



Рис. 7. Многосопловое устройство подачи порошка с дозирующим подающим валиком в виде набора тонких дисков(порядка 1мм), снабженных каждый индивидуально управляемым приводом, образующего многосопловую линейную систему

На рисунке 8 представлен вариант бункерного устройства подачи порошков.

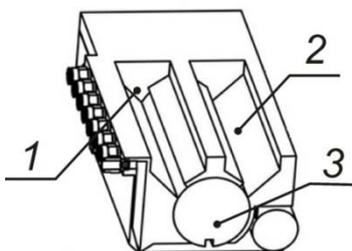


Рис. 8. Подающее бункерное устройство подачи порошка с дозирующим подающим валиком (1-первый порошок, 2- второй порошок, 3 – подающий валик)

Заключение

На основании теоретических исследований процессов тепломассопереноса и смешения материалов при послойном лазерном синтезе на границе раздела областей, формируемых из различных порошков, сформулированы технические требования к устройствам подачи порошка для применения в мультипорошковых SLM установках. Разработаны макеты устройств подачи, предназначенные для проведения экспериментальных исследований процессов формирования гетерогенных порошковых структур.

Литература.

1. Ian Gibson, David W. Rosen, Brent Stucker. Additive Manufacturing Technologies: Rapid Prototyping to Direct Digital Manufacturing. Springer 2010;
2. Additive manufacturing: opportunities and constraints. A summary of a roundtable forum held on 23 May 2013 hosted by the Royal Academy of Engineering, Royal Academy of Engineering, November 2013, 21p;
3. Mohammad Vaezi, Srisit Chianrabuttra, Brian Mellor, Shoufeng Yang. Multiple Material Additive Manufacturing – Part 1: A Review. 71p;
4. Yadroitsev I, Bertrand P. Selective laser melting in micro manufacturing. Annals of DAAAM for 2010 & Proceedings of the 21st International DAAAM Symposium, Volume 21, No. 1, 2010, pp
5. David Espalin, Jorge Ramirez, Francisco Medina, Ryan Wicker. Multi-Material, Multi-Technology FDM System. 2012. SFF Symposium. Austin, Texas, USA, pp828-835;
6. E.L. Doubrovski, A. Cencen, S. M. van Bennekom, J.C.Verlinden, J.M.P. Geraedts. Challenges in Design & Digital Fabrication of Embedable Electronics and Freeform Surface Interfaces, 9p;
7. Wei Gao, Yunbo Zhang, Devarajan Ramanujan, Karthik Ramani, Yong Chen, Christopher B. Williams, Charlie C.L. Wang, Yung C. Shin, Song Zhang, Pablo D. Zavattieri. The status, challenges, and future of additive manufacturing in Engineering. Computer-Aided Design, Volume 69, December 2015, pp 65-89;
8. Konrad Bartkowiak, Sven Ullrich, Thomas Frick, Michael Schmidt. New Developments of Laser Processing Aluminium Alloys via Additive Manufacturing Technique. Physics Procedia 12 (2011) pp 393–401;
9. I. Gibson I D., W. Rosen I B., Stucker. Additive Manufacturing Technologies. Rapid Prototyping to Direct Digital Manufacturing, 2010, p116;
10. M. Ott, M. F. Zaeh. Multi-Material Processing in Additive Manufacturing SFF Symposium 21 Proceedings International SFF Symposium, Austin, Texas, USA (2010), pp195-203

ИЗУЧЕНИЕ КОРРОЗИИ МЕТАЛЛОВ МЕТОДОМ СНЯТИЯ ПОЛЯРИЗАЦИОННЫХ КРИВЫХ

Л.Г. Деменкова, ст.пр., А.В. Судариков, студент группы 10А52
Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, тел. (384-51)-6-44-32
E-mail: lar-dem@mail.ru

Под коррозией понимают разрушение твердых тел под действием химических и электрохимических процессов, развивающихся на их поверхности тела в результате влияния внешних условий. Следствием коррозии являются опасные и дорогостоящие повреждения различных промышленных объектов – мосты, общественные здания, сооружения. Коррозия металла происходит непрерывно – от момента изготовления изделий до их транспортировки и эксплуатации, принося огромные потери. Ущерб от коррозии определяется высокой стоимостью разрушаемых изделий. Как оценивает ряд специалистов, потери за счёт коррозии в большинстве стран с развитой промышленностью составляют 2–4 % валового внутреннего продукта, что соответствует 10–20 % годового производства стали [1]. Только в США на борьбу с коррозией затрачивается около 276 млрд. долл. в год [2]. Несмотря на большое количество работ, посвящённых изучению методов борьбы с коррозией, на наш взгляд, недостаточно изученными остаются вопросы электрохимического пассивирования металлов, для рассмотрения которых используют *метод снятия поляризационных кривых*.

