



The new approach to the development and investigations of the impellers configuration at turbulent stirring of the agglutinant sands components is given

Д. М. КУКУЙ, Ю. П. ЛЕДЯН, В. В. СТЕЛЬМАХ, БНТУ

УДК 621.74

НОВЫЙ ПОДХОД К РАЗРАБОТКЕ И ИССЛЕДОВАНИЮ КОНФИГУРАЦИИ ИМПЕЛЛЕРОВ ПРИ ТУРБУЛЕНТНОМ ПЕРЕМЕШИВАНИИ КОМПОНЕНТОВ ФОРМОВОЧНЫХ СМЕСЕЙ

Существующие методы разработки смесеприготовительного оборудования основываются на эмпирических данных, получаемых в результате испытаний новых промышленных вариантов смесителей, без изучения механизма взаимодействия рабочих органов смесителя с компонентами смеси. Такой подход позволяет модернизировать традиционные модели смесителей, но не способствует разработке принципиально новых конструкций смесителей и их рабочих органов, снижающих энергозатраты на приготовление смеси и повышающих ее качество.

Для создания наиболее эффективных конструкций смесителей целесообразно сформулировать функциональную роль и назначение каждого рабочего органа, исследовать механизм взаимодействия рабочих органов с компонентами смеси и установить закономерности движения потоков в рабочем пространстве смесителя.

В турбинных смесителях, обеспечивающих интенсивное перемешивание компонентов смеси, чаще всего применяются импеллеры с плоскими, наклонными или криволинейными лопатками. В таких устройствах создаются как радиальные, так и тангенциальные потоки смешиваемых компонентов. Соотношение тангенциальной и радиальной составляющих скорости движения потоков определяется конструкцией лопаток и частотой вращения вала импеллера.

В целом эффективность перемешивания определяется количеством энергии, затрачиваемой для достижения требуемого технологического эффекта, и зависит от многих параметров процесса, в том числе и от геометрических размеров и конструкции перемешивающих органов смесителя.

В связи с этим разработка конструкции лопаток импеллера, обеспечивающих не только ради-

альное и тангенциальное перемещение смешиваемых материалов в емкости смесителя, но и интенсивное турбулентное перемешивание компонентов смеси внутри движущегося потока является весьма актуальной задачей, решение которой позволит существенно интенсифицировать процесс приготовления смеси при общем снижении энергозатрат.

Учитывая, что основным связующим материалом единых формовочных смесей является бентонит, главной задачей любого процесса смесеприготовления является интенсивное распределение этого материала по поверхности зерен наполнителя. Так как существует аналогия между процессами перемешивания дисперсных систем и формовочных смесей, то, на наш взгляд, существует возможность создать более простую модельную систему смесителя с использованием в качестве модельной среды жидкости и в частности воды, а также суспензий, в том числе глинистых, с различной концентрацией твердых частиц.

Моделирование процесса перемешивания на моделях, представляющих собой цепочку: вода — суспензия — формовочная смесь, позволяет в конечном итоге существенно сократить длительность и трудоемкость процесса исследования и разработки новых высокоэффективных конструкций как отдельных элементов, так и смесителей в целом.

Известно, что для интенсификации процессов перемешивания используются как низко-, так и высокочастотные колебания, которые могут оказывать существенное влияние на процесс перемешивания смеси сыпучих полидисперсных частиц, к которым относятся компоненты формовочной смеси. При этом такие колебания могут достигаться путем создания пульсирующих потоков перемешиваемых компонентов.

Одним из известных методов создания пульсаций скорости перемешиваемых частиц является метод, основанный на использовании аппаратов с периодически изменяющейся скоростью вращения ротора мешалки. Такой режим работы мешалки, достаточно просто реализуемый в лабораторных условиях, как правило, вызывает ряд весьма сложных технических проблем, когда речь идет о промышленной мешалке. Это связано в первую очередь с высокой инертностью ротора.

В момент разгона ротора создаваемый импеллером поток частиц начинает двигаться с ускорением, при этом частицы, обладающие более высокой массой, отстают от более легких вследствие большей инерционности. Поток легких частиц обтекает более крупные, соударяясь с ними, искривляет траекторию их движения. При уменьшении частоты вращения ротора происходит снижение скорости движения потока, и находящиеся в нем более тяжелые частицы вследствие более высокой инерционности обгоняют более легкие, сталкиваясь с ними, что также способствует интенсификации перемешивания.

В случае равномерного движения потока воздействие сил инерции на движущуюся полидисперсную смесь частиц сведено до минимума, так как при отсутствии искривлений траекторий, а также ускорений сил инерции, величина которых определяется в первую очередь размерами и массой движущихся частиц, не оказывают существенного влияния на процесс перемешивания.

