

Таблица 2.

Оптимальные и допустимые параметры температуры и относительной влажностью воздуха  
в помещениях с ПЭВМ во всех учебных учреждениях.

ОПТИМАЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ		ДОПУСТИМЫЕ ПАРАМЕТРЫ	
Температура град. С.	Относительная влажность %	Температура град. С.	Относительная влажность %
19	62	18	39
20	58	22	31
21	55		

Поскольку в процессе обучения и в дальнейшем в профессиональной деятельности нам придется длительное время находиться в помещениях с работающими компьютерами, мы изучили санитарно-гигиенические требования к учебным аудиториям с ПЭВМ и провели измерения относительной влажности в аудиториях с ПЭВМ в ЮТИ ТПУ. Измерения влажности проводились с помощью лабораторного психрометра в аудиториях 15 и 17 главного корпуса. На основе соотнесения измеренных значений влажности с данными приведёнными в таблице 2 был сделан вывод о соответствии относительной влажности в учебных аудиториях допустимым параметрам.

Литература.

1. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03.
2. Физический энциклопедический словарь: <http://all-fizika.com>

### **ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ОСАЖДЕНИЯ НА КАЧЕСТВО ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ПОКРЫТИЯ МЕТАЛЛОВ**

*М.М. Борангазиев, Н.А. Гудим, студенты группы 10741,  
научный руководитель: Деменкова Л.Г.*

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского  
Томского политехнического университета  
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26*

Электрохимическое осаждение металлов относится к самым старым способам повышения качества поверхности изделия. В промышленности оно, будучи основой гальванотехники, развивалось почти исключительно эмпирически и нашло применение в большинстве отраслей народного хозяйства благодаря чрезвычайно широким возможностям использования легко видоизменяемых методов осаждения. В последние годы гальванотехника получает новый виток развития не только в технике, но и для изготовления уникальных сувениров, превратившись в доходный бизнес. Суть технологии заключается в нанесении слоя металла на предмет гальваническим методом, что обеспечивает равномерность покрытия на всей поверхности. Раньше покрывать слоем металла можно было только металлы, теперь, благодаря новейшим достижениям науки, подобные покрытия возможны практически для любых материалов.

К сожалению, научные основы большинства методов электрохимического осаждения разработаны еще недостаточно. Имеется множество эмпирических описаний процессов. Между тем почти полностью отсутствуют надежные данные для количественного описания реакций, впрочем, довольно сложных, определяющих ход технологии и обуславливающих формирование определенных свойств осаждаемых покрытий. Разработка этих научных основ стала возможной только в последние десятилетия в связи со значительным прогрессом в областях электрокристаллизации, физики твердого тела и массопереноса в жидкостях. Несмотря на большое число исследований, проведенных в последние годы в области гальванотехники, еще нет оснований говорить о создании достаточных основ для научного подхода к проблемам промышленной практики электрохимического осаждения металлов, например таких, которые позволили бы заранее рассчитывать оптимальные варианты решения конкретной практической задачи. Такое отставание, бесспорно, существенно препятствует разработке и дальнейшему совершенствованию технологических процессов.

Для получения защитных покрытий часто используют никель ( $\varphi^\circ(\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}) = -0,23 \text{ В}$ ). Никелирование обычно проводят в растворе сульфата никеля по реакции  $\text{NiSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Ni} + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{O}_2$ . Благодаря пассивации никель стоек против действия атмосферы, щелочей и некоторых кислот. В

гальванической паре с железом ( $\varphi^\circ(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0,44 \text{ В}$ ) никель является катодом. Это значит, что для защиты основного металла (стали) от коррозии покрытие должно быть целостным. В процессе никелирования на катоде одновременно с никелем выделяется водород по реакции:  $2 \text{H}_2\text{O} + 2\text{e} = \text{H}_2 + 2 \text{OH}^-$  ( $\varphi^\circ = -0,83 \text{ В}$ ). Она требует лишнего тока и приводит к подщелачиванию раствора с последующим образованием осадка гидроксида никеля. Чтобы этого избежать, нужно поддерживать pH раствора в диапазоне 2,8-5,8 при помощи буферных растворов. При более низких pH усилится выделение водорода, при более высоких – будет выпадать осадок гидроксида никеля.

