

Тенденции модернизации российских предприятий в сфере электролиза

Автор: студент Санкт-Петербургского горного университета Моргунов В.В.

модернизация, электролиз, металлургия, автоматизация

modernization, electrolysis, metallurgy, automation

Тенденции модернизации Российских предприятий в сфере электролиза

В данной статье рассмотрены основные тенденции модернизации цехов электролиза на различных российских предприятиях. Для проведения сравнительного анализа рассмотрены четыре предприятия Кольская ГМК, «Уралэлектромедь», КраЗ, КМЭЗ. Каждое из рассмотренных предприятий самостоятельно разработало проекты модернизации, руководствуясь различными целями и условиями. В результате проведенной работы удалось выделить три основных метода модернизации: изменение технологической цепочки предприятия, автоматизация без изменения технологической цепочки предприятия и методов обработки в цехе, комплексный метод, позволяющий улучшать производство в нескольких направлениях, но менее масштабно. При использовании первого метода предприятиями разрабатывались и патентовались новые технологии в данной сфере. Второй метод позволяет увеличить производственные мощности предприятия, не разрабатывая новых технологических решений, что не требует серьезных изменений на производстве. Третий метод позволяет проводить постепенное улучшение производства сразу по нескольким направлениям, сокращая самые проблемные области. На выбор метода модернизации влияют следующие факторы: цель модернизации, уже существующая технологическая схема предприятия, экономическая выгода. Можно выделить две основные цели модернизации производства: повышение производственной мощности предприятия и уменьшение выбросов, производимых предприятием. Уже существующая технологическая схема в случае модернизации путем внедрения новой технологии может сильно ограничивать разработку проекта, или же потребуются перестройка предприятия, что повлечет дополнительные затраты. Экономическая выгода является одним из основных факторов при создании проекта по модернизации так, как разработка и внедрение подобных проектов является длительным и затратным процессом.

Trends in the modernization of Russian factories in the field of electrolysis

This article discusses the main trends in the modernization of electrolysis plants at various Russian factories. For a comparative analysis, four enterprises were considered: Kola MMC, «Uralelectromed», KrAS, Kyshtym Copper Electrolytic Plant. Each of the enterprises reviewed independently developed modernization projects, guided by different goals and conditions. As a result of this work, it was possible to identify three main methods of modernization: changing the technological chain of the factory, automation without changing the technological chain of the factory and processing methods in the workshop, a complex method that allows to improve production in several directions, but on a smaller scale. When using the first method, scientific unit of the factory developed and patented new technologies in this field. The second method allows increasing the production capacity of the enterprise without developing new technological solutions, which does not require major changes in production. The third method allows for a gradual improvement in production in several directions at once, reducing the most problematic areas. The choice of the modernization method is influenced by the following factors: the purpose of the modernization, the existing technological scheme of the factory, the economic benefit. There are two main objectives of the modernization of production: increasing the production capacity of the factory and reducing emissions produced by the factory. An existing technological scheme in the case of modernization by introducing a new technology can severely limit the development of the project, or it will require restructuring of the factory, it will entail additional costs. The economic benefit is one of the main factors in creating a modernization project, as the development and implementation of such projects is a long and costly process.

С каждым годом темпы роста технологического прогресса возрастают, что обязывает развиваться каждую отрасль современной промышленности. Металлургия занимает

важнейшее место в данном вопросе, поэтому модернизации данной отрасли стоит уделить особое внимание.

В данной статье пойдет речь о модернизации процессов на производстве в сфере металлургии, базирующихся на процессе электролиза, на примере четырех предприятий: Кольской ГМК, «Уралэлектромедь», КрАЗ, КМЭЗ. На всех этих предприятиях была произведена модернизация электролитического цеха, однако каждое предприятие использовало различные методы и технологии для выполнения модернизации.

Что же такое электролиз? Электролиз – это физико-химический процесс, проходящий в растворах электролита под действием электрического тока, заключающийся в выделении на электродах составных частей растворенных веществ или других веществ.

Большинство электролитических установок выглядит следующим образом: некоторая емкость, наполненная электролитом с погруженными в него электродами. Анод имеет положительный заряд, катод – отрицательный. Таким образом, под действием электрического тока мы можем собирать металл на катоде, что и используется на производстве [2].

В 2017 году на производстве Кольской ГМК все электролизные ванны работали по устаревшим технологиям, за исключением тестового участка, состоящего из 42 ванн [6]. Предварительным этапом являлась отливка анода с помощью анодной печи, затем он отправлялся в цех электролиза. Там расположены электролизные ванны, каждая из которых, вмещает по 50 анодов, наполненные серной кислотой. В ванны завешиваются аноды и катоды (тонкие никелевые пластинки), катод находится в специальном мешке, внутрь которого попадает электролит, причем уровень жидкости в мешке выше, чем в ванне, подобная структура необходима для защиты катода от примесей. Под действием электрического тока частички никеля переходят с анода на катод. Благодаря данной схеме удается получить металл с чистотой 99,99%.

