

**ПРИМЕНЕНИЕ МНОГОСТУПЕНЧАТОГО ПРОТОЧНОГО УСТРОЙСТВА  
ДЛЯ АКТИВАЦИИ МАТЕРИАЛОВ АНОДНОЙ МАССЫ  
В ПРОЦЕССЕ ЕЁ ПРОИЗВОДСТВА**

**Мещеряков И.В.**

**Научный руководитель - д.т.н., профессор Анушенков А.Н.**

***Сибирский федеральный университет***

В настоящее время российской алюминиевой промышленностью, примерно 72 % выпускаемого алюминия, производится на электролизерах с самообжигающимися анодами. Такая технология имеет ряд преимуществ перед технологией производства алюминия на электролизерах с предварительно обожженными анодами, но её применение становится всё более проблематичным. Это связано с постоянным ужесточением законодательства в области охраны окружающей среды, которое поставило данную технологию в ряд технологий, подлежащих усовершенствованию или ликвидации. Исходя из выше сказанного, актуальным научным направлением является разработка, обоснование и внедрение эффективной технологии получения анодной массы, отвечающей повышенным требованиям экологической безопасности.

Максимальная эффективность технологии производства и экологическая безопасность достигается применением рациональной рецептуры анодной массы, оптимальными техническими приемами и возможностью применения проточного способа её приготовления и использования в электролизере.

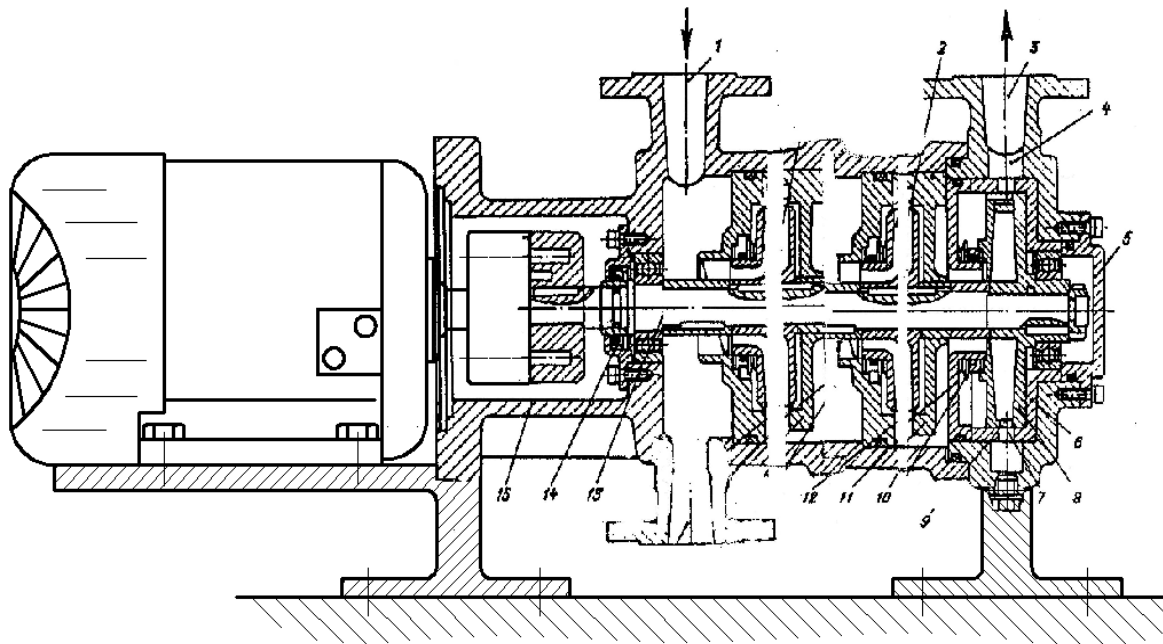
В существующей технологии приготовления анодной массы со сниженным содержанием связующего было разработано проточное гидроударно-кавитационное активирующее устройство для модификации свойств вяжущего и интенсификации измельчения и перемешивания пыле-пековой композиции (ППК) в технологической линии на основе воздействия удара и кавитации.

Гомогенность и однородность гранулосодержания кокса в производимой анодной массе обеспечивается многократным количеством проходов композиции через одноступенчатое гидроударно-кавитационное устройство. Требуемый эффект разрушения частиц кокса до размера менее 0,045 мм за определенное время достигается созданием поля знакопеременных ускорений и гидродинамических импульсов с частотой около 6000 имп/с. Эти условия обеспечиваются или увеличением числа оборотов двигателя устройства или увеличением кратности рециркуляции композиции в фиксируемом объёме.

Во внедрённой в производство установке гидроударно-кавитационного устройства реализуются названные возможности, т.е. регулировка оборотов двигателя и кратность рециркуляции. Это дает возможность контроля качества композиции и коррекции состава и свойств во время её приготовления.

Такая схема достаточно громоздка и энергоёмка. Для создания более компактной схемы предлагается использовать конструкцию многоступенчатого гидроударно-кавитационного устройства (рисунок 1), которое будет обеспечивать подготовку ППК со сниженным содержанием связующего в непрерывном режиме.

Известно, что тонкая коксовая пыль плохо смачивается пеком, и в традиционных смесителях трудно достичь равномерной смачиваемости и перемешивания композиции. При этом плохая смачиваемость может обусловить высокое электросопротивление, плохие механические свойства и высокую реакционную способность в  $\text{CO}_2$ . Обработка ППК в многоступенчатом устройстве позволяет получать гомогенные высокосмачиваемые композиции.



1 – входной патрубок; 2,8 – ротор с отверстиями; 3 – выходной патрубок; 4, 10 – рабочие камеры; 5 – торцевая крышка; 6 – статор первой ступени; 7 – торцевое уплотнение; 9 – диафрагма; 11 – корпус; 12 – статор второй ступени; 13 – вал; 14 – статор третьей ступени; 15 – приводной двигатель с соединительной муфтой

Рис. 1. Многоступенчатое гидроударно-кавитационное устройство

Наиболее важными узлами устройства (рисунок 1) являются роторы (2, 8), статоры (6, 12, 14) и рабочие камеры (4, 10). Конструкции роторов различны и направлены на создание звуковых волн различной частоты, вызываемых возмущениями давлений при периодическом перекрывании отверстий ротора и статора. Ротор представляет собой полый цилиндр с рядом радиальных, равномерно расположенных по поверхности отверстий и шестилопастной крыльчаткой, служащей для разгона жидкой ППК. Статор выполнен в виде цилиндрического стакана и имеет ряд отверстий.

Конструкции рабочих пар «статор-ротор» устройства согласованы между собой таким образом, что при переходе дисперсионной среды от одной рабочей пары к другой происходит увеличение давления и частоты воздействия. Это позволяет получить последовательное измельчение частиц за один проход от исходной крупности 1000 мкм до фракции -50 мкм с содержанием ее в смеси до 60 %.

Параметры устройства рассчитываются исходя из условий создания резонанса в каждой из рабочих камер для одного размера частиц, диспергируемой композиции с исходной фракцией менее 1,0 мм. Интенсификация акустического поля ведет к повышению качества диспергирования, гомогенизации и смачивания ППК.

При переходе дисперсной среды из одной ступени в другую кратно повышается давление, которое способствует увеличению частоты гидро-кавитационных импульсов. Изменение частоты импульсов и их качества определяется конструкцией колесных пар, кратностью увеличения давления и частотой вращения ротора. Увеличение частоты способствует рассеянию и дроблению частиц в потоке. Дисперсность частиц увеличивается от ступени к ступени в соответствии с ростом резонансной частоты измельчения. В зависимости от требуемого гранулометрического состояния композиции подбирается кратность количества ступеней устройства и частотные характеристики каждой из них.

Для создания эффективного процесса перемешивания композиции в многоступенчатом устройстве предлагается последовательность конструктивно различных ко-

лесных пар, которая обеспечивает генерацию частот близких к ультразвуку. Ультразвуковое перемешивание позволяет получать высокодисперсные, практически однородные композиции. Для возникновения кавитации необходимо присутствие ультразвука. Условия возникновения и протекания кавитации определяются конструктивными особенностями пар статор-ротор.

Для многоступенчатого устройства определена и разработана компоновка аппарата, в составе которого ряд рабочих пар статор-ротор. Интенсивное воздействие на смесь осуществляется в потоке, создаваемым ротором, где часть энергии струи переходит в энергию акустических волн, вызывающих кавитацию, акустические течения, повышенные поля скоростей и давлений.

Гидроударно-кавитационное устройство конструктивно просто и компокуется из рабочих пар статор-ротор, входящих в ряд ступеней, количество которых определяется экспериментально. Конструкции активных рабочих пар статор-ротор и установка статора колес представлены на рисунках 2 и 3 соответственно.

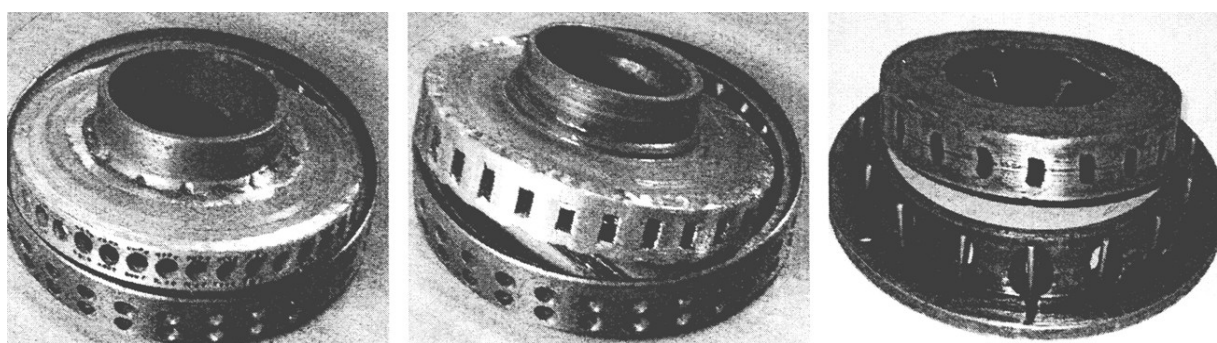


Рис. 2. Конструкция рабочих пар многоступенчатого гидроударно-кавитационного устройства

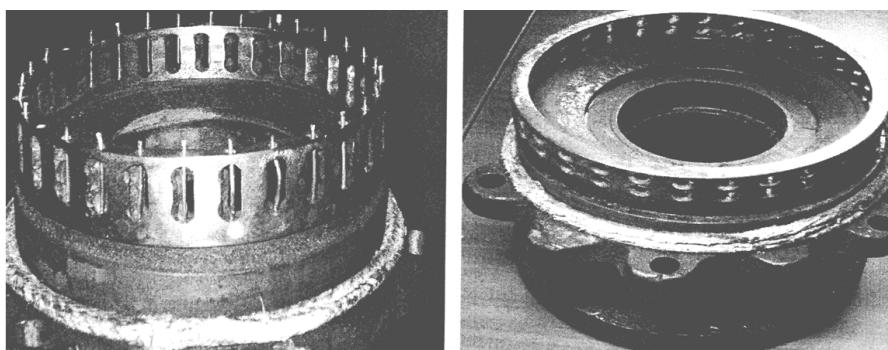


Рис. 3. Установка статора на консоль рабочей камеры многоступенчатого гидроударно-кавитационного устройства

Разработанная конструкция многоступенчатого гидроударно-кавитационного устройства (рисунок 1) позволяет увеличить кратность рециркуляции и частоту генерации импульсной обработки от ступени к ступени в проточном цикле производства ППК.

Измельчение частиц материала способствует снижению расхода вяжущего в производимой анодной массе в результате воздействия на частицу последовательности гидроударных импульсов с частотой, близкой к собственной частоте разрушения частиц. Частицы кокса, разрушенные вследствие гидроудара непосредственно в пеке, обладают повышенной смачиваемостью. Это происходит в связи с тем, что поверхность получаемой пыли не успевает реагировать с воздухом, а интенсивное перемешивание гомогенизирует смесь, предотвращая агломерацию тонких частиц. Полученный эффект позволяет обеспечить проточность и интенсификацию приготовления ППК.

Таким образом, производство анодной массы со сниженным содержанием связующего в установке с применением разработанного многоступенчатого гидроударно-кавитационного устройства позволяет:

- достичь удельных выбросов вредных веществ до уровня требований Российского законодательства и рекомендаций международных экологических организаций;
- обеспечить подготовку анодной массы в экономичном и непрерывном режимах.