

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.

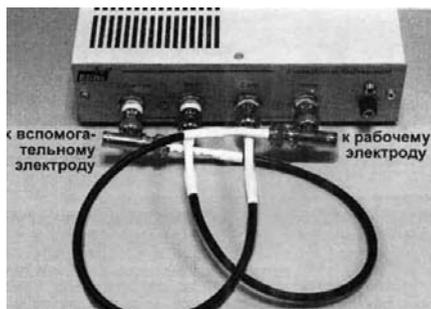


Рис. 1. Замыкание разъемов при двухэлектродной схеме

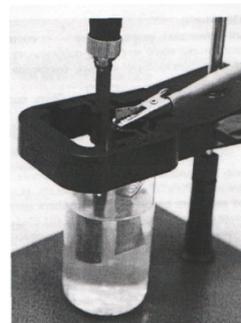


Рис. 2. Установка для проведения опытов по двухэлектродной схеме

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 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-

равданно. Они находят применение во взрывных, буровзрывных, прострелочно-взрывных работах, а также для дробления некондиционных кусков породы, ликвидации аварий и в иных ситуациях. Прогресс в области химии взрывчатых веществ позволяет постоянно совершенствовать технологии их промышленного применения.

Взрывчатые вещества – химические соединения или смеси веществ, способные в определённых условиях к крайне быстрому самораспространяющемуся химическому превращению с выделением тепла и образованием газообразных продуктов [1]. Широкое применение в горном деле получили так называемые конденсированные взрывчатые вещества, которые характеризуются высокой объёмной концентрацией тепловой энергии. В отличие от обычных топлив, требующих для своего горения поступления извне газообразного кислорода, такие взрывчатые вещества выделяют тепло в результате внутримолекулярных процессов распада или реакций взаимодействия между составными частями смеси, продуктами их разложения или газификации. В зависимости от характера внешнего воздействия химические превращения взрывчатых веществ происходят: при нагреве ниже температуры самовоспламенения – сравнительно медленное термическое разложение; при поджигании – горение с перемещением зоны реакции по веществу с постоянной скоростью порядка 0,1-10 см/с; при ударно-волновом воздействии – детонация взрывчатых веществ [4].

Первые случаи использования взрывчатых веществ в промышленных целях относятся к эпохе Возрождения [5]. В этот период единственным взрывчатым веществом, известным человечеству, был чёрный порох (смесь серы (S), угля (C) и калиевой селитры (нитрата калия KNO_3)), отличавшийся малой эффективностью и большим расходом, требуемым для взрывных работ. В XVII столетии взрывные работы нашли применение в горном деле, первым случаем их успешного использования для добычи полезных ископаемых было применение пороха на руднике Банска Штявница в Священной Римской империи (современная Словакия) в 1627 году [5]. К концу семнадцатого века взрывные работы с использованием черного пороха получили большое распространение в европейском горном деле. В таком виде технология продолжала использоваться до начала девятнадцатого века. Однако прогресс химической науки привел к появлению новых взрывчатых веществ, в большей степени подходящих для проведения промышленных взрывных работ. В 1846 году итальянец А. Собrero открыл нитроглицерин ($CHONO_2(CH_2ONO_2)_2$) – первое известное человечеству мощное взрывчатое вещество, а в результате работ Н.Н.Зинина, В.Ф.Петрушевского и А.Нобеля появились первые практические взрывчатые смеси на основе нитроглицерина – динамиты. Применение динамитов в горном деле практиковалось на протяжении остатка XIX века и начала века двадцатого, несмотря на то, что вскоре после их изобретения появились и существенно более практичные для промышленных работ взрывчатые вещества – аммониты (смеси на основе нитрата аммония NH_4NO_3). Разработаны они были в Швеции, патент на них получили химики Норбит и Ольсен в 1867 году, однако патент был куплен компанией Нобеля и не использовался долгое время. Только в 1890-е годы началось внедрение взрывчатых смесей на основе аммиачной селитры в горном деле [5].

Современная эпоха, когда первым и основным промышленным взрывчатым веществом стали именно смеси на основе аммиачной селитры, началась только в середине двадцатого века. В этот период разнообразие промышленных взрывчатых веществ существенно возросло: например, в СССР были разработаны скальные аммониты повышенной мощности, содержащие гексоген (циклотриметилентринитрамин – $(CH_2)_3N_3(NO_2)_3$, алюминиевую пудру, тротил (2,4,6-тринитротолуол) [4].