Однако этот способ, а точнее его реализация, имела большое количество недостатков. Во-первых, один анод находился в ванне 28 дней, затем анод необходимо заменять, так же после замены анодов необходима чистка ванны, что останавливает рабочий процесс на целый день. Во-вторых, установка анодов и катодов происходит вручную, разумеется, с помощью крана так, как анод весит четыреста килограмм, однако кран так же управляется оператором, а совместно с ним действует команда электролизников устанавливающих анод в ванну. В-третьих, при использовании подобной технологии теряется часть металла. Отдельно можно выделить проблему образования дендритов, которая приводит к

ухудшению качества готового продукта, вызывая короткое замыкание в ванне, что в свою очередь приводит к повышению температуры. На производстве на анод наносилась термокраска, меняющая цвет при изменении температуры, таким образом, осуществлялась борьба с этой проблемой. Так рабочий цеха, когда краска меняла цвет, вручную доставал катод и избавлялся от дендритов, что является достаточно неэффективным методом. Очевидно, что подобные минусы на современном уровне развития промышленности являются существенными, поэтому уже на тот момент функционировали 42 ванны, работающие по новой технологии, созданной специально для данного предприятия.

Технология электроэкстракции никеля позволила избавиться от данных недостатков. Ключевым отличием являются аноды – теперь вместо растворимых анодов из никеля будут использоваться инертные аноды из титана. Никель же будет попадать в процесс электролиза в составе электролита, сырьем для которого служит никелевый порошок, растворенный в хлоре. Такое нововведение так же позволит исключить из технологической цепочки предприятия анодную печь, что сократит выбросы вредных веществ в атмосферу. Стоит отметить, что данная технология предусматривает смену анода раз в 5 лет, однако раз в три месяца необходимо менять ткань на аноде, препятствующую выбросу хлора, ванны более не нуждаются в очистке после каждого цикла, а так же потери металла в ходе данного процесса сводятся к нулю. Данный метод является значительно более современным и выгодным, однако подобная смена технологического процесса будет происходить постепенно и потребует значительных инвестиций в размере 24 млрд рублей [6].

Данные нововведения показали свою эффективность уже на этапе тестирования. В первый же год после введения тестового участка предприятие выпустило 150 тысяч тонн никеля, что является рекордом за всю историю существования «Североникель» и Кольской ГМК. Однако данная модификация направлена на изменение технологической цепочки и все еще не полностью автоматизирована, поэтому следующим рассмотренным предприятием является «Уралэлектромедь», на котором модернизация была направлена на автоматизацию существующего процесса.

Сейчас на данном предприятии идет усовершенствование цеха электролиза. Однако в отличие от проекта на Кольской ГМК, на которой модернизировали весь процесс, в данном цеху проходит полная автоматизация. В цех установлен полностью автоматический кран, но в нем все еще присутствует возможность ручного управления, однако для загрузки и выгрузки катодов более не нужна бригада из нескольких рабочих, достаточно только оператора. Еще у данного цеха присутствует и технологическое преимущество – в качестве катодов используется пластинки из нержавеющей стали, которое после наращивания на них

меди попадают в катодосдирачную машину, после листы с помощью автоматических манипуляторов, как готовая продукция подаются на конвейер, где стопы таких пластин маркируются и взвешиваются [1]. Весь процесс от электролиза до погрузки полностью автоматический, однако, человек может повлиять на процесс в любой его точке с помощью операторского пульта. Таким образом, с помощью полной автоматизации удалось увеличить производственные мощности, не прибегая к разработке новых технологий, внедрение которых повлекло бы существенное изменение технологической цепочки всего предприятия, поэтому данному направлению модернизации производства следует уделить повышенное внимание [5]. Но данное производство лишено преимуществ от использования нерастворимого титанового анода так, как на предприятии применяются медные, аналогичные никелевым, которые применялись на Кольской ГМК до модернизации.

Следующим, разобранным в данной статье, является крупный проект по модернизации Красноярского алюминиевого завода, разработка которого стартовала в 2008 году и сейчас уже подходит к концу. До данного проекта на заводе функционировали два типа электролизеров: электролизеры с самообжигающимся анодом «Soederberg» и электролизеров с использованием предварительно обожженных анодов. На этом заводе, в отличие от двух предыдущих стояла совершенно другая задача – улучшение экологической обстановки и снижение выбросов так, как технология «Soederberg» предполагает значительные выбросы CO, CO₂, смолистых соединений и бензопропилена в атмосферу [4]. В мировой металлургии данный метод признан устаревшим. У предприятия были два дальнейшие пути развития: полностью перейти на использование предварительно обожженных анодов или же разработать принципиально новую технологию для данного конкретного производства. Компания пошла по второму пути так, как по предварительным расчетам он оказался более экономически выгодным. В результате специалистами РУСАЛа была разработана новая технология, которая получила названия «Clean Soederberg» [8]. Ключевыми отличиями стали герметичность новых ванн, снизилась частота их открытия, ранее ванна открывалась 10-12 раз за день, теперь же специальная заслонка открывается раз в 6 дней, применение коллоидного анода, в котором на 30% меньше содержание пека [4]. Так же стоит отметить, что новая технология внесет в процесс частичную автоматизацию, что позволит сократить ручной труд. Однако помимо улучшения экологической ситуации внедрение новой технологии принесет и экономическую выгоду, поэтому после успешного внедрения на КрАЗе технологию планируют применить и на других заводах РУСАЛа, а именно Братском и Новокузнецком.

