

**ПОРІВНЯЛЬНА ТЕХНІКО – ЕКОНОМІЧНА
ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТОДІВ ЗНЕВОДНЕННЯ ЧЕРВОНОГО
ШЛАМУ**

Разгонова О.В., Сокольник В.І.

Запорізька державна інженерна академія м. Запоріжжя

Виконаний техніко-економічний аналіз традиційних методів зневоднення червоного шламу та розробленого методу зневоднення шламу під дією електричного поля.

Ключові слова: червоний шлам, вологість, фільтр – прес, центрифуга.

Выполнен технико-экономический анализ традиционных методов обезвоживания красного шлама и разработанного метода обезвоживания шлама под действием электрического поля.

Ключевые слова: красный шлам, влажность, фильтр - пресс, центрифуга.

Technical - economic analysis made traditional methods on dehydration of red mud and developed dehydration method of red mud by an electric field.

Keywords: red mud, humidity, filter - press, centrifuge.

Глиноземне виробництво є великим споживачем природних ресурсів і залишає по собі велику кількість відходів. Використання процесу Байера призвело до накопичення значної кількості червоних шламів. Червоний шлам - це суспензія, що утворилася після розщеплення бокситів гідроксидом натрію під високим тиском та температурою. Він являє собою суміш сполук, присутніх у вихідному бокситі і з'єднань, утворених або введених протягом циклу Байера. Червоний шлам має концентрацію твердого в діапазоні 10-30%, рН >13. Хімічний аналіз показує, що червоний шлам містить близько 50-60% заліза, 20-30% алюмінію та незначну кількість інших корисних компонентів. Отже, червоний шлам може служити додатковим

сировинним джерелом техногенного походження для ряду галузей промисловості і приносити відчутний дохід [1].

Накопичення та низький ступінь використання червоного шламу є однією з ключових проблем сучасного глиноземного виробництва. В наш час складування шламу призводить до ризику забруднення навколишнього середовища та загрози виникнення техногенних катастроф. Перехід до комплексної переробки червоного шламу необхідний уже в найближчій перспективі.

Великі поточні витрати на експлуатацію та утримання шламосховищ рік за роком неухильно зростають. Шламосховища являють собою складні інженерно-технічні споруди, обладнані насосними станціями, шламопроводами і водоводами великих діаметрів, системою повернення проясненої води. Всі ці споруди є витратними та споживають значну кількість електроенергії.

Аналіз літератури дозволяє стверджувати, що накопичення відходів глиноземного виробництва є проблемою загальносвітового масштабу. Провідні фахівці з США, Канади, Китаю, Індії, Японії, Австралії та інших країн, орієнтуючись, насамперед на власну мінерально-сировинну базу, пропонують різні варіанти технологій переробки та утилізації червоного шламу. Та всі вони прагнуть до широкомасштабного використання, утилізації та комплексної переробки червоного шламу з витягом корисних компонентів. [2,3].

Завдяки специфічному складу, фізичним та фізико-хімічними властивостями червоного шламу на його основі розроблені методи отримання адсорбентів, флокулянтів для очищення промислових і побутових стічних вод, будівельних і в'язучих матеріалів. Помітне місце набувають технології використання червоних шламів для рекультивації ґрунтів, нейтралізації забруднених промислових і сільськогосподарських територій. В останні роки велика увага приділяється дослідженням використання червоного шламу в чорній металургії. За вмістом сполук заліза червоні шлами наближаються до складу бідних залізних руд, що забезпечує можливість виділення залізвмісного продукту, придатного для повноцінного використання в чорній металургії.

У той же час підвищення ефективності утилізації червоних шламів потребує подальших досліджень та винаходів для отримання економічно вигідних методів переробки. Тому, що істотним недоліком відомих розробок, незважаючи на їх ефективність, є необхідність високих одноразових інвестицій для їх реалізації, витрат на обслуговування, обладнання та постійне зростання вартості енергоносіїв.

Велика кількість технологій переробки шламів зіштовхується з проблемою їх попередньої підготовки, а саме зневоднення. Червоні шлами мають високу вологість (40 – 60%), тому важливе місце в технології їх переробки займає процес зневоднення, який забезпечує не тільки ефективне складування шламу, але і його транспортування, а також підготовку до наступних технологічних процесів. [4].

Зрозуміло, що для шламів, що виходять із системи згущення й промивки недоцільно застосувати сушку через великі енергетичні витрати. Найбільш універсальним є механічне зневоднення, що завдяки можливостям сучасного обладнання дозволяє отримувати шлами вологістю $25 \div 45\%$.