Таким образом, мешалки с периодически изменяющейся скоростью вращения ротора теоретически должны быть эффективными, но в практическом плане их конструкция и работоспособность весьма проблематичны. В связи с этим, наиболее целесообразным является создание в емкости мешалки нестационарного потока за счет особой конструкции лопастей импеллера при вращении ротора с постоянной скоростью. В данном случае сама конструкция лопастей должна обеспечивать создание в потоке как низко-, так и высокочастотных колебаний, интенсифицирующих перемешивание компонентов смеси.

Влияние конструктивных параметров импеллеров на эффективность перемешивания исследовались на масштабных моделях с использованием в качестве модельной среды воды и глинистых суспензий различных концентраций.

Эксперименты осуществлялись на специальной установке, схема которой представлена на рис. 1. Установка состоит из емкости 1, в которой установлен вал мешалки 2 с импеллером 3. В стенке емкости 1 выполнено сквозное сверление, в котором установлен пьезокерамический датчик пульсаций давления 4, подключенный к осциллографу 5.

Датчик пульсаций давления представляет собой цилиндрический металлический стержень с наружной резьбой М3, в торце которого имеется

цилиндрическая полость с размещенной в ней пьезокерамикой. Цилиндрический стержень фактически является корпусом датчика, который фиксирует радиальную составляющую пульсаций давления. При воздействии импульса давления на торец датчика пьезокерамика создает электрический потенциал относительно его корпуса. Величина потенциала, фиксируемая осциллографом, пропорциональна величине воздействующего на торец датчика пульсаций давления. При изменении давления, воздействующего на датчик, на 1 кг/см^2 , разность потенциалов, возникающих между керамикой и корпусом датчика на датчике, составляет 0,5 В.

Используемый в установке универсальный запоминающий осциллограф С8-13 обладает памятью и позволяет фиксировать разность потенциалов, возникающих на датчике. Диапазон измеряемых амплитуд импульсов, соответствующих величине пульсаций давления ΔP , может изменяться от 0,5 до 20 мВ/деление.

Диапазон измеряемых длительностей импульсов может изменяться от 0,1 до 1 мс/деление. Основные измерения в ходе проводившихся исследований проводились при амплитуде 0,5 и длительности импульсов 0,2 мс/деление.

Исследования влияния конструкции лопастей импеллера на пульсации давлений при перемешивании в лопастной мешалке осуществлялись с использованием следующих импеллеров:

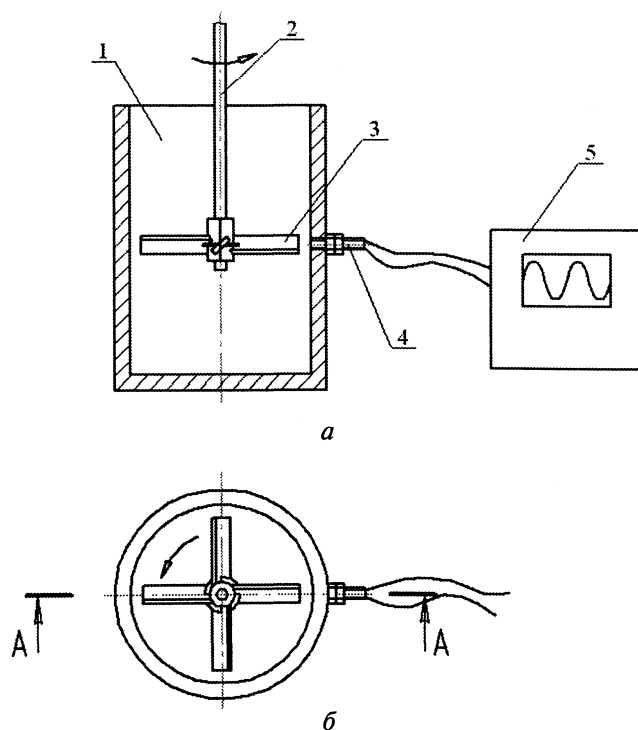


Рис. 1. Схема установки для исследования пульсаций давления: а — вид спереди (вертикальный разрез); б — вид сверху; 1 — емкость; 2 — вал мешалки; 3 — импеллер; 4 — датчик; 5 — осциллограф

1) импеллер №1 – традиционная конструкция с четырьмя равновеликими лопастями прямоугольной формы;

2) импеллер №2 – две лопасти традиционной прямоугольной формы и две лопасти, геометрические размеры которых отличны от размеров первой пары, и на их торцах выполнены специальные вырезы – перфорации;

3) импеллер №3 – копия импеллера №2, но на перфорированных лопастях имеются отражательные пластины;

Площади поверхности всех лопастей во всех четырех импеллерах одинаковые, а сами лопасти расположены под углом 45° к горизонтальной плоскости таким образом, что подают поток в направлении дна емкости мешалки.

