

ПЕРЕМЕШИВАНИЕ ЖИДКОСТЕЙ С ИЗМЕНЯЮЩИМСЯ ДИАМЕТРОМ МЕХАНИЧЕСКОЙ МЕШАЛКИ

Тошов Б.Р. Хамроев Ш.Г.

Навоийский государственный горный университет, Узбекистан

Как показали наблюдения в КЕМИХе во время механического перемешивания сульфидных руд с реагентом (активированный уголь), наблюдается осаждение реагента. Для проведения непрерывного процесса сорбционного окисления тонкоизмельчённых сульфидных концентратов применяются специальные аппараты, работающие в условиях стабилизации температуры при постоянном аэрировании. Для ускорения процесса окисления в таких аппаратах необходимо непрерывное перемешивание пульпы. Перспективным направлением при перемешивании жидких сред является использование нового поколения оборудования, которое позволяет увеличивать турбулентность и циркуляцию потоков при одновременном снижении энергопотребления и металлоёмкости.

Введение. В работе обосновано и предложено перемешивание жидкостей с изменяющимся диаметром механической мешалкой на жидких средах.

Цель работы. Разработка методики расчета и выбора технологических параметров перемешивание жидкостей с изменяющимся диаметром механической мешалкой на жидких средах.

Методика проведения исследований. Сформулирована задача разработка два типа новых групп конструкций аппаратов с мешалкой, в одной группе использовано движение рабочих органов с нестационарным режимом работы. В другой группе звенья передаточных четырехзвенных, пятизвенных и шестизвенных механизмов выполняют одновременно функции рабочих органов, каждое из которых совершает сложное движением по своим законам.

Анализ и обсуждение результатов. В металлургическом производстве перемешивание материалов является одним из распространенных процессов, который осуществляется в основном механическими устройствами - аппаратами с мешалкой и смесителями. Эти устройства работают при стационарном режиме работы, т.е. при постоянной угловой скорости рабочего органа.

Область применения результатов. Разработанная методика может быть использована для перемешивание жидкостей с изменяющимся диаметром механической мешалкой на жидких средах.

Перемешивание в жидких средах является одним из наиболее эффективных способов интенсификации процессов в различных отраслях промышленности. Получение современных неметаллических материалов, заменяющих стали и сплавы, процессы обработки горных пород с целью выделения драгоценных материалов, приготовление пищевых продуктов и лекарственных препаратов, различных материалов в химической и микробиологической промышленности, проведение многочисленных процессов, связанных с очисткой воды, а также получение различных продуктов в оборонной промышленности, требуют применения процессов перемешивания.

Проходившая в 2015 г. в Санкт-Петербурге 15-я Европейская конференция по перемешиванию “Mixing-15” отчетливо показала, насколько сильно изменились экспериментальные и расчетные методы исследования за последние 20 лет.

В [1] предложен аналитический обзор достижений в области конструирования промышленной аппаратуры для перемешивания жидкостей, суспензий, газожидкостных дисперсий. Обсуждаются различные методы смешения материалов: механический, пневматический, струйный, вибрационный, магнитный. Рассмотрены нетрадиционные перемешивающие устройства с реверсивным движением частей смесителя, статические смесители, роторные и роторно-пульсационные аппараты, вихревые и ультразвуковые аппараты. Уделено внимание миниатюризации оборудования, микросмесителям однако, более чем в 95% случаев, во всем мире на практике используется механическое перемешивание, предполагающее наличие в рабочем объеме аппарата вращающейся мешалки. Во многом это объясняется относительной простотой конструкции перемешивающего устройства (мотор-редуктор/электродвигатель, стойка, уплотнение, вал и мешалка), его энергетической и экономической эффективностью, а также надежностью, простотой эксплуатации и обслуживания.

Более ясное понимание сложных механизмов конвективного, в том числе турбулентного, переноса количества движения, теплоты и массы в аппаратах с мешалками вызвало растущий интерес исследователей к новым видам перемешивающих устройств, новым формам организации перемешивания, включая пульсационное, вихревое и др.

В состав многих машин и устройств входят мешалки, которые являются плоским [2] или пространственным механизмом.

Последние включают комбинацию вращательных, поступательных, шаровых, шаровых с пальцем кинематических пар (шарниров). Особую группу составляют механизмы только с вращательными шарнирами, которые изучены и изучаются только теоретически [3].

В металлургическом производстве перемешивание материалов является одним из распространенных процессов, который осуществляется в основном механическими устройствами - аппаратами с мешалкой и смесителями. Эти устройства работают при стационарном режиме работы, т.е. при постоянной угловой скорости рабочего органа.

При таком способе перемешивающие устройства не обеспечивают требований производства и технологий, так как процесс смешения протекает слабо и длителен во времени, энергозатратен, при этом качество готовой смеси неудовлетворительное. Это объясняется тем, что в аппаратах с мешалкой имеются зоны, где движение материала незначительно или вообще отсутствует [4].

Можно привести пример реактора цеха нейтрализации ВЮХ ГМЗ-3 НГМК. В реакторах с добавлением извести (химических веществ белого цвета) происходит процесс нейтрализации руды.

В этих целях используют в цеху 8 реакторов с параметрами: высота и диаметр каждого реактора примерно по 10 м. В реакторе установлены 2 лопастных смесители (мешалки) высотой примерно 8 метров. В процессе работы реактора мешалка, совершая вращательное движение перемешивает пульпу, при этом добавленный в пульпу специальный химический реагент извлекает золото. На внутренние стенки реактора нарастает налёт, толщина которого может достигать 0,3-0,5 м.

Проблемой является удаление налёта со стенок реакторов или полностью заменить мешалку, которая обеспечила бы требования производства.

Для решения такого рода проблем предложены [4] два типа новых групп конструкций аппаратов с мешалкой, в одной группе использовано движение рабочих органов с нестационарным режимом работы. В другой группе звенья передаточных четырехзвенных, пятизвенных и шестизвенных механизмов выполняют одновременно функции рабочих органов, каждое из которых совершает сложное движение по своим законам. Во всех группах аппаратов с мешалкой звенья передаточных механизмов имеют особое, пространственное расположение шарниров,

в составе которых только вращательные шарниры, оформленные подшипниками скольжения или качения, легко изолирующиеся от абразивной среды и имеющие высокий ресурс работы.

В общем случае лопасти мешалки при вращении выполняют работу, связанную с преодолением сопротивления сил инерции и сил трения перемешиваемой жидкости. Удельное значение этих сил различно в пусковых и рабочих периодах работы мешалки. Так, при пуске мешалки ее лопатки встречают особенно большое сопротивление со стороны жидкости, инерцию массы которой необходимо преодолеть. По мере приведения жидкости в движение работа мешалки все больше затрачивается на преодоление внутренних сопротивлений в жидкости (трения, вихревых движений, ударов жидкости о стенки и т. д.).

При перемешивании очень вязких жидкостей и пастообразных материалов к стенкам реактора налипают реакционная масса. Возникает проблема очищения стенок аппарата. Проблема уменьшения пусковой мощности и очищения стенок аппарата решается разработкой перемешивающих устройств содержащих лопасти с уменьшенным диаметром при пуске и увеличенным при работе, т.е. с изменяющимся диаметром лопастей.

В последние годы для интенсификации процесса перемешивания стали использовать сложное движение, вращение с переменной угловой скоростью и сложное неравномерное движение рабочих органов и емкостей [4]. Однако существующие конструкции сложны, имеют несколько источников привода, малый ресурс работы из-за наличия шаровых шарниров, исследования и разработки таких устройств пока малочисленны, нет теории создания смесителей, сведений о внедрении в производство, нет классификационных групп пространственных устройств.

Объясняется это трудностью и сложностью образования пространственных устройств, в особенности имеющих в составе только вращательные шарниры.

