

УДК 621.74

А.И.Долгий (5 курс, каф. ФХЛСиП), Л.М.Морозова, к.т.н., доц., В.А.Зайцев, к.т.н., доц.

КОРРОЗИОННАЯ СТОЙКОСТЬ НИЗКОАЛЮМИНИЕВОГО ЧУГУНА

Для изготовления деталей электрических погружных насосов, в частности рабочих органов, используется церий-бористый чугун (БЦЧ), который обладает сравнительно высокой износостойкостью в условиях абразивного износа, но склонен к образованию карбидов (отбелу) при повышенных скоростях охлаждения. Как показали проведенные исследования, низкоалюминиевые чугуны (НАЧ) не уступают БЦЧ по износостойкости, более технологичны и мало чувствительны к скорости охлаждения. Однако практически отсутствуют данные о коррозионной стойкости НАЧ, что затрудняет их широкое использование для получения деталей погружных насосов.

Целью исследований, проведенных совместно с кафедрой физической химии, являлось оценка склонности НАЧ к общей и питтинговой коррозии.

Погружные насосы работают в среде (пластовой жидкости), которая представляет собой смесь нефти, попутной воды (до 99%) и нефтяного газа. Водородный показатель попутной воды- рН= 6,0–8,5. Максимальная массовая концентрация сероводорода – 0,001% (0,01 г/л H₂S или 0,01 г/л S). Температура перекачиваемой жидкости – не более 90⁰С.

1. Испытания на склонность к общей коррозии.

Скорость общей коррозии оценивали по массовым потерям образцов: $K = \Delta m 10^4 / (S \tau)$, где K [г/м²час]– весовой показатель коррозии, Δm [г] – потеря массы в граммах, 10^4 – коэффициент пересчета см² в м², S – рабочая поверхность образцов в см², τ – длительность испытаний в часах; $\Pi = 8,76K/\rho$, где Π (мм/год) – глубинный показатель коррозии, 8,76 – коэффициент пересчета, $\rho = 7,1$ (г/см³) – плотность чугуна.

По значениям K и Π определяли балл стойкости и характеристику коррозионной устойчивости сплава по десятибалльной шкале согласно ГОСТ 13819-68.

В качестве образцов для испытаний применяли плоские образцы с размерами 20x40x3 мм, вырезанные из пластин толщиной 3 мм. Поверхность всех образцов перед испытаниями зачищали наждачной бумагой промывали водопроводной, а затем дистиллированной водой, обезжиривали в ацетоне и взвешивали на аналитических весах с точностью до 0,0001г. После испытаний образцы промывали в водопроводной воде и просушивали фильтровальной бумагой. Продукты коррозии (в виде графитовой прослойки) удаляли жестким эластиком. Затем образцы снова промывали в водопроводной и дистиллированной воде, обезжиривали в ацетоне и взвешивали на аналитических весах того же класса точности.

Образцы были полностью погружены в рабочую жидкость в течение контрольного времени с определением массы по окончании испытаний. Во всех рабочих средах применяли водный, 0,5 М, раствор Na₂SO₄, служащий в качестве фона для увеличения электропроводности среды. Для создания искусственной рабочей среды (смеси нефти и попутной воды (до 99%) с рН= 6,0– 8,5, содержащей сероводород) в водный, 0,5 М, раствор Na₂SO₄ вводили 1% (по объему) сернистой нефти и сульфид натрия (Na₂S*10H₂O). Были проведены испытания в средах, содержащих 3.10⁻⁴ моль/л Na₂S*10H₂O (или 0,01г/л S) при рН = 6,5, и в средах, содержащих 3.10⁻² моль/л Na₂S*10H₂O (или 1г/л S) при рН= 8,1. Длительность испытания составляла не менее 120 часов.

