

смесителя для получения гетерогенных смесей / Химическая промышленность сегодня. 2008, №3. – С. 42–44.

2. Пат. на полезную модель № 161841 Российская Федерация, МПК В02С 7/08. Роторный измельчающий смеситель / Лапонов С.В., Шулаев Н.С., Ибрагимов И.Г., Иванов С.П., Бондарь К.Е. заявл. 20.11.2015; опубл. 10.05.2016, бюл. № 13.

3. Лапонов С.В. Перспективы применения роторно-дисковых смесителей в процессах химической технологии / Лапонов С.В., Иванов О.С. // Вестник молодого ученого УГНТУ. 2015, № 1 (01). – С. 16–19.

4. Балабудкин М.А. Об эффективности роторно-пульсационный аппарат при обработке эмульсионных систем / М.А. Балабудкин, С.И. Голобородкин, Н.С. Шулаев // ТОХТ. 1990, т. 24, № 4. – С. 502–508.

УДК 66.021.2.063.8

С.В. Лапонов, доц., канд. техн. наук;
А.Н. Ерушонков, ассист.; А.С. Минибаев, ассист.
(ИХТИ, г. Стерлитамак, Российская Федерация);
Р.И. Ланкин, ассист. (БГТУ, г. Минск)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЩНОСТИ ПЕРЕМЕШИВАНИЯ В РОТОРНО-ДИСКОВОМ СМЕСИТЕЛЕ

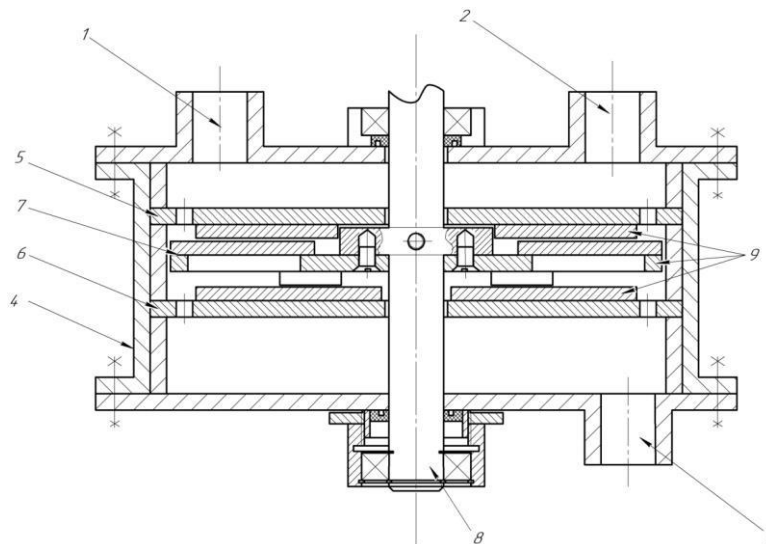
Малообъемные роторно-дисковые смесители нашли широкое применение в химической, нефтехимической, пищевой, фармацевтической и других отраслях промышленности, где требуется создание эмульсий высокого качества.

На данный момент разработано множество конструкций отличающихся исполнением рабочих органов, способами подвода компонентов и отвода продукции и т. д. Типовая конструкция роторно-дискового смесителя представлена на рисунке 1 [1].

Компоненты обрабатываемой смеси вводятся в аппарат через входные патрубки 1 и 2 (существуют конструкции смесителей с одним вводным патрубком), затем через отверстия в верхнем неподвижном диске поступают в рабочую зону, где происходит перемешивание за счет интенсивного механического и гидродинамического воздействия рабочих органов на обрабатываемую среду. Прохождение среды через рабочую зону осуществляется через отверстия в неподвижных дисках и прорези в подвижном диске.

Прорези располагаются вдоль зубьев, это способствует продавливанию эмульсии на противоположную поверхность диска, что в свою очередь приводит к появлению дополнительных турбулентных потоков, положительно влияющих на процесс перемешивания. Удале-

ние готовой эмульсии из аппарата производится через патрубок 3. Некоторые конструкции роторно-дисковых смесителей могут иметь две и более рабочие зоны. Смеситель может быть выполнен проточного типа либо погружного.



1,2 – патрубки ввода компонентов смеси, 3 – патрубок вывода смеси, 4 – цилиндрический корпус, 5, 6 – верхний и нижний неподвижные диски соответственной, 7 – подвижный (вращающийся) диск, 8 – приводной вал, 8 – дополнительные рабочие органы (зубья)

Рисунок 1 – Роторный измельчающий смеситель

Энергия, вводимая в процесс, условно может быть разделена на две составляющие: энергия на дробление капель дисперсной фазы и энергия на продвижение среды через аппарат. Мощность на перемешивание зависит от расхода компонентов смеси, их физических свойств и особенностей, соотношения основной и дисперсной фазы, от конструкции аппарата и др. [2].

Мощность роторно-дискового смесителя в зависимости от характеристик обрабатываемой смеси, конструктивных параметров и расхода среды находится по формуