

## **ОЦІНКА ЗАХИСНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПАСИВНИХ ПЛІВОК З ВИКОРИСТАННЯМ БОРАТНОГО БУФЕРА ЯК КОНТРОЛЬНОГО СЕРЕДОВИЩА**

*Маргарита ДОНЧЕНКО, Світлана ФРОЛЕНКОВА, Тетяна МОТРОНЬОК, Юрій ГЕРАСИМЕНКО*

Розглянуто процес хімічної пасивації маловуглецевої сталі (99,43% заліза) як одного з методів захисту від корозії. Пасивація здійснювалася без зовнішнього струму при зануренні сталевих зразків в розчин з добавками пасиваторів, зокрема бромата, йодат, борат, молибдат-аніонів. Тривалість пасивації становила  $20 \div 60$  хв при температурі  $20 \pm 2$  °С. Зсув потенціалу корозії в позитивний бік на  $300 \div 700$  мВ в порівнянні з потенціалом сталі в активному стані свідчив про формування на поверхні пасивної плівки. Оцінку стабільності і захисної дії утвореної пасивної плівки проводили наступним чином: запасивовані зразки переносили в розчин, який не містив добавок пасиваторів; по зміщенню в часі потенціалу корозії і ходу анодних поляризаційних кривих. Найбільш відтворювані результати були отримані з використанням боратного буфера з додаванням хлорид-іонів. Було виявлено, що при відсутності хлоридів боратний буфер має пасивуючі властивості, при цьому потенціал корозії сталі зміщується в часі в позитивний бік і стає рівним  $-0,05$  В. На поляризаційній кривій анодний струм залишається близьким до нуля, тобто сталь залишається пасивною, аж до потенціалу  $0,9$  В. При подальшому зміщенні потенціалу, відбувається депасивація сталі і різке збільшення величини анодного струму. Введення хлорид-іонів в розчин в концентрації  $\geq 0,2$  г / л викликає активацію та істотне прискорення анодного розчинення сталі. Склад контрольного розчину (г / л):  $3,8 \text{ Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 + 0,2\text{NaCl}$ .

Порівняння анодних кривих в розчині бури показало, що сформована пасивна плівка не повністю руйнується і зберігає свої захисні властивості. При стаціонарному потенціалі сталі швидкість розчинення зразка, попередньо запасивованого в розчині бури без добавок, в два рази менше, і підйом анодної кривої виникає пізніше на  $40$  мВ, ніж для зразка, що не піддавався пасивації. Введення в буру молибдата амонію має більш ефективний результат: початковий струм розчинення зменшується майже в чотири рази, а потенціал підйому анодної кривої зсувається в позитивний бік на  $150$  мВ. Ще більше гальмування анодного розчинення сталі в досліджуваному розчині досягається при введенні бензотриазолу.

Дослідження електрохімічної поведінки сталі в обраному розчині після її попередньої пасивуючої обробки, може бути використане для вибору ефективних пасиваторів та технологічних параметрів пасивування з метою захисту сталі від корозії в різних середовищах.

## **ОЦЕНКА ЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ ПАССИВНЫХ ПЛЁНОК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БОРАТНОГО БУФЕРА В КАЧЕСТВЕ КОНТРОЛЬНОЙ СРЕДЫ**

*Маргарита ДОНЧЕНКО, Светлана ФРОЛЕНКОВА, Татьяна МОТРОНЬОК, Юрий ГЕРАСИМЕНКО*

Рассмотрен процесс химической пассивации малоуглеродистой стали (99,43% железа) как один из методов защиты от коррозии. Пассивация осуществлялась без внешнего тока при погружении стальных образцов в растворы с добавками пассиваторов, в частности бромата, йодат, борат, молибдат-анионов. Продолжительность пассивации составляла  $20 \div 60$  мин при температуре  $20 \pm 2$  °С. Смещение потенциала коррозии в положительную сторону на  $300 \div 700$  мВ по сравнению с потенциалом стали в активном состоянии свидетельствовало о формировании на поверхности пассивной пленки. Оценку стабильности и защитного действия образовавшейся