Оба типа лопастей, использованных в импеллерах №2 и 3 и установленных в одной плоскости на общем валу, создают два вида потоков, отличающихся друг от друга скоростями движения, степенью турбулизации и частотами пульсаций скоростей и давлений.

Благодаря такой конструкции импеллера при перемешивании находящейся в емкости мешалки суспензии одновременно создаются и низкочастотные пульсации, интенсифицирующие перемешивание крупнодисперсных частиц, и высокочастотные пульсации, интенсифицирующие перемешивание мелкодисперсных частиц.

Импеллеры №2 и 3 за счет особой конфигурации торца лопастей создают дополнительную турбулизацию сходящего с них потока.

На рис. 2 представлены осциллограммы пульсаций давления исследованных конструкций импеллеров.

Влияние каждого импеллера на процесс перемешивания оценивали по величине амплитуды и частоте пульсаций давления. Эксперименты проводили на двух модельных средах:

- вода;
- глинистая суспензия.

Влияние содержания бентонита в воде, частоты вращения вала мешалки и конструкции импеллера на величину пульсации давления представлены на рис. 3, 4.

Влияние содержания бентонита в воде, частоты вращения вала мешалки и конструкции импеллера на величину частоты пульсаций давления приведены на рис. 5, 6.

Анализ полученных результатов показывает, что импеллеры №2 и 3 создают в емкости мешалки нестационарный поток, в котором частицы двигаются с разными скоростями. Это происходит за счет увеличения частоты пульсаций давления, от которой зависит действие сил и ускорений сил инерции на частицы в потоке и искривление траектории

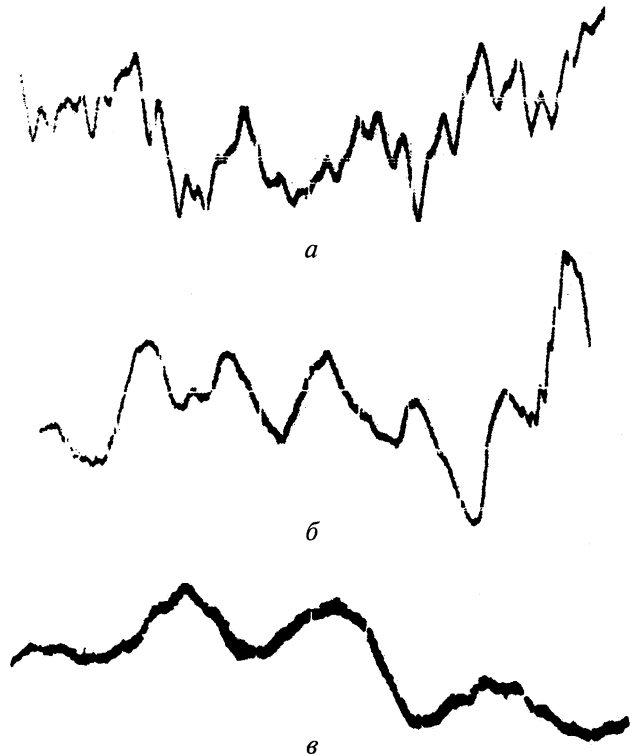


Рис. 2. Осциллограммы пульсаций давления в зависимости от конструкции лопастей мешалки: а – разновеликие перфорированные лопасти с отражательными пластинами (импеллер №3); б – разновеликие перфорированные лопасти (импеллер №2); в – равновеликие лопасти (импеллер №1)

их движения. В этом потоке частицы, обладающие более высокой массой, отстают от более легких вследствие большей инерционности. Поток легких частиц обтекает более крупные, соударяясь с ними, искривляет траекторию их движения. За счет высокой частоты пульсаций давления, создаваемой импеллерами №2 и 3, происходит снижение скорости движения потока, и находящиеся в нем более тяжелые частицы вследствие более высокой инерционности обгоняют более легкие, сталкиваясь с ними, что способствует интенсификации перемешивания.

