

КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ИССЛЕДОВАНИЯ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ФЕРМЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ СРЕДСТВ ОСВОЕНИЯ ШЕЛЬФА

Сергатова Ю.Н.

Севастопольский государственный технический университет
г. Севастополь, бухта Стрелецкая,
Студгородок
E-mail:root@sevgtu.sebastopol.ua

После энергетического кризиса 1992 г. на Украине с особой актуальностью стал вопрос о разработке собственных нефтяных месторождений, которые находятся в основном на прибрежном шельфе. В настоящее время наибольшее распространение в области освоения шельфа получили ПБУ с колоннами решетчатой (ферменной) конструкции. Такие ПБУ позволяют осуществлять разведочное и промышленное бурение шельфа на глубинах от 15 до 200 метров.

Наиболее нагруженные сечения находятся в верхней и нижней части колонны.

Средняя по высоте часть колонны менее нагружена и может быть облегчена, исходя из экономических соображений. Необходимые для этого проверочные расчеты должны быть сделаны не только для максимальных расчетных нагрузок, приложенных в соответствующих сечениях, но и для случаев, когда ПБУ устанавливается на точку бурения при глубинах моря, меньших, чем расчетные. При этом наиболее нагруженное сечение сместиться.

Многообразие конструкций колонн и узлов их закрепления не позволяет дать общую методику расчета их напряженного состояния. В связи с этим большое значение приобретают испытания напряженного состояния элементов конструкции ПБУ в натурных условиях.

В большинстве случаев первичным элементом контрольно-измерительной системы при исследованиях напряженного состояния конструкций ПБУ являются тензодатчики, наклеенные на исследуемые поверхности и деформирующиеся вместе с ними. Соединение и единичных тензодатчиков, и составленных из них блоков с контрольно-измерительной аппаратурой осуществляется с помощью измерительных трасс.

Все существующие в настоящее время контрольно-измерительные системы различаются типом и функциональными возможностями преобразующей регистрирующей аппаратуры.

Характерной особенностью исследуемых ферменных конструкций является многоточечность измерений (до 100 и более точек) и малые уровни сигналов, снимаемых с тензорезисторных датчиков. Традиционные средства регистрации, применяемые в практике прочностных испытаний судов, которые основаны на прямом осциллографировании измеряемых процессов, стали тормозом на пути к улучшению методов испытаний, применению вычислительных средств, повышению качества и надежности испытаний.

До последнего времени испытания прочности обеспечивались тензометрической аппаратурой типа 8АНЧ-7М, «Топаз-3», ЛК-7006-2. Морально и физически устаревшая восьмиканальная тензостанция 8АНЧ-7М потребляет мощность бортовой сети 270 ВхА, весит 70 кг и имеет выход только на светолучевой осциллограф. Шестнадцатиканальная тензостанция ЛК-7006-2 при наличии таких достоинств, как автоматическая балансировка и калибровка, низкая погрешность (0,7%), наличие выхода по току и напряжению, широкая полоса регистрируемых частот (0-500 Гц), имеет ряд существенных недостатков:

- большие весогабаритные характеристики – 150 кг, 850x650x490;
- большое время готовности станции с момента включения – 90 мин.;
- техническое исполнение станции рассчитано для работы в лабораторных условиях при температуре окружающей среды 25°C +10°C и относительной влажности 80%, поэтому станция имеет низкую надежность работы в судовых условиях.

Десятиканальная станция «Топаз-3» при малых весогабаритных характеристиках(9 кг, 140x550x210) имеет ряд серьезных недостатков:

- питание тензорезисторных датчиков осуществляется постоянным током;
- большой температурный дрейф выходного сигнала;
- низкая помехозащищенность каналов от электрических и радиотехнических помех;
- низкая эксплуатационная надежность каналов.

Тензометрические станции не имеют в своем составе регистрирующих устройств, а вид выходной информации не удовлетворяет требованиям совместимости с ПК.

Развитие методов исследования, вычислительных средств обработки потоков информации, совершенствование техники измерения и регистрации выдвинуло ряд требований, предъявляемых к измерительным комплексам в обеспечение натурных испытаний прочности конструкций ПБУ:

- многоканальность измерительной аппаратуры (более 100 каналов);
- магнитная запись результатов измерений;
- информационная совместимость с ПК;
- цифровое преобразование входной информации;

- высокая точность и помехозащищенность измерительных каналов;
- обеспечение частотного диапазона регистрации измеряемых параметров (0-30 Гц);
- обеспечение регистрации различного вида измерительных сигналов;
- модульный принцип построения комплекса с дистанционным управлением;
- исполнение блоков для работы в условиях широкого перепада температур, повышенной влажности, значительных виброперегрузок;
- малые весогабаритные характеристики.

Анализ имеющихся разработок ИРК МАП показал, что из всех имеющихся видов комплексов особого внимания заслуживает «ГАММА-1101».

Информационно - регистрирующий комплекс «ГАММА-1101» вариант комплектации №11, в основе которого заложен принцип цифровой модуляции входной информации, временного разделения каналов с записью на магнитную ленту, наиболее полно обеспечивает вышеуперечисленные требования.

Комплекс был разработан для стендовых и летных испытаний авиационной техники. Структурная гибкость комплекса позволяет строить различные как по функциональному назначению, так и по объему регистрируемой информации варианты компоновки.