пассивной пленки проводили следующим образом: запассивированные образцы переносили в раствор, не содержащий добавок пассиваторов; по смещению во времени потенциала коррозии и анодных поляризационных кривых. Наиболее воспроизводимые результаты были получены с использованием боратного буфера с добавкой хлорид-ионов. Было обнаружено, что при отсутствии хлоридов боратный буфер имеет пассивирующие свойства, при этом потенциал коррозии стали смещается во времени в положительную сторону и становится равным  $-0,05$  В. На поляризационной кривой анодный ток остаётся близким к нулю, то есть сталь остается пассивной, вплоть до потенциала  $0,9$  В. При дальнейшем смещении потенциала, происходит депассивация стали и резкое увеличение величины анодного тока. Введение хлорид-ионов в раствор в концентрации  $\geq 0,2$  г / л вызывает активацию и существенное ускорение анодного растворения стали. Состав контрольного раствора (г / л):  $3,8 \text{ Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 + 0,2 \text{ NaCl}$ .

Сравнение анодных кривых в растворе буры показало, что сформировавшаяся пассивная пленка не полностью разрушается и сохраняет свои защитные свойства. При стационарном потенциале стали скорость растворения образца, предварительно запассивированного в растворе буры без добавок, в два раза меньше, и подъём анодной кривой возникает позже на  $40$  мВ, чем для образца, который не подвергался пассивации. Введение в буру молибдата аммония имеет более эффективное действие: начальный ток растворения уменьшается почти в четыре раза, а потенциал подъёма анодной кривой сдвигается в положительную сторону на  $150$  мВ. Еще большее торможение анодного растворения стали в исследуемом растворе достигается при дополнительном введении в пассивирующий электролит бензотриазола.

Исследование электрохимического поведения стали в выбранном исследуемом растворе после её предварительной пассивационной обработки может быть использовано для выбора эффективных пассиваторов и технологических параметров пассивирования с целью защиты стали от коррозии в различных средах.

## **ASSESSMENT OF PROTECTIVE PROPERTIES OF PASSIVE FILMS USING THE BORATE BUFFER LIKE TEST MEDIUM**

*Margarita DONCHENKO, Svitlana FROLENKOVA, Tatiana MOTRONYUK, Yury GERASIMENKO*

The process of chemical passivation of mild steel (99,43 % of iron) has been considered as a method of corrosion protection. Passivation was carried out without an external current by immersing of steel samples in the solutions with additives of passivators, in particular bromate, iodate, borate, molybdate anions. The duration of passivating treatment was  $20 \div 60$  min at a temperature  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ . The displacement of corrosion potential to the positive side on  $300 \div 700$  mV in comparison with the potential of steel in an active condition testified to formation of a passive film. The rating of a stability and protective action of the formed passive film was carried out thus: the passivated samples were moved to the solution which is not containing additives of passivators (test solution); then the displacement in time of corrosion potential and an anodic polarizing curve were measured. The most reproduced results were received using the borate buffer with the additive of chloride ions like a test solution. It has been revealed, that in absence of chlorides the borate buffer has passivating properties. In this solution the corrosion steel potential is displaced in time to the positive side and becomes equal  $-0,05$  V. Anodic current on a polarizing curve is close to zero, i.e. steel remains passive, up to potential approximately  $0,9$  V. At the further shift of potential the steel depassivation takes place and the sharp increase of anodic current occurs. The injection of chloride ions in a solution in concentration  $\geq 0,2$  g/l causes an activation and essential acceleration of anodic dissolving of steel. The structure of the chosen test solution was the following (g/l):  $3,8 \text{ Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 + 0,2 \text{ NaCl}$ .

Comparison of anodic curves in the test borax solution has shown that the generated passive film is not completely destroyed and keeps protective properties. Nearby to the stationary potential of

steel the dissolution speed of a sample which was previously passivated in a borax solution without additives, is twice less and rising of anodic curve is later on 40 mV than for a sample, not exposed to passivation. A mixture of borax with ammonium molybdate has more effective action: the initial anodic current in the test solution decreases almost four times, and the potential of a curve rising shifts on 150 mV in the positive side. The even greater inhibition of anodic dissolution of steel in the test solution is achieved in case of an additional introduction of benzotriazole in passivating electrolyte.

Research of electrochemical behavior of steel in the chosen test solution after preliminary treatment of steel in passivating electrolyte can be used for a choice of effective passivators and technological parameters of passivation with the purpose of corrosion protection of steel in various environments.