также минимизирует отклонения активного сопротивления катушки от заданных значений.

Одним из основных показателей сейсмоприёмника является КНИ-коэффициент нелинейных искажений, определяемый конструкцией сейсмоприёмника: равномерностью распределения магнитного поля в рабочих зазорах между полюсным

наконечником и внешним магнито-проводом, расположением рабочих полуобмоток катушки, симметрией полуобмоток (равенством их витков), а также линейностью характеристик пружин, на которых подвешена катушка, в диапазоне рабочих перемещений.

Здесь основополагающую роль выполняют пружины. Именно они задают исходное положение - центровку катушки в рабочем зазоре, определяют своим ресурсом уход центровки в процессе эксплуатации. При производстве сейсмоприёмников центровка является параметром, подлежащим измерению и контролю по заданному полю допуска.

Весьма существенную долю в КНИ вносит заделка пружин, посадочные места под их установку. Естественно, немаловажное значение имеет чистота проведения сборочных операций, отсутствие каких-либо частиц, ворсинок в рабочих зазорах, прочность нанесённых защитных покрытий.

Для подтверждения заданного рабочего ресурса, собранные сейсмоприёмники подвергаются испытаниям, в ходе которых сейсмоприёмники падают с высоты 1-го метра на твёрдую поверхность с последующим тестированием. Количество ударов составляет не менее 2000. Для этих целей произвольной выборкой ежедневно от каждой тысячи отбирается 10 сейсмоприёмников, которые и подвергаются испытаниям. Не прошедшие испытания сейсмоприёмники разбираются, анализируются причины дефектов, принимаются соотве-

тствующие редактирующие действия.

В тестировании сейсмоприёмников на предприятии задействованы две автоматические тестирующие станции (АТС), разработанные и выпускаемые компанией Геоспейс (Хьюстон). Одна из них прошла модернизацию под новые типы сейсмоприёмников в 2012 г. Повышена разрядность используемого АЦП с 16 бит до 24-х. Введена в действие аппаратура OGA, разработанная Геоспейс для тестирования как одиночных геофонов новых типов, так и всех ранее освоенных, с возможностью тестирования и групп геофонов. В производстве используются современные модели магнитайзеров, обеспечивающих намагничивание геофонов в сборе с возможностью измерения основных параметров, тестеры SMT-200, SMT-400. Для сортировки пружин в 2012г введены в действие компьютеризированные системы сортировки пружин с использованием прецизионных датчиков силы.

Ранее использовались датчики с низкой точностью, что приводило к некоторым отклонениям в подборе пар пружин.

В соответствии с технологическим регламентом сё тестовое оборудование ежедневно в начале смены проходит калибровку эталонами. Периодически, раз в полугодие по утверждённой методике проводится калибровка измерительного тракта с применением в качестве эталонных средств измерения приборов SMT.

Контроль электрических параметров сейсмоприёмников в процессе сборки проводится в три этапа:

Рис.3 Автоматическая тестирующая станция



- контроль при намагничивании магнитайзерами в закрытой цепи с шунтирующим внешним резистором до закрытия-завальцовки крышки;
- тестирование на АТС в открытой цепи до завальцовки;
- финишное тестирование на АТС после завальцовки с отбраковкой сейсмоприемников, не прошедших по параметрам.

Накопленная на АТС информация по тестированию периодически считывается и подвергается статистической обработке, показывающей

среднестатистические отклонения параметров от номинальных величин. В соответствии с результатами проводятся корректирующие действия.

Для нашего предприятия всегда было характерно стремление быть на самом острие технологического прогресса. Без этого невозможно обеспечить производство продукции, отвечающей требованиям международных стандартов. И именно такой подход к организации производства обеспечивает ООО «Геоспейс Техно-

Подробнее об авторе



Зиновьев В.И.

Технический директор
ООО «Геоспейс Технолоджис
Евразия, г.Уфа