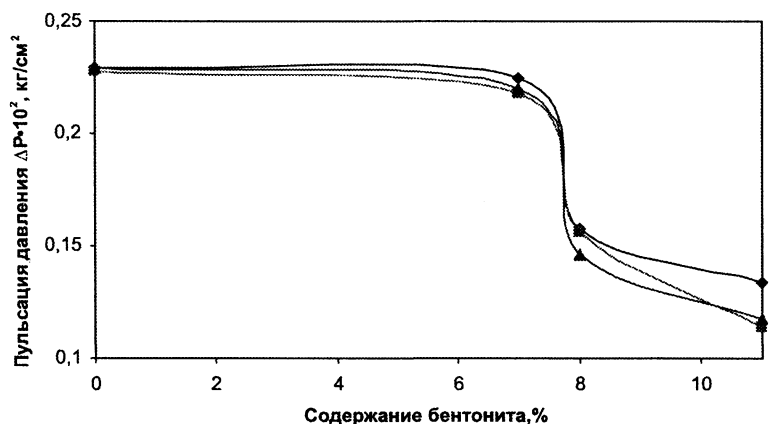


Рис. 3. Влияние содержания бентонита в воде на величину пульсации давления при частоте вращения вала 500 об/мин: 1 – импеллер №1; 2 – импеллер №2; 3 – импеллер №3

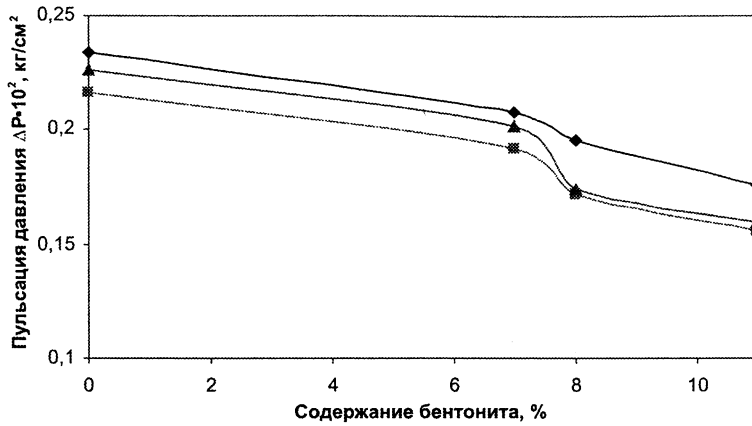


Рис. 4. Влияние содержания бентонита в воде на величину пульсации давления при частоте вращения вала 700 об/мин: 1 — импеллер №1; 2 — импеллер №2; 3 — импеллер №3

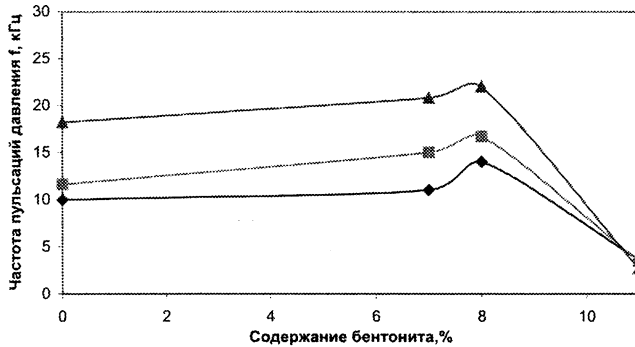


Рис. 5. Зависимость частоты пульсаций давления от содержания бентонита в воде при частоте вращения вала 500 об/мин: 1 — импеллер №1; 2 — импеллер №2; 3 — импеллер №3

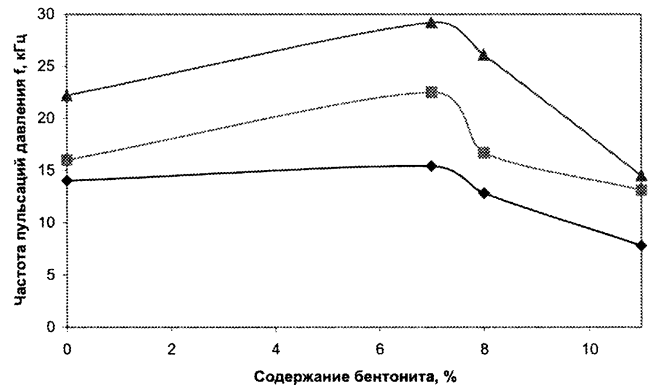


Рис. 6. Зависимость частоты пульсаций давления от содержания бентонита в воде при частоте вращения вала 700 об/мин: 1 — импеллер №1; 2 — импеллер №2; 3 — импеллер №3

Это способствует более равномерному и интенсивному перемешиванию, так как происходит более частое соударение частиц в потоке и более интенсивный массообмен, что очень важно с точки зрения перемешивания.

Полученные результаты дают возможность моделировать процесс перемешивания компонентов, что наиболее эффективно для отработки конструкций такого узла как перемешивающий орган смесеприготовительного оборудования для формочных и стержневых смесей.