В качестве альтернативы им какое-то время рассматривались такие необычные взрывчатые вещества, как оксиликвиты [1]. Оксиликвиты привлекательны простотой и низкой стоимостью изготовления, поскольку компонентами их являются общедоступные дробленое твердое органическое топливо и жидкий кислород. Однако постепенно от применения оксиликвитов отказались по той причине, что для их приготовления нужен криогенный сжиженный газ, быстро испаряющийся, и по этой причине они не поддаются хранению.

В современной добыче полезных ископаемых именно взрывные и буровзрывные работы являются основным способом разрушения горных пород. Эффективность применения этих технологий предопределяет производительность большинства других техпроцессов, как-то: транспортировки, погрузки, выгрузки, выемки, и т.д. В странах, где объемы добычи полезных ископаемых возрастают, идет быстрый технический прогресс в области технологий взрывных работ. Производится разработка менее опасных взрывчатых веществ, устройств автоматизации их применения, технологий контроля за процессом и эффектом взрыва.

Основными применяемыми взрывчатыми веществами по-прежнему являются смеси на основе аммиачной селитры. В Российской Федерации используются такие из них, как карбатол, ифзанит, игданит; за рубежом используются аналогичные смеси – нетрекс, динагель, аммонекс, алювит и др. Эти вещества прекрасно приспособлены именно к промышленным взрывным работам; они или их компоненты хорошо хранятся, безопасны в обращении, дают достаточно высокую мощность взрыва в случае применения по назначению и не представляют угрозы для общества, так как в силу различных причин использовать их в немирных целях затруднительно. К числу их достоинств относится также разнообразие форм и удобство разработки составов с нужными свойствами: путем сочетания аммиачной селитры с различными веществами можно варьировать мощность получаемых смесей, их агрегатное состояние и другие свойства. Существуют взрывчатые вещества с особыми свойствами, которые можно применять в условиях взрывоопасной загазованности или запыленности воздуха, при бурении нефтяных и газовых скважин, для дробления сульфидных руд.

Достигнутое многообразие промышленных взрывчатых веществ и высокий уровень технологий их применения привели к тому, что прогресс в этой области следует главным образом по пути улучшения уже имеющихся методик. Примером может служить разработка более экологически чистых взрывчатых смесей, не дающих после применения азотосодержащих и иных токсичных газов. Например, в Российской Федерации в 2012-2013 годах было разработано новое эмульсионное взрывчатое вещество истрит, отличающееся низким содержанием токсичных веществ в продуктах взрыва [2]. Иными словами, в настоящее время основное внимание уделяется не достижению более высокой эффективности взрывчатых веществ, а минимизации последствий от их применения. По этой причине многие инновационные направления, считавшиеся перспективными в двадцатом веке, вышли из употребления и более не рассматриваются как многообещающие. Наиболее яркий пример такой технологии двадцатого века – это применение ядерных устройств во взрывных работах. Это направление активно развивалось в СССР, где с помощью ядерных устройств производилось дробление руд. В рамках мирной ядерной программы СССР провел 124 атомных взрыва, последствия многих из которых по современным меркам были неприемлемы [3]. С другой стороны, причиной прекращения практики использования в горном деле и других отраслях народного хозяйства ядерных взрывов были не столько экологические опасения, сколько политические причины (ужесточение международного контроля над ядерным оружием, распад СССР и ослабление научного и технического потенциала новых независимых государств). Однако в США аналогичная программа была свернута именно из экологических опасений, а также опасений коллизий юридического характера, связанных с возможной порчей земель, находящихся в частной собственности [3].

Ещё одним важным направлением развития во взрывном деле является международный обмен опытом, стандартизация и синхронизация хозяйственных аспектов этих технологий в разных странах. По причине специфического характера используемых технологий, взрывное дело во многих странах было закрытой сферой, и обмен опытом с другими странами не велся. Для России прекращение подобной практики закрытости пришло со вступлением в ВТО, организацию, которая обязывает своих членов приводить к «общему знаменателю» все сферы экономики и народного хозяйства. Как выяснилось, за время холодной войны, несмотря на фундаментально общую суть промышленных взрывных технологий, использовавшихся в странах бывшего СССР и в западном мире, многие аспекты радикально разошлись в стороны. Оборудование для зарядки взрывчатых веществ отечественного производства несовместимо с импортными взрывчатыми веществами, и наоборот. А случаи успешного использования «смеси» технологий не проверены на предмет безопасности, и их статус с точки зрения законности довольно сомнителен. Целые классы оборудования, такие, как самоходные зарядно-доставочные машины, в нашей стране отсутствуют в производстве, и еще не до конца наработана практика их применения.