Класична загальна технологічна схема зневоднення шламів виглядає так: по закінченню процесу вилуговування та охолодження бокситова пульпа розбавляється промивними водами для поліпшення умов відстоювання шламу і направляється на згущення. Згущення призначено для відділення червоного шламу від алюмінатного розчину і проводиться в одноярусних або багатоярусних згущувачах. Далі червоний шлам промивається водою в промивачах декілька разів та направляється у відвал, або на зневоднення. Для зневоднення шламову пульпу згущують в радіальних відстійниках або згущувачах (при необхідності додають флокулянт) після чого суспензія подається на фільтрацію до стрічкових фільтр - пресів, вакуум - фільтрів, або центрифуг, в залежності від складу шламу та технологічної схеми. Далі шлам в залежності від галузі використання піддають сушці, використовують в якості добавки, змішують з вапном або відсівом агломерату, плавці та ін.

Можна виділити три типи технологічних схем для зневоднення шламів: 1) полідисперсні; 2) монодисперсні середньої крупності; 3) високодисперсні. У схемах першого типу шлам поділяється на дві - три фракції крупності, кожна з яких зневоднюється на окремому апараті. Зазвичай найбільш велика фракція зневоднюється на класифікаторах, фракція середньої крупності на стрічкових вакуум фільтрах і найбільш дрібна - на дискових або барабаних вакуум – фільтрах. У схемах другого типу в якості апарату для зневоднення використовують дискові або барабани вакуум-фільтри без поділу шламу на фракції за крупністю. У схемах третього типу використовуються фільтрпреси та центрифуги. [5].

У лабораторії Запорізької державної інженерної академії розроблений спосіб ущільнення та зневоднення червоного шламу під дією електричного поля. Для дослідження методу використана суспензія червоного шламу шламового накопичувача Запорізького

алюмінієвого комбінату. Хімічний склад досліджуваного шламу(%): SiO_2 – 10,67; Al_2O_3 – 23; Fe_2O_3 – 52,74; CaO – 6,8; TiO_2 – 5.1. Гранулометричний склад визначений методом ситового аналізу на каліброваних ситах показав, що розмір фракції шламу є в межах 80-200 мкм.

В результаті експерименту встановлено, що використання методу ущільнення та зневоднення червоного шламу в електричному полі однозначно позитивно впливає на швидкість ущільнення та кінцеву величину об'ємної частки шламового осаду. Найменша об'ємна частка шламового осаду отримана при напрузі електричного струму 150В – 28 %. Визначено, що цей метод за ступенем зневоднення може конкурувати з класичними способами [6].

Метою даної роботи є порівняльна техніка – економічна характеристика традиційних методів зневоднення та розробленого методу ущільнення та зневоднення червоного шламу під дією електричного поля.

Основна маса червоного шламу (більше 70%) представлена частками крупністю від 80 до 200 мкм тобто шлам є високодисперсним. Окремі частки червоного шламу мають позитивний заряд. Відштовхування однойменно заряджених частинок шламу обумовлює погане відстоювання і ущільнення шламу. Позитивно заряджені частинки поступово розряджаються гідроксильними іонами, які втрачаючи свій заряд, звільняють кисень, який залишається у вигляді тонкої плівки на поверхні частинок, що перешкоджає подальшому відстоюванню і ущільненню шламу. [7]

Традиційно для зневоднення шламу такої крупності використовуються фільтрпреси та центрифуги. В наш час на ринку обладнання для зневоднення можна підібрати безліч варіантів я різного виробництва, продуктивності та замовити виріб під свої потреби.

Для порівняння розглянуті наступні методи: метод зневоднення на центрифугі, зневоднення на фільтр - пресах та метод зневоднення шламу під дією електричного струму. Обладнання підібране по об'єму вихідного шламу 30 м^3 /год при вологості близько 70-80%. Ціни приблизні та отримані з сайтів виробників. [8-11]

Будь - яка сучасна центрифуга, з насосом – дозатором для подачі осаду, заданої продуктивності коштує близько 48 тис євро[8]. Споживна потужність електроенергії комплексом близько 34 кВт/ год. Вартість електроенергії за рік складе 120 тис грн. Недоліками центрифуг є високі витрати на електроенергію, профілактичний і капітальний ремонт. При чому ці витрати значно перевершують

переваги їх використання. Велику складність представляє ремонт шнека центрифуг. Провести якісний ремонт в умовах ремонтного цеху підприємства практично неможливо, тому ремонтні роботи проводяться на заводі виробника або на його ремонтній базі. Оскільки основна маса якісних центрифуг для зневоднення осадів стічних вод виробляється за кордоном, ремонтні роботи пов'язані з тривалими термінами. Вартість ремонту шнека центрифуги може досягати 25 - 40% від вартості самої центрифуги (від 15 до 80 тис євро.) І проводиться один раз на два - три роки. Центрифуги вимагають посиленої конструкції під її основу яка виключає поширення вібрації по периметру робочої зони, а також високі тепловиділення від електроприводів центрифуг. [9]

