

зование нескольких методов, но и чередование их в определенной последовательности (технологии). Вместе с тем, стоимость применения метода контроля или их совокупности должна быть по возможности ниже. Таким образом, выбор стратегии применения методов контроля основывается на стремлении, с одной стороны, повысить вероятность выявления дефектов и, с другой стороны, снизить различные технико-экономические затраты на проведение контроля.

### *Литература*

1. Адриан Поллок. Physical Acoustics Corporation (PAC). Авторская перепечатка из книги Металлы (METALS HANDBOOK), 9-ое издание, Т. 17, ASM. International. 1989.
2. С.С. Савицкий. Методы и средства неразрушающего контроля. Учебное пособие. М.: Машиностроение, 2012.
3. ГОСТ 53630-2009. Трубы напорные многослойные для систем водоснабжения и отопления. Общие технические условия.
4. Алешин Н.П. Повышение уровня сигнал-помеха при УЗК сварных соединений труб. М.: Машиностроение. 1975.

УДК 539.3

### **ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РЕСУРСА ЗАМКНУТОЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ, НАХОДЯЩЕЙСЯ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ВНУТРЕННЕГО ДАВЛЕНИЯ**

Студентка гр. 103819 Немкович И.С.

*Научный руководитель – докт. физ.-мат. наук, проф. Василевич Ю.В.*

Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь

Под осесимметричными или просто симметричными оболочками понимаются оболочки, срединная поверхность которых представляет собой поверхность вращения. Примем, что нагрузка, действующая на такую оболочку, также обладает свойствами осевой симметрии.

Существенным упрощением расчета оболочек подобного типа является то обстоятельство, что производные от всех геометриче-

ских параметров, напряжений, усилий и деформаций, возникающих в оболочке, по полярному углу обращаются в нуль. При этом задача после принятия некоторых гипотез, оправдываемых тонкостенностью, становится одномерной, т. е. решается с использованием функции одного независимого переменного, например текущего радиуса, задача же о расчете несимметричных оболочек решается с использованием функции двух независимых переменных.

К схеме симметричной оболочки сводится решение многих практических задач. Сюда относится расчет безбалочных перекрытий, стенок баков, температурных компенсаторов и многие другие задачи.

Техническая теория тонкостенных оболочек основана на принятии тех же гипотез, что и теория пластин. При расчете оболочек принимают обычно гипотезу неизменности нормали и гипотезу ненадавливания слоев оболочки друг на друга [1].

Исследован замкнутый цилиндр постоянной толщины  $h = 20$  мм и диаметром  $d = 2000$  мм под воздействием внутреннего давления  $p = 100$  МПа (т.к. данное давление  $p = 100$  МПа  $> 0,07$  МПа, то данный сосуд подвергается надзору «Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением»). При этом давлении найдены значения  $\sigma_{\text{экр}}$ . Для цилиндра у внутренней поверхности  $\sigma_{\text{экр}} = 438821$  МПа, у внешней поверхности  $\sigma_{\text{экр}} = 449379$  МПа. Для цилиндра в точках, достаточно удаленных от контура,  $\sigma_{\text{экр}} = 50000$  МПа. Таким образом, вблизи контуров сопряжения цилиндра с плоскими днищами возникают весьма высокие, сравнительно с остальными частями цилиндра, напряжения. Численные расчеты напряжений показывают, что столь же высокие напряжения возникают и в центральной части плоского днища. При сравнительно малой нагрузке стенок рассматриваемая конструкция дает перегрузку днищ, что может привести к их выпучиванию с последующим раскрытием швов [2;3].

Конструкция, следовательно, является нерациональной с точки зрения восприятия внутреннего давления.

Более равномерное распределение напряжений дает сферическое днище. В центральной части сферы изгибные напряжения сказываются весьма слабо, для уменьшения же контурных моментов должен быть сделан плавный переход от цилиндра к сфере.

Для исследования качества материала конструкций цилиндрической формы используются неразрушающие методы контроля. К данной конструкции рекомендуется применить магнитный, капиллярный и ультразвуковой методы неразрушающего контроля. [4]

Магнитные МНК основаны на анализе взаимодействия контролируемого объекта с магнитным полем и применяются, как правило, для обнаружения внутренних и поверхностных дефектов объектов, изготовленных из ферромагнитных материалов.

К основным магнитным методам НК относят магнитопорошковый, феррозондовый, индукционный и магнитографический метод. Самым распространённым и надёжным среди МНК своего вида является магнитопорошковый – основанный на возникновении неоднородности магнитного поля над местом дефекта. Для реализации метода необходимо подготовить поверхность контролируемого объекта, намагнитить её и обработать магнитной суспензией. Металлические частицы, попавшие в неоднородное магнитное поле, возникшее над повреждением, притягиваются друг к другу и образуют цепочные структуры, выявляемые при осмотре деталей.

Капиллярные методы неразрушающего контроля основаны на капиллярном проникновении индикаторных жидкостей (пенетрантов) в полости поверхностных и сквозных несплошностей материала объектов контроля и регистрации образующихся индикаторных следов визуальным способом или с помощью преобразователя. Капиллярный НК предназначен для обнаружения невидимых или слабонаблюдаемых невооружённым глазом поверхностных и сквозных дефектов в объектах контроля, определения их расположения, протяженности (для дефектов типа трещин) и ориентации по поверхности. Этот вид контроля позволяет диагностировать объекты любых размеров и форм, изготовленные из черных и цветных металлов и сплавов, пластмасс, стекла, керамики, а также других твердых ферромагнитных материалов.

Ультразвуковая дефектоскопия – поиск дефектов в материале изделия ультразвуковым методом, то есть путём излучения и принятия ультразвуковых колебаний, отраженных от внутренних несплошностей (дефектов), и дальнейшего анализа их амплитуды, времени прихода, формы и других характеристик с помощью специального оборудования – ультразвукового дефектоскопа. Является

одним из самых распространенных методов неразрушающего контроля.

Принцип проведения контроля и измерений при помощи ультразвукового импульсного метода основан на том, что излучатель посылает в изделие ультразвуковые импульсы, а при встрече с преградой, например, с дефектом, часть энергии ультразвуковой волны отражается и возвращается обратно к излучателю. Приёмник ультразвуковых колебаний преобразует прошедшие через изделие ультразвуковые колебания в электрические, которые поступают на экран – основной индикатор дефектоскопа. Разрешающая способность акустического исследования определяется длиной используемой звуковой волны. Это ограничение накладывается тем фактом, что при размере препятствия меньше четверти длины волны, волна от него практически не отражается. Это определяет использование высокочастотных колебаний — ультразвука. С другой стороны, при повышении частоты колебаний быстро растет их затухание, что ограничивает доступную глубину контроля. Для контроля металла наиболее часто используются частоты от 0.5 до 10 МГц.

### *Литература*

1. Общая теория оболочек. Власов В.З. Гостехиздат, 1949.
2. Соппротивление материалов: учебник / Подскребко М.Д. – Минск: Выш. шк., 2007.
3. Расчеты на прочность в машиностроении. Пономарев С.Д. и др., т.2. М.: Машиностроение, 1958.
4. Неразрушающий контроль и диагностика: Справочник / Клюев В.В., Соснин Ф.Р. и др. – М.: Машиностроение, 2005.