Комплекс «ГАММА-1101», предназначенный для натурных испытаний прочности ПБУ, имеет модульную структуру с программируемым распределением частоты опроса и адресным опросом многоканальных преобразователей информации (МПИ), объединенных общей (магистральной) линией связи.

Главным элементом схемы является блок управления и синхронизации.

Он вырабатывает сигналы включения всех блоков комплекса и управления магнитными накопителями.

Средства сбора данных, входящих в состав комплекса, представляют собой многоканальные преобразователи информации и предназначены для приема, коммутации и преобразования в цифровой импульсный параллельный двоичный код аналоговых, аналого-дискретных и дискретных электрических сигналов, поступающих от датчиков или согласующих и нормализующих устройств.

В данном случае подлежащие регистрации сигналы тензорезисторных датчиков, соединенных по мостовым или полумостовым схемам, не могут быть непосредственно поданы на блоки обработки и анализа, а требуют предварительной нормализации. Нормализация, т.е. приведение уровня сигнала к диапазону -3+15 мВ, -3+30 мВ, осуществляется специально разработанными и изготовленными устройствами согласования.

Устройство согласования вырабатывает набор стабилизованных напряжений постоянного тока для запитки мостовых и полумостовых тензорезисторных схем организует подключение измерительных схем к входным устройствам и установку баланса.

Т.к. во время натурных испытаний прочности конструкций ПБУ частота измеряемого процесса может превышать 2 Гц, предусмотрена возможность расширения частотного диапазона устройства согласования путем запараллеливания каналов.

При этом осуществляется регистрация 16-ти каналов с частотой 0-4 Гц или 8-и каналов с частотой 0-8 Гц.

С целью увеличения измерительных каналов в состав ИРК «ГАММА-1101» вводятся дополнительно еще 4 блока сбора информации с подключением к каждому по 8 измерительных каналов, регистрирующих процесс с частотами от 0 до 10 Гц.

Таким образом, измерительно-регистрирующий комплекс ИРК «ГАММА-1101» позволяет получать

информацию о регистрируемом процессе по 48 измерительным каналам.

Для обеспечения аппаратуры комплекса напряжением питания постоянного тока от 18 до 35 В от бортовых систем электроснабжения постоянного и переменного тока используется устройство УсС-34, имеющее два выхода с напряжением постоянного тока от 18 до 33 В (ток нагрузки каждого 4 А). Блок был доработан с целью подключения к бортовой сети переменного тока 220 В/127 В частотой 50 Гц.

Тип используемых накопителей МЛП-14-3 и структура регистрируемых данных позволяют использовать наземные комплексы воспроизведения и системы автоматизированной обработки.

В качестве наземного комплекса воспроизведения, обработки и анализа полученной информации используются ШМР8.

ШМ Р8 относится к классу малых компьютеров и является одной из самых удачных конструкций Микро-ЭВМ. Это универсальная машина, способная выполнять функции управляющей системы и непосредственно вычислителя. ЭВМ имеет модульный принцип построения, т.е. все функциональные блоки ее выполнены в виде конструктивно законченных устройств (модулей), связь между которыми осуществляется через единый канал обмена информацией (межплатный интерфейс).

Связь между устройствами в ЭВМ типа «Управляющий - управляемый», т.е. в любой момент времени только одно устройство является активным, что гарантирует надежность работы системы.

При проведении натурных испытаний быстродействие ШМ Р5 достаточно для работы в реальном масштабе времени.

Шина адреса данных в машине 16-ти (32-х) разрядная, что позволяет иметь оперативную память 32 Мбайт и обмениваться с внешними устройствами данными с небайтовой структурой, также как в ИРК «ГАММА».

Современные программные средства позволяют увеличить точность проводимых вычислений, быстродействие обработки результатов измерений, а также облегчают работу пользователя при составлении различных программ.

Обработка и анализ полученных результатов натурных испытаний производится наземным вычислительным комплексом.

Пример результатов испытаний приведен на рисунке.

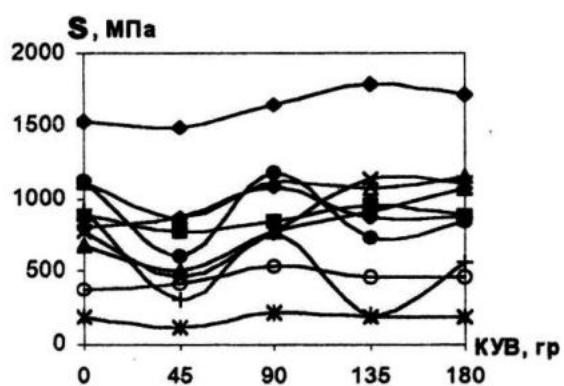


Рис. Зависимость напряжений, замеренных в элементах НКУ СПК (высота волны 1,6м).

ЛИТЕРАТУРА.

1. Технический отчет по теме: «Анализ методов проведения натурных экспериментальных работ и испытаний, разработка эскизного агрегатного набора средств для создания систем автоматизированного измерения, сбора и обработки данных натурных экспериментальных работ». ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова, 1991.

2. Н.И. Баклашов. Натурный эксперимент. Радио и связь, 1987.

3. Методика статистической обработки данных мореходных испытаний надводных кораблей и судов. Выпуск 13319, п/я В-8662.

4. Я.М. Кубланов, В.И. Левченко. К вопросу об измерении перегрузок при мореходных испытаниях судов, «Вопросы судостроения» серия «Проектирование судов», №27, 1989.