Таким образом, создание новых высокоэффективных универсальных перемешивающих устройств является актуальной и необходимой задачей. Это еще более актуально потому, что сфера их применения и использования широка и охватывает самые разные отрасли народного хозяйства.

Нами [5] разработана (заявка № FAP 20150031 Кл. F16D3/30) шарнирная муфта, содержащая ведущую и ведомую полумуфты, каждое из которых содержит шарнирно соединенные вилки и серьгу, соединенные промежуточным устройством, располо-

женными между ними, выполненным в виде двух пар перекрещивающихся рычагов, при этом каждый рычаг одной пары шарнирно соединен одним концом с серьгой соответствующей полумуфты. Снабжена двумя планками, каждая из которых соединена другими концами перекрещивающихся рычагов шарнирно. Причем оси шарниров параллельны с осями шарниров рычагов с серьгами.

Кинематическая схема шарнирной муфты приведена на рисунке 1 а – в сжатом и 1 б – в растянутом положении.

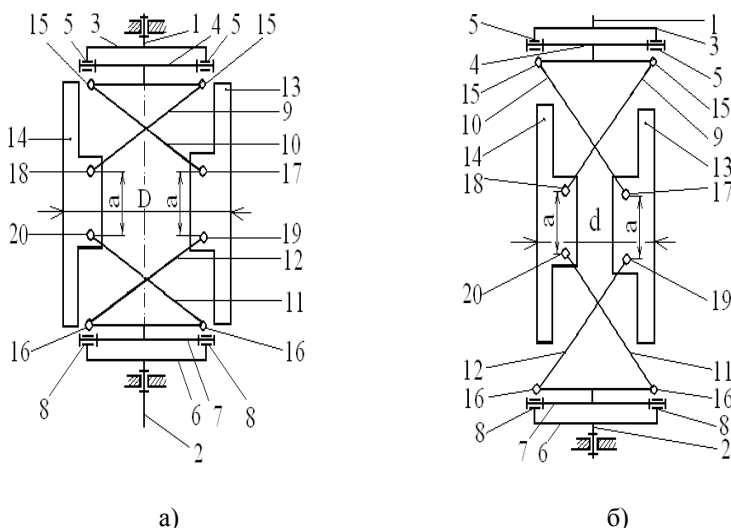


Рис. 1 – Кинематическая схема шарнирной муфты
 а, б – ведущая и ведомая полумуфта: 1, 3, 6 – вилки; 4, 7 – серьги;
 5, 15, 16, 17, 18, 19, 20 – шарнир; 9, 10, 13, 14 – рычаг,
 11, 12 – рабочие элементы

Шарнирная муфта, содержит ведущую полумуфту 1, ведомую полумуфту 2. Ведущая полумуфта 1 содержит звенья в виде вилки 3 и серьги 4 соединенных друг с другом посредством шарниров 5, ось которых расположена перпендикулярно оси вращения.

Ведомая полумуфта 2 также содержит звенья в виде вилки 6 и серьги 7 соединенных друг с другом посредством шарниров 8, ось которых расположена перпендикулярно оси вращения и параллельно оси шарниров 5.

Промежуточное устройство содержит две пары перекрещи-

вающихся рычагов 9, 10 и 11, 12 и планки 13, 14. Рычаги 9 и 10 другими концами соединены с планками 13, 14 посредством шарниров 17, 18. Рычаги 11 и 12 соединены с серьгой 8 посредством шарниров 16. Рычаги 11 и 12 другими концами соединены с планкой 13, 14 посредством шарниров 19, 20. Оси шарниров 15, 16, 17, 18, 19, 20 параллельны между собой и перпендикулярны осям шарниров 5 и 8. Шарниры 17 и 19, а также 18 и 20 установлены на одинаковом расстоянии «а».

При работе шарнирной муфты, вращение ведущей полумуфты передается ведомой посредством двух пар перекрещивающихся рычагов 9, 10 и 11, 12 и планками 13, 14.