Фільтр – прес у комплексі з насосом – дозатором для подачі осаду та насосом промивної води, коштує приблизно 46 тис євро. Споживна потужність електроенергії комплексом близько 17 кВт / год. Вартість електроенергії за рік складе 60 тис грн. Основним витратним матеріалом на фільтрпресах є ситові стрічки і манжети підшипників (вартість комплекту 2 - 4 тис євро), необхідність заміни яких виникає один раз в 1,5 - 3 роки. Ремонт валів (відновлення поліуретанового покриття) може знадобитися раз на 6 - 10 років, і його вартість складає близько 10 - 15 тис. євро. Важливою перевагою є оперативність ремонтних робіт. Заміна ситових стрічок займає 1 - 2 години робочого часу, заміна манжет 2 - 3 робочих дні, ремонт валу - не більше двох тижнів. При використанні фільтр – пресів є витрати на облаштування систем вентиляції. [9, 10]

Запропонований метод ущільнення та зневоднення шламів під дією електричного поля є економічним та простим для впровадження та використання. Для прикладу можна використати пластмасові баки необхідного об'єму та електроди з нержавіючої сталі, вартість приблизно 4 тис євро [11]. Споживна потужність електроенергії комплексом близько 6 кВт/год. Для зневоднення необхідна 1,5 години дії електричного поля. При використанні установки 12 год/добу вартість електроенергії за рік складе 20 тис грн. Далі рідину відкачують, а шлам вивантажують для подальшого використання.

Для порівняння витрат на зневоднення червоного шламу різними методами складена таблиця 1.

Таблиця 1. – Економічна оцінка методів зневоднення

Параметр	Центрифуга	Фільтр-прес	Установка зневоднення під дією електричного поля
Вартість обладнання, євро	48 000	46 000	4 000
Споживна потужність, кВт / год	34	17	6
Витрата на електроенергію для зневоднення 1м ³ шламу, грн	1,62	0,81	0,29

У результаті випробувань встановлено, що при фільтрації червоного шламу на центрифугах виходить шлам вологістю близько 30 - 40%. На фільтрпресах можна отримати шлам з меншим вмістом води 20–25 % [12] при використанні методу зневоднення під дією електричного поля 28.

Таким чином, можна зробити **висновки**:

1. Техніко – економічні характеристики методів мають істотний вплив на показники економічної ефективності їх впровадження та експлуатації.

2. Метод ущільнення та зневоднення червоного шламу під дією електричного поля не потребує значних витрат та є не менш ефективним в порівнянні з традиційними методами зневоднення червоного шламу. Тому, можна вважати його перспективним для подальшої розробки та впровадження.

1. Корнеев В.И. Красные шламы. Свойства, складирование, применение / В.И. Корнеев, А.Г. Суус, А.И. Цеховой. М.: Металлургия, 1991. 144 с.

2. Paramguru, R.K., Rath, P.C., Misra, V.N. Trends in red mud utilization – A review, Miner. Process Extr. Metal. Rev. 26(1), (2005), 1-29

3. Red mud Project [Електронний ресурс]. - Режим доступу: URL: <http://redmud.org/>

4. Mishra B. Recovery and utilization of iron from red mud / B. Mishra, A. Staley, D. Kirkpatrick // Light Metals, 2001. P. 149-156.

5. Шморгуненко Н.С. Комплексная переработка и использование отвальных шламов глиноземного производства / Н.С. Шморгуненко, В.И. Корнеев. М.: Металлургия, 1982. 129с.

6. Разгонова, О.В. Ущільнення та зневоднення червоного шламу під дією електричного поля / О. В. Разгонова, В. І. Сокольник// Восточно-європейський журнал передових технологій. – 2014. - № 72. С. 4-7.
7. Дамаскин Б.Б. Электрохимия / Б.Б. Дамаскин, О.А. Петрий, Г.А. Цирли [2-е изд., испр. и перераб]. - М. : Химия, 2006. - 672 с.
8. Ресурс инжиниринг [Электронный ресурс]. - Режим доступа: URL: <http://resource-gr.com/>
9. Ekoton industrial group [Электронный ресурс]. - Режим доступа: URL <http://www.ekoton.com/>
10. Гидротренд [Электронный ресурс]. - Режим доступа: URL: <http://hydrotrend.ru/>.
11. Термоаккумулятор [Электронный ресурс]. - Режим доступа: URL: <http://termak-polymer.com.ua/>
12. Ласкорин, Б. Н. Проблемы развития безотходных производств [Текст] / Б. Н. Ласкорин, Б. В. Громов, А. П. Цыганков, В. Н. Сенин. – М.: Стройиздат, 2000. – 566 с.