Внедрение западных технологий и требований вынуждает также изменять составы взрывчатых веществ, используемых в горном деле. Целый класс веществ – смесей аммиачной селитры с тротилом – в настоящее время выводится из применения как представляющий опасность и с точки зрения экологии, и с точки зрения техники безопасности.

Это, однако, не означает, что отечественный опыт применения взрывов в горном деле отвергается мировым сообществом как незначительный. Не только на Западе существуют технологии, аналогов которым у нас нет, но и наоборот. Многие инженеры считают, что существуют советские и российские разработки, способные существенно повлиять на прогресс взрывного дела в мировом масштабе.

Литература.

1. Волков, Б.А. Взрывные работы [Текст]: Учебное пособие / Б.А. Волков. – Пермь: Изд-во Пермского политехнического ун-та, 2010. – 123 с.
2. Кедровский, О.Л. Взрывчатые вещества и взрывные работы в горном деле: история, современность, инновации [Электронный ресурс]. – http://news-mining.ru/analitika/vzryvchatye_veschestva_i_vzryvnye_raboty_v_gornom_/
3. Петренко, И.Т. Особенности подземных ядерных взрывов и перспективы их использования в горной промышленности [Электронный ресурс]. – <http://www.mining-media.ru/ru/article/newtech/1748-osobennosti-podzemnykh-yadernykh-vzryvov-i-perspektivy-ikh-ispolzovaniya-v-gornoj-promyshlennosti>
4. Пупков, В.В. Методы ведения взрывных работ. Специальные взрывные работы [Текст]: Учебное пособие / В.В. Пупков. – М.: Горная книга, 2013. – 563 с.
5. Кутузов, Б.Н. История горного и взрывного дела [Текст]: Учебное пособие / Б.Н. Кутузов. – М.: Горная книга, 2008. – 414 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ПОЛИРОВАНИЯ СТАЛИ НА КАЧЕСТВО ОБРАБОТКИ

*В.А. Герейн, Р.В. Кучин, студенты группы 17Г20,
научный руководитель: Деменкова Л.Г.*

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

Детали из металла имеют изначально гладкую блестящую поверхность. Но она со временем тускнеет и в процессе эксплуатации царапается. Для скрытых деталей, безусловно, внешний вид не имеет большого значения, но когда металлические детали располагаются на виду, то они должны выглядеть должным образом. Именно так будет смотреться глянцева поверхность, после того, как проведена полировка металла. Полирование металлов предназначается также для улучшения гладкости и чистоты поверхности металлических деталей и устранения следов прошлых обработок – неровностей, царапин и вмятин. Полировку деталей проводят с помощью наждачных кругов, шлифовального порошка, специальной известковой пасты, полировочного раствора или электролита. Поверхности металлических деталей отделяют не только с целью придания им привлекательного внешнего вида, но и чтобы защитить от ржавления, разъедания щелочами и кислотами. Этим объясняется широкое применение электрополировки при лабораторных исследованиях металлов и в промышленности.

Электрополирование уменьшает время обработки изделия по сравнению с механической технологией почти в 5 раз, хотя и повышает чистоту поверхности всего на 1 - 2 класса. При механическом полировании можно добиться высшей чистоты поверхности, однако процесс электрополировки незаменим при обработке изделий сложного профиля с внутренними полостями, деталей топливной системы дизелей и пружин, которые являются неудобными и сложными по форме для механической обработки. Электрополировка является самым лучшим методом подготовки поверхности перед нанесением гальванического покрытия, потому что демонстрирует высокую прочность сцепления защитного покрытия с отполированной основой. Электрополирование, кроме устранения трудоемких и вредных механических операций шлифования и полирования, ликвидирует затруднения, которые вызываются твердостью или вязкостью полируемого изделия, и операции обезжиривания изделий, что крайне необходимо при механическом полировании. Высокая производительность процедуры при этом не зависит от твердости металла. Электролитической полировке одинаково хорошо поддаются алюминий и мягкая красная медь, закаленная цементированная сталь и инструменты из твердого сплава.

Недостатком является увеличенный расход электроэнергии. Некие неудобства связаны с тем, что практически каждый металл требует своего состава электролита. Продолжительность процесса зависимо от плотности тока достигает 20 - 30 минут. Обычно при таких манипуляциях снимается слой металла, что имеет толщину 2 - 5 мкм.

Электрохимическое полирование металлов (ЭХП) – одна из разновидностей анодной обработки металлов. При электрополировании металл является анодом. При этом подбирают такие условия его анодного растворения, чтобы в первую очередь растворялись выступающие участки поверхности.