Последним рассмотренным проектом по модернизации является, проведенная в 2017-2018 году, модернизация на Кыштамском медеэлектролитном заводе. В отличие от разобранных ранее предприятий на данном производстве проводилось комплексное улучшение. Изменения затронули в первую очередь количество электролизных ванн – в производство введено две дополнительные серии, каждая по 40 ванн. Так же была проведена установка новой силовой ошиноквки и устройства промывки и укладки анодных остатков. Помимо увеличения количества электролизных ванн и изменений в системе подачи тока, была проведена частичная автоматизация цеха, путем установки механизмов автоматического перемещения анодов и катодных матриц. Таким образом, данный проект отличается от всех прочих тем, что является комплексным. Так, была проведена модернизация технологического процесса путем изменения ошиноквки ванн. Однако такие улучшения не являются столь же глобальными, как на Кольской ГМК, и соответственно не требуют длительного периода внедрения и изменения технологической схемы производства. Аналогично была проведена частичная автоматизация, что позволило устранить самые проблемные моменты, связанные с ручной загрузкой анодов. Это нововведение позволило ускорить работу цеха и поднять условия труда рабочих. Как результат модернизации – производственные мощности электролитического цеха возросли на 15% и составляют 140 тысяч тонн в год [7].

На примере четырёх предприятий в данной статье показаны основные цели и методы современной модификации производства. Кольская ГМК, «Уралэлектромедь» и КМЭЗ модифицировали производство с целью увеличить оборот поставляемого сырья, все три предприятия уже на данный момент увеличили свои производственные мощности, хоть нововведения и не полностью установлены, однако использовались абсолютно разные подходы. На Кольской ГМК была существенно изменена технологическая цепочка производства, в то время как «Уралэлектромедь» автоматизировал производство, не прибегая к изменению технологической цепочки предприятия. Проект по модернизации КМЭЗ же является некоторым промежуточным вариантом, в котором использовался комплексный подход к модернизации.

В отличие от трех предыдущих предприятий, основной целью КраЗа было сократить выбросы в атмосферу. Это было достигнуто путем разработки нового, экономически выгодного метода.

Если подводить итоги, то можно выделить несколько ключевых моментов. Предприятия должны постоянно модернизироваться, чтобы соответствовать растущим потребностям государства и мировым стандартам. Процесс поиска и тестирования новых

решений не должен перерываться так, как внедрения в производство новых технологий занимает длительный период времени и требует вложений большого количества инвестиций. Решения по модернизации для каждого завода строго индивидуальны, ввиду особенностей конкретного предприятия, другими словами технология, которая успешно применяется на одном заводе, зачастую без изменений не применима на другом. Новые методы, которые сейчас устанавливаются на производстве, являются передовыми и уникальными, что свидетельствует об успешности разработки новых технологий в данной сфере.

Литература

- 1) Вашляева Маргарита Эволюция: от первого медного катода выпуска 1934 года — к катоду наших дней // За медь. – 2017.-№27 С.4
- 2) Виноградов С.С. Организация гальванического производства. Оборудование, расчет производства, нормирование./Под редакцией проф. В.Н. Кудрявцева. – Изд. 2-е, перераб и доп.; «Глобус». М., 2005. -240 с.
- 3) Грачев Владимир Коллоидный анод снижает выбросы // Промышленные страницы Сибири. – 2008.- №22. – С.6-7
- 4) Минцис М. Я., Сиразутдинов Г. А., Галевский Г. В. Электролизеры с анодом Содерберга и возможности их модернизации // Цветные металлы. – 2012. -№12 – С.49-52
- 5) Фёдорова Э.Р., Васильева Н.В., Виноградова А.А. Модернизация системы управления процессом измельчения руд горно-обогатительного комбината // Компетентность – 2018. -№4 С. 38-41
- 6) В Кольской ГМК начался новый этап перехода на современную технологию производства никеля [Электронный ресурс] // Кольская ГМК: сайт. - URL: <http://www.kolagmk.ru/news/2018-05-30/v-kolskoy-gmk-nachalsya-novyy-etap-perehoda-na-sovremennuyu-tehnologiyu-proizvodstva-nikelya.html> (дата обращения 03.03.2019)
- 7) РМК увеличит мощности «Кыштымского медеэлектролитного завода» [Электронный ресурс] // Русская Медная Компания - официальный сайт: сайт. – URL: <http://rmk-group.ru/ru/smi/press-release/rmk-uvlichit-moshchnosti-kyshtymского-medelektrolitnogo-zavoda/> (дата обращения 15.03.2019)
- 8) Экологический Содерберг [Электронный ресурс] // РУСАЛ: сайт. – URL: <https://rusal.ru/development/ecology/soderberg/> (дата обращения 04.03.2019)