Исследуемые среды: Среда №1: 0,5М раствор Na₂SO₄+3x10⁻⁴М Na₂S; рН=6,5

Среда №2: 0,5М раствор Na₂SO₄+3x10⁻⁴М Na₂S+1% нефти; рН=6,5

Среда №3: 0,5М раствор Na₂SO₄+3x10⁻²М Na₂S; рН=8,1

Среда №4: 0,5М раствор $\text{Na}_2\text{SO}_4 + 3 \times 10^{-2}\text{M Na}_2\text{S} + 1\%$ нефти; pH=8,1

Испытания на общую коррозию проводили при комнатной температуре и при температуре 86⁰С. При повышенных температурах ячейку с рабочим раствором помещали в сушильный шкаф, в котором температура поддерживалась с точностью до 1⁰С.

Исследовали НАЧ, в которых содержание элементов изменялось в следующих пределах: Al от 1,5 до 3,5%, Cu от 0 до 0,9 %, Cr от 0 до 0,4 %, P от 0,08 до 0,37 %, V от 0 до 0,12 %. При этом содержание C= 3,6...3,8%, Si = 0,6...1,0%, Mn=0,6...0,8%. Исследовали чугуны как с пластинчатым, так и с вермикулярным графитом.

Как показали исследования, НАЧ во всех испытательных средах обладают коррозионной устойчивостью с баллом стойкости не выше 5 (при температуре 86⁰С). Анализ результатов позволяет сделать следующие выводы о влиянии химического состава, формы графитных включений и среды на склонность НАЧ к общей коррозии:

1). Алюминий в исследуемом интервале (1,5...3,4%) не оказывает существенного влияния на его коррозионную стойкость как в обычном, так и в комплексно-легированном (Cr, Cu, V) НАЧ;

2). Введение ванадия повышает коррозионную стойкость НАЧ;

3). Медь повышает коррозионную стойкость НАЧ в средах №2 и №3;

4). Комплексное легирование (Cr, Cu и V) существенно повышает коррозионную стойкость НАЧ и снижает влияние среды на скорость коррозии, независимо от формы графитных включений (ПГ, ВГ);

5). Форма графитных включений (ПГ, ВГ) не оказывает существенного влияния на коррозионную стойкость НАЧ;

6). Рост температуры испытаний до 86⁰С резко увеличивает скорость коррозии.

7). Снижение концентрации сероводорода до 0,001% смещает pH рабочих растворов до 6,5; в таких рабочих средах скорость коррозии нелегированных НАЧ увеличивается, а у легированных – существенно не изменяется;

8). Наличие 1% сернистой нефти, как правило, снижает коррозионную стойкость НАЧ.

Таким образом, максимальной коррозионной стойкостью в исследованных средах обладают комплексно-легированные НАЧ, их коррозионная устойчивость при нормальной температуре соответствует 2– 3 баллу стойкости (повышенная устойчивость), при 86⁰С– 4 баллу (устойчивые).

2. Испытания на склонность к питтинговой (точечной) коррозии.

Боковую поверхность плоских образцов размером 10x20x3 мм изолировали с помощью склеивающей полипропиленовой ленты REAL. Рабочую поверхность, площадью около 30 мм², перед измерениями зачищали наждачной бумагой, промывали дистиллированной водой и обезжиривали ацетоном. В качестве токоподвода к боковой поверхности образца припаивали медную пластину. В качестве рабочих сред применяли водный 0,5 М раствор Na_2SO_4 и водный 0,5 М раствор Na_2SO_4 , содержащий 1 М NaBr или Na_2S с теми же концентрациями, что и в испытаниях на общую коррозию. Анодные поляризационные кривые снимали при линейной развертке со скоростью 1 мВ/сек и 2 мВ/сек.

На основании электрохимических измерений установили, что в исследованных средах НАЧ не склонны к питтинговой коррозии. На поляризационных кривых нет характерных потенциалов питтингообразования. Поверхность образцов после снятия кривых оставалась гладкой без язв на поверхности.

Полученные данные по определению склонности НАЧ к общей и питтинговой коррозии позволили продолжить исследования по оптимизации составов и технологии получения НАЧ для использования их при производстве рабочих органов электрических погружных насосов.