Другой способ защиты стали – оцинковка.  $E^\circ(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0,76 \text{ В}$ , поэтому в гальванической паре с железом цинк является анодом. Он защищает железо, корродируя сам. Гальваническое цинкование делает особенно равномерное и гладкое покрытие поверхности металла. Адгезия гальванических покрытий обеспечивается молекулярными силами при взаимодействии молекул цинка и основного металла. Так как, на силу этого взаимодействия влияет наличие любых пленок (жировых или окисных) на поверхности покрываемых изделий, чего не удастся полностью избежать при массовом производстве, толщина гальванических покрытий обычно не превышает 20-30 мкм. Электролитическое цинкование имеет серьёзный недостаток: необходима очистка сточных вод от цинка. Электрохимическое цинкование сопровождается образованием экологически опасных отходов. Очистка сточных вод от ионов цинка – достаточно дорогостоящая технология, требующая строительства очистных сооружений, потому иногда экономически более выгодно проводить цинкование металла другими способами.

При электрохимическом осаждении металлов важную роль играет плотность покрытия и качество его сцепления с поверхностью. Оно зависит от различных факторов, в частности, от чистоты поверхности, также оно сильно зависит от плотности тока  $J$  – отношения силы тока  $I$  к площади поверхности электрода  $S$ :

$$J = I / S. \quad (1)$$

Условия, при которых поверхность обладает оптимальными свойствами, часто приходится подбирать экспериментально.

Целью данной работы является изучение влияния плотности тока на качество цинкового и никелевого покрытия стали. В литературе есть сведения, что осаждение постоянным током позволяет повысить блеск и твердость никелевых покрытий, а электроосаждение никеля импульсным током дает возможность получить зеркально-блестящие покрытия из обычных электролитов никелирования без применения блескообразующих добавок [3]. Наложение ультразвука позволяет существенно интенсифицировать процесс электроосаждения. При этом повышается допустимая плотность тока осаждения, из электролитов обычного состава получаются светлые, прочные и практически беспористые осадки при весьма малых толщинах покрытия, одновременно улучшается блеск покрытий, снижаются внутренние напряжения [2]. Как правило, наименее грубые покрытия получают при определенных оптимальных плотностях тока, выше или ниже которых начинается увеличение шероховатости осадка. Лишь при очень высоких плотностях тока покрытие становится некачественным. В действительности же изменение плотности тока в различных электролитах по-разному меняет шероховатость покрытий. В одних – в широком диапазоне скоростей осаждения шероховатость остается неизменной, в других – увеличение плотности тока ведет к сглаживанию, в третьих – к огрублению поверхности. При увеличении плотности тока шероховатость осадков может проходить через максимум или минимум [1]. Таким образом, невозможно однозначно оценить влияние интенсивности ведения электролиза на чистоту покрытия. В зависимости от вида осаждаемого металла, природы поляризации и лимитирующей стадии процесса электрокристаллизации увеличение плотности тока будет сказываться неоднозначно.

Перед проведением электроосаждения следует тщательно очистить поверхность стального катода от механических загрязнений, жировых и окисных пленок, чтобы получить блестящие покрытия с хорошей адгезией к электроду. Для этого наливают 50 мл раствора для обезжиривания ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$  - 20-30 г/л,  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  - 25-30 г/л) в стакан на 100 мл и нагревают на электрической плитке до  $t = 60-70 \text{ }^\circ\text{C}$ . Электроды помещают в стакан на 5-10 минут. Затем электроды вынимают и промывают при той же температуре дистиллированной водой. Электроды высушивают сжатым воздухом или промывают спиртом или ацетоном.

