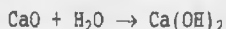


## УТИЛИЗАЦИЯ ЦИНКСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА ГИДРОКСИДНЫМ МЕТОДОМ

*Ковчур А.С., Васильев И.Д.,  
Сергеенко С.А., Ушаков В.В., Сироткин А.Л.*

Для осаждения цинка в виде гидроксида могут быть использованы различные реагенты. Поэтому встала актуальная задача сравнить эффективность использования для осаждения цинка таких реагентов, как  $\text{CaO}$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  и  $\text{NaOH}$ .

Наиболее часто используется, благодаря своей распространенности и дешевизне негашеная известь  $\text{CaO}$ . Для осаждения цинка использовалось "известковое молочко", т.е. водный раствор гашеной извести:

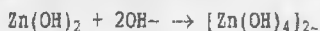


Гидроксид кальция является малорастворимым соединением, поэтому в процессе осаждения использовалась суспензия, содержащая 5 % по массе оксида кальция. Таким образом в осаждении принимали участие нерастворившиеся мелкодисперсные частицы гидроксида кальция и ионы  $\text{OH}^-$ . Большая концентрация  $\text{CaO}$  приводит к сильному загрязнению осадка кальцием.

Схематично процесс можно изобразить следующим образом:



Но при анализе осадка там были обнаружены хлорид-ионы, содержание которых зависело от pH раствора. Осадок начинает образовываться при pH раствора 5.5, а при pH = 10.5 его масса начинает уменьшаться, что объясняется амфотерностью гидроксида цинка и его растворением в избытке гидроксогрупп:



Присутствие в осадке хлоридов объясняет обнаруженный в результате экспериментов факт, что масса оксида кальция, необходимая для осаждения 1 кг гидроксида цинка не совпадает со стехиометрически рассчитанной.

Расчет проводим согласно схеме:

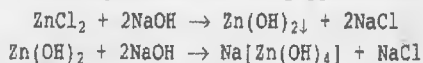


Таким образом получили, что для осаждения 1 моль гидроксида цинка нужно 1 моль оксида кальция, т.е. чтобы получить 1 кг гидроксида цинка нужно 0.566 кг  $\text{CaO}$ . В результате эксперимента затраты  $\text{CaO}$  на получение 1 кг осадка составляли от 0.3 до 0.5 кг, при различных pH раствора, что позволяет экономить реагенты. Однако присутствие в осадке хлорид-ионов осложняет дальнейшую его переработку, т.к. при восстановлении в водородных печах образуется ядовитый хлороводород, который представляет большую опасность для окружающей среды, корродирует оборудование.

Еще одним недостатком данного метода является использование неконцентрированного 5 % раствора, что приводит к значительному увеличению объема реакционной смеси и образованию большого количества сточной воды, которую нельзя использовать в производстве из-за значительного содержания ионов кальция и хлорид-ионов.

Чтобы избежать выявленные недостатки, был использован для осаждения 40 %-ый раствор  $\text{NaOH}$ . Что позволило, в отличие от предыдущего случая, резко уменьшить объем реакционной смеси. Хлорид-ионы в осадке не были обнаружены,

во всем интервале измерения pH раствора. Таким образом был получен чистый гидроксид цинка. Но здесь возникла проблема иного рода. Как известно, гидроксид цинка является амфотерным, что иллюстрируется следующей схемой :



Использование концентрированного раствора щелочи потребовало строгого контроля за дозировкой реагентов, т.к. при передозировке NaOH резко изменялся pH раствор, что могло повлечь за собой растворение осадка. Была исследована зависимость массы получаемого осадка от pH раствора. Для исследования было приготовлено 1000 мл раствора, содержащего 1 моль/л ZnCl<sub>2</sub> разделено на 10 аликвот по 100 мл и проведено осаждение 40 %-ным раствором NaOH. Полученный при различных значениях pH осадок был отцентрифугирован и взвешен. Таким образом было выяснено, что масса гидроксида цинка плавно увеличивается в интервале pH от 5.5 до 8. Затем при изменении pH от 8 до 10 мы имеем максимальную массу, а после 10.5 до 12 происходит полное растворение осадка. Исходя из этой зависимости был сделан вывод, что наиболее полное осаждение цинка в виде гидроксида происходит в интервале pH от 8 до 10.

Таким образом было выяснено, что масса гидроксида с помощью NaOH позволяет значительно уменьшить объем сточной воды, но чтобы осаждение было полным необходимо постоянно следить за изменением pH раствора и поддерживать его в интервале от 8 до 10, что создает определенные трудности для внедрения этого метода в производственный процесс.