

Алимбаев Б.А., Манапбаев Б.Ж., Джанузакова Р.Д.

РАЗВИТИЕ КОРРОЗИИ В СЖАТЫХ ЭЛЕМЕНТАХ
МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

Alimbaev B.A., Manapbaev B.Zh., Dzhanuzakova R.D.

CORROSION DEVELOPMENT IN THE SQUEEZED ELEMENTS
OF METAL DESIGNS

УДК 624.013:620.193.01

Рассматривается интенсивность развития коррозии в зависимости от напряженного состояния в сжатых элементах металлических конструкций.

Ключевые слова: коррозия, металл, напряжение, ферромагнетик.

Intensity of development of corrosion depending on a tension in the squeezed elements of metal designs is considered.

Коррозионные разрушения металлических конструкций остается одной из нерешенных проблем нашего времени. Все чаще исследователи с целью замедления процесса коррозии, стали обращать внимание на факторы коррозии, которые не были достаточно исследованы. К таким факторам относится и ферромагнитные свойства металлов.

Проведенные нами натурные исследования промышленных зданий и сооружений [1,2], а также гидротехнических сооружений [3] показали, что коррозия начинается и преобладает в напряженных (сжатых, растянутых) зонах элементов металлических конструкций. Для пояснения этого явления нами рассмотрены проявления магнитоупругих эффектов, происходящие в сжатых элементах металлических конструкций обладающих ферромагнитными свойствами. Рассмотрим пример поликристаллического ферромагнетика с положительной магнитострикцией (рис.1).

Проявления магнитоупругих эффектов при сжатии поликристаллических ферромагнетиков с положительной магнитострикцией происходят так же, как при растяжении поликристаллических ферромагнетиков с отрицательной магнитострикцией.

В начальном состоянии магнитные свойства поликристаллического ферромагнетика при отсутствии анизотропии, домены расположены хаотично и магнитные состояния изотропны. При этом векторы спонтанной намагниченности во всех доменах будут совпадать с направлением легчайшего намагничивания, и распределяться равномерно внутри телесного угла, равного 2π . На плоскости векторы спонтанной намагниченности можно заменить четырьмя эквивалентными векторами \vec{I}_S (рис.1).

Под действием упругих напряжений эти векторы поворачиваются к направлению напряжений сжатий ферромагнетиков с положительными магнитострикциями. При сжатии поликристаллических ферромагнетиков с изотропными магнитными свойствами

происходят изменения, которые приведены на рис.1 [3].

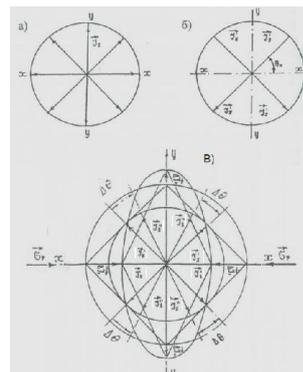


Рис. 1. Проявление магнитоупругого эффекта при сжатии изотропных ферромагнитных изделий с положительной магнитострикцией (ось абсцисс – направление сжимающих напряжений): а) начальное состояние; б) эквивалентное состояние; в) сжатое состояние

При сжимающих напряжениях, равных пределу упругости в ферромагнитных изделиях с положительной магнитострикцией, домены повернутся в перпендикулярном направлении к напряжению. Таким образом, начальное сферическое магнитное состояние ферромагнитного изделия после загрузки превращается в образный цилиндр, где вектора спонтанной намагниченности направлены по образующей цилиндра (рис.2), ось которого направлена перпендикулярно к напряжению. С увеличением сжимающих напряжений в ферромагнитных изделиях происходят изменения магнитных свойств, эти изменения связаны с нарушением доменной структуры. В ферромагнитном сжатом изделии появляются пластические деформации, которые способствуют нарушению доменной структуры.

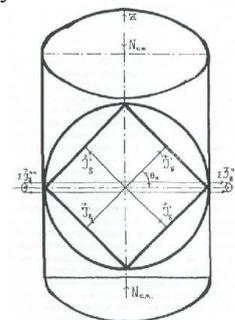


Рис.2. Проявление магнитоупругого эффекта в коротких сжатых ферромагнитных стержнях с положительной магнитострикцией

В сжатых поликристаллических ферромагнетиках в зоне когда $\sigma > \sigma_y$ происходят процессы, связанные с явлениями дислокации и пластичности, приведенные академиком Н.С.Акуловым [4]. В структуре стали при сжимающих напряжениях происходит скачкообразный поворот доменов по направлению действующего сжимающего напряжения, то есть поворачиваются все векторы спонтанной намагниченности домена. Когда поворот всех доменов заканчивается, то завершается и упругая стадия работ ферромагнитного материала, а при дальнейшем увеличении напряжений в ферромагнитном материале происходят необратимые процессы, и он работает в упругопластической стадии (рис.3) [5]. На этой стадии работы ферромагнитного материала под действием сжимающих напряжений происходит нарушение доменной структуры.