Опыты проводились при плотностях тока  $J = 100, 200, 300, 400, 500 \text{ А/м}^2$ . При силе тока 20 мА была рассчитана площадь электрода, необходимая для достижения заданной плотности тока, а также

на какую длину надо погрузить электрод, чтобы получить требуемую площадь контакта с раствором. Для расчётов была использована формула площади поверхности цилиндра. Для цилиндра диаметром  $d$  и высотой  $l$  она составляет

$$S = \pi \cdot d \cdot l. \quad (2)$$

Площадь торцевых поверхностей при расчётах пренебрегаем. Из этого следует, что длина стальной проволоки  $l$ , которую нужно погрузить, составляет

$$l = S / (\pi \cdot d). \quad (3)$$

Для проведения эксперимента потенциостат подключается по двухэлектродной схеме (рис.1), установка для электрохимического осаждения покрытий представлена на рисунке 2.

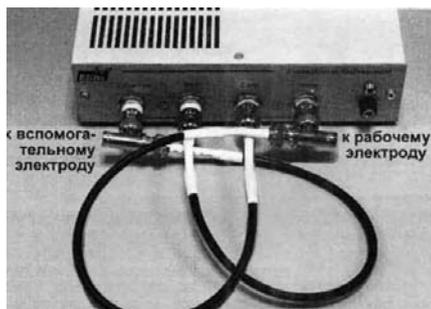


Рис. 1. Замыкание разъемов при двухэлектродной схеме

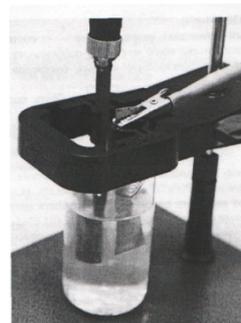


Рис. 2. Установка для проведения опытов по двухэлектродной схеме

В качестве электролитов для осаждения металлов использовались следующие растворы: для осаждения цинка (г/л):  $ZnSO_4 - 250$ ,  $Na_2SO_4 - 80$ ,  $KAl(SO_4)_2 - 50$ ,  $pH = 3,6-4,4$ ; для осаждения никеля (г/л):  $NiSO_4 - 250$ ,  $NiCl_2 - 50$ ,  $H_3BO_3 - 40$ . Электрохимическое осаждение проводилось в течение 0,5 ч. По окончании электроосаждения электрод вынимали из ячейки, промывали дистиллированной водой, ацетоном или спиртом. Полученные покрытия визуально сравнивали для установления влияния плотности тока на качество осадков металла.

Установлено, что увеличение плотности тока в заданных пределах способствует упрочнению и увеличению блеска покрытий. Однако следует помнить, что при значительном завышении плотности тока покрытие из мелкокристаллического (компактного) переходит в дендритное (порошкообразное)[4]. Средняя оптимальная плотность тока равняется  $300 \text{ A/m}^2$ . В дальнейшем экспериментальная работа будет проводиться в направлении влияния состава электролита, температуры, а также добавок и примесей на качество покрытия.

Литература.

1. Петров Ю.В. Шероховатость гальванических покрытий на постоянном токе [Электронный ресурс]. – <http://galvplat.ru/art5122.htm>
2. Слепченко Т.В. Влияние режима электролиза [Электронный ресурс]. – <http://msd.com.ua/proizvodstvo-elektricheskix-akkumulyatorov/vliyanie-rezhima-elektroliza/>
3. Стекольников Ю.А., Стекольников Н.М. Физико-химические процессы в технологии машиностроения: учеб. пособие. – Елец: Издательство Елецкого государственного университета имени И.А. Бунина, 2008. – 136 с.
4. Уханов А.С. Гальваническое никелирование [Электронный ресурс]. – <http://zctc.ru/sections/nickel>

### ВЗРЫВЧАТЫЕ ВЕЩЕСТВА В ГОРНОМ ДЕЛЕ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ХИМИИ

*М.М. Борангазиев, студент группы 10741,  
научный руководитель: Деменкова Л.Г.*

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского  
Томского политехнического университета  
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26*

Современное горное дело невозможно представить без применения взрывчатых веществ. С помощью промышленных взрывчатых веществ производится раздробление горных пород в ситуациях, когда применение других способов раздробления породы невозможно или экономически неоп-