Процесс коррозионного разрушения металлов основан на химической реакции, учитывающей взаимодействие разрушаемого материала и внешней среды. В среде влажного воздуха реакция выражается уравнением:



При этом анодный процесс соответствует реакции:



а катодный процесс – реакции:



На практике наблюдается торможение анодного процесса, обусловленное явлениями поляризации и приводящее к состоянию пассивности металла, т.е. его достаточно высокой стойкости к коррозии. Пассивация характерна для всех конструкционных металлов – железа, хрома, никеля, титана, алюминия, магния и др. Химическое пассивирование происходит при контакте металла и сильного окислителя, например, кислорода, пероксида водорода, хромат-анионов CrO_4^{2-} , бихромат-анионов $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$, и др. Пассивности металла можно добиться, смещая его электродный потенциал в положительную область при помощи внешнего источника тока. Процесс сопровождается регистрацией кривой анодной поляризации (рис.1), которая выражает зависимость потенциала E от плотности тока или логарифма плотности тока $\lg i$ [3]. На кривой можно выделить следующие области: I – активное растворение металла, при этом вблизи точки экстремума возрастает возможность адсорбции O_2 на определенных точках поверхности металла, в которых анодная реакция тормозится за счёт формирования защитной пленки оксидного или адсорбционного типа, если металл в принципе способен к пассивации в данных условиях. В области II происходит формирование пассивного состояния, характеризующееся потенциалом пассивации $E_{\text{кр}}$; при этом на поверхности металла образуется плёнка из оксидов, например, Fe_2O_3 , Fe_8O_{11} , а также адсорбированного O_2 и др. Область пассивности, обозначенная как III, соответствует минимальной скорости анодной реакции и определяется потенциалом полной пассивации $E_{\text{п.п.}}$. Если в среде, в которой происходит коррозии, находятся некоторые ионы, в частности, анионы Cl^- , пассивное состояние может прекратиться вследствие разрыва сформированной защитной пленки, и наблюдается питтинговая коррозия металла. В области IV происходит так называемая перепассивация, когда скорость анодного растворения металла снова увеличивается.

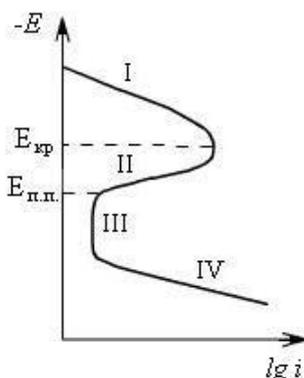


Рис. 1. Типичная анодная поляризационная кривая

Таким образом, явление пассивации состоит в том, что по достижении определенного значения потенциала

скорость анодного растворения металла резко падает. Металл переходит в так называемое пассивное состояние. Практическое значение пассивации исключительно велико, т.к. все конструкционные металлы без их самопроизвольного пассивирования подвергались бы быстрой коррозии не только в агрессивных химических средах, но и во влажной земной атмосфере или пресной воде. Природа этого явления до конца не выяснена, но основной причиной можно, по-видимому, считать образование различного рода оксидных или солевых пленок. Большое влияние на коррозию металлов оказывает состав электролита. В частности, известно, что концентрированная азотная и серная кислоты вызывают пассивацию алюминия, железа, хрома. Присутствие галогенид-ионов в растворе, наоборот, способствует растворению металла.

Как следует из литературных данных, наиболее подробно процесс пассивации исследован для железа в среде серной кислоты при стандартных условиях (1 атм, 25°C) [4]. Выяснено, что наиболее вероятными компонентами защитного слоя, имеющего толщину 3–5 нм, являются оксиды железа Fe_2O_3 и Fe_3O_4 , причём толщина слоя увеличивается с ростом потенциала [3,5]. Большое значение имеет введение легирующих добавок, так, стали, легированные молибденом (2–3 %), характеризуются наличием более устойчивого пассивного состояния.

Наиболее устойчивой пассивностью оксидного типа обладают титан и его сплавы. Вследствие образования на его поверхности плотной защитной пленки TiO_2 , титан в отличие от железа, никеля, хрома и нержавеющей сталей, устойчив в нейтральных и слабокислых растворах хлоридов при повышенных температурах, а также в растворах окислителей. Это определяет возможность его широкого использования в различных отраслях промышленности, где требуется высокая коррозионная устойчивость в сочетании с удельной прочностью. Явлению пассивности обязано и широкое промышленное применение алюминия. Вследствие образования на его поверхности пленки Al_2O_3 или $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, алюминий достаточно устойчив в воде, большинстве нейтральных и многих слабокислых растворах, а также в атмосфере. Защитная пленка на алюминии имеет амфотерный характер – она растворяется в сильных кислотах и щелочах.

Примером солевой пассивности является поведение цинка в атмосфере и в нейтральных водных растворах.

В данной работе была исследована коррозия различных металлов в электролите методом снятия поляризационных кривых, определены потенциалы коррозии и пассивации, величина области пассивации. В эксперименте была использована установка РМС-Х «Электрохимия», включающая потенциостат Р8-папо (рис. 2), а также графитовый электрод и хлорсеребряный электрод [2].



Рис. 2. Установка РМС-Х «Электрохимия»

В качестве рабочих электродов применяли распрямленные стальные скрепки (среднего размера, без покрытия), цинковые, алюминиевые и свинцовые пластины. Перед использованием рабочие электроды обрабатывали раствором соды (20 г/л) при нагревании для обезжиривания. В качестве электролита использовали раствор 0,05М KCl в 0,5М KOH . Для разных рабочих электродов получили поляризационные кривые, на основании которых были определены потенциал коррозии $E_{\text{кор}}$, потенциал пассивации $E_{\text{пас}}$ и величину области пассивации от потенциала полной пассивации $E_{\text{пп}}$ до потенциала пробоя, или перепассивации $E_{\text{прп}}$. Установлены закономерности изменения потенциала коррозии, потенциала пассивации и величины области пассивации в зависимости от значения стандартного электродного потенциала соответствующего металла. Поляризационные кривые для разных электродов, показывающие зависимость плотности тока от потенциала, приведены на рис. 3.

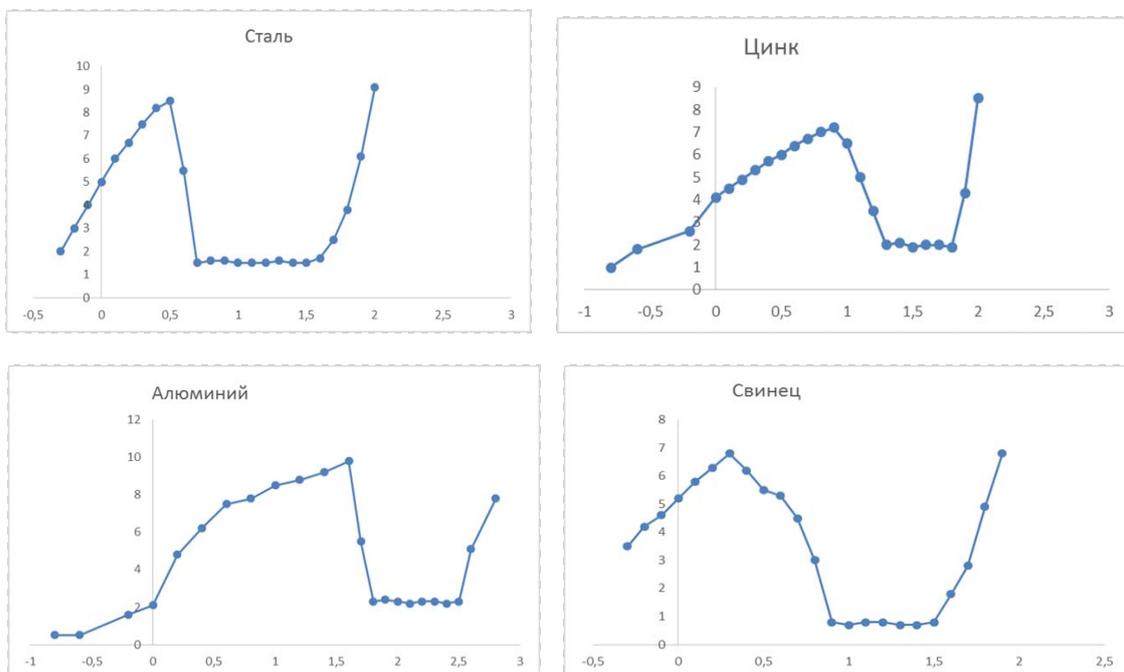


Рис. 3. Анодные поляризационные кривые

Результаты анализа анодных поляризационных кривых приведены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты анализа поляризационных кривых

Материал электрода	$E_{кор}, В$	$E_{пас}, В$	$E_{пп}, В$	$E_{прп}, В$
Сталь	-0,30	0,5	0,7	1,65
Цинк	-0,80	0,9	1,3	1,9
Алюминий	-0,73	1,6	1,8	2,6
Свинец	-0,30	0,4	0,9	1,6

Полученные результаты могут быть использованы при практическом применении стальных, цинковых, алюминиевых, свинцовых изделий и сплавов, содержащих данные металлы, с целью предупреждения коррозионных процессов.

Дальнейшие исследования данной проблемы будут продолжены в направлении определения влияния качественного и количественного состава электролита на электрохимическую коррозию различных металлов.

Литература.

1. Слепченко Т.В. Влияние режима электролиза [Электронный ресурс]. – <http://msd.com.ua/proizvodstvo-elektricheskix-akkumulyatorov/vliyanie-rezhima-elektroliza/>.
2. Лебедева, О.К., Культин, Д.Ю., Жилин, Д.М. Электрохимия [Текст]: Руководство для студентов. – М.: Научные развлечения, 2014. – 44 с.
3. Томашов Н.Д., Чернова Г.П. Пассивность и защита металлов от коррозии. – М.: Наука, 2013. – 318 с.
4. Амирханова Н.А. Потенциодинамические и коррозионные исследования новых перспективных титановых сплавов с добавлением молибдена // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. – 2015.– Т. 19. – № 1. – С. 85–91.
5. Рыбалка К. В. Оценка коррозионного тока по результатам анализа поляризационных кривых // Электрохимия. – 2014. – Т. 50 – № 2. – С. 122–127.