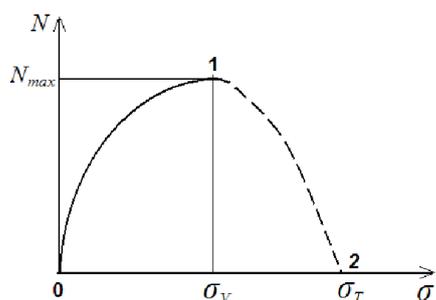


Рис.3. Зависимость интенсивности развития коррозии от напряженного состояния в сжатых элементах металлических конструкций

При нарушении доменной структуры стали, происходит разделение доменов на части, из-за этого в концах трещин начинают создаваться магнитные полюса, а между ними действовать магнитное поле. Исходя из этого, нами установлен [6,7] механизм развития коррозии в элементах металлических конструкций. Доказано, что основная роль в развитии коррозии принадлежит силам Лоренца, которые появляются между трещинами, образованные в доменах ферромагнитных материалов. При этом на поверхности элементов металлических конструкций появляются микротрещины, которые пересекают домены, и число растрескиваемых доменов увеличиваются в N раз, равный числу повернутых доменов.

На рис. 3 видно, что в точке 1 завершается упругая σ_y стадия работы ферромагнитного материала, где число поворачивающихся доменов

максимальна N_{max} . До предела упругости работы ферромагнитного материала интенсивность развития коррозии в них увеличивается с числом повернутых доменов по направлению действующих напряжений. Далее до предела текучести σ_T в точке 2 процесс коррозии ферромагнитного материала снижается.

Развитие коррозии в сжатых элементах металлических конструкций зависят от напряженного состояния, при напряжениях до предела упругости процесс зависит от числа доменов повернутых по направлению действующих напряжений, то есть коррозия начинается с физического, а затем развивается химическим процессами. За пределом упругости скорость физического процесса замедляется, и при напряжениях близких к пределу текучести, развитие коррозии зависит всецело только от химического процесса.

Литература:

1. Алимбаев Б.А., Манапбаев Б.Ж., Ескермесов Ж. и др. Отчет по техническому обследованию зданий и сооружений суспензионной обогатительной фабрики и дробильно-размольной фабрики на филиале ТОО «Казфосфат» ГПК «Каратау». – Тараз: ТарГУ им. М.Х.Дулати, 2009. – 200 с.
2. Алимбаев Б.А., Манапбаев Б.Ж., Ескермесов Ж. и др. Отчет по техническому обследованию зданий: печное отделение, отделение грануляции, шихтовальное отделение, отделение сортировки и сушки сырья на ЖФ ТОО «Казфосфат» (НДФЗ). – Тараз: ТарГУ им. М.Х.Дулати, 2009. – 74 с.
3. Алимбаев Б. Методы контроля напряжений в элементах металлических конструкций гидротехнических сооружений. – Тараз, 2006. – 235с.
4. Акулов Н.С. Дислокация и пластичность. – М.: Издательства АН СССР, 1961. – 124 с.
5. Алимбаев Б.А., Манапбаев Б.Ж., Джанузакова Р.Ж. Развитие коррозии в растянутых элементах металлических конструкций // Материалы междунаучно-практич. конф. «Индустриально-инновационное развитие Казахстана – проблемы экологии и безопасности жизнедеятельности». – Атырау: Атырауский институт нефти и газа, 2012.
6. Алимбаев Б.А., Манапбаев Б.Ж. Особенности развития коррозии в элементах стальных конструкций гидротехнических сооружений // Мат. междунауч.-практ. конф.: «Проблемы инновационного развития общества: настоящее и будущее». – Алматы: Эверо, 2009. – С. 91.
7. Алимбаев Б.А., Манапбаев Б.Ж., Джанузакова Р.Ж. Об одном факторе развития коррозии в элементах металлических конструкций гидротехнических сооружений // Механика и моделирование процессов технологии. – Тараз, 2010. – №1. – С. 116-126.

Рецензент: д.т.н., профессор Атаманова О.В.