При сжатом расположении полумуфт 2 расстояние между планками 13, 14 увеличивается, тем самым увеличивается диаметр D окружности, а при растянутом положении полумуфт 1 и 2 расстояние между планками 13, 14 уменьшается и уменьшается диаметр окружности описываемой планками «d».

При вращении шарнирной муфты, установленной в цилиндрической емкости (реакторе) диаметром равное D , заполненной с жидкой средой, планки 13, 14, работая как лопасти создает вращательное движение жидкости. В начале вращения полумуфты 1 и 2 располагают в растянутом положении, тогда расстояние между планкам 13, 14 уменьшается «d», благодаря чему достигается снижению пусковых нагрузок. При сжатом расположении полумуфт 1 и 2 расстояние между планками 13, 14 увеличивается «D», тем самым увеличивается диаметр окружности описываемой планками «D». Благодаря чему достигается интенсивное перемешивание жидкости в ближе стенок реактора. Как известно, перемешивание существующими мешалками в ближе вертикальных стенок находится область, где жидкость почти не участвует в движении и на стенке накапливается налет.

Снабжение известной шарнирной муфты с планками 13 и 14 позволяет повысить интенсивность перемешивания жидкости благодаря увеличению диаметра окружности лопастей (планки) «D». Благодаря изменению расстояние между планками т.е. уменьшение или увеличение диаметра, станет возможным применять её в качестве мешалки, например для судов с небольшим входным отверстием.

Если установить законы движения изменения диаметра мешалки (расстояние между планками 13 и 14) в зависимости от вращения ведущей полумуфты, то можно регулировать процесс перемешивания, охватить весь область жидкости, а

также очищение вертикальных стенок реактора в зависимости от времени.

Библиографический список

1. Барабаи В.М., Абиев Р.Ш., Кулов Н.Н. Обзор работ по теории и практике перемешивания // Теоретические основы химической технологии том 52 № 4. 2018. – С.367-383.
2. Брагинский Л. Н. Перемешивание в жидких средах: Физические основы и инженерные методы расчета / Л. Н. Брагинский, В. И. Бегачев, В. М. Барабаи.- Л.: Химия, 1984.- 336 с.
3. Мудров А.Г., Марданов Р.Ш. Обзор исследований пространственных механизмов с вращательными шарнирами // Теория механизмов и машин, 2015, № 2. – С. 62–71.
4. Мудров А. Г. Конструкции и модель смещения в аппаратах с мешалкой // Известия КГАСУ, 2018, № 1 (43). – С. 226–233.
5. Тошов Б.Р., Умиров Ф.Э., Кушимов Ф., Кушимов У.Ф., Хамроев Ш.Г., Расулов Ш.К. Шарнирная муфта // Патент на полезную модель № UZ FAP 01273. Рег. Ташкент 29.12.2017г. 3 с.

УДК 539.3: 624.07

ДЕФОРМИРОВАНИЕ ТРЕХСЛОЙНЫХ ПЛАСТИН ИЗ ОРТОТРОПНЫХ РАЗНОСОПРОТИВЛЯЮЩИХСЯ МАТЕРИАЛОВ

Трещев А.А., Кудрявцев А.Д., Селезнев И.Р.
Тульский государственный университет

Представлен вариант использования нового потенциала деформаций для ортотропных материалов, деформационные характеристики которых зависят от вида напряженного состояния, при построении модели поперечного изгиба трехслойных пластин. Разработанная модель позволяет получить более точные результаты расчета конструкций по сравнению с данными, основанными, на известных ранее, уравнениях состояния.

В работах [1 – 3] на основе анализа многочисленных экспериментальных данных по деформированию анизотропных материалов, механические характеристики, которых зависят от вида напряженного состояния [4 – 8] были предложены нелинейные потенциальные соотношения между деформациями и напряжениями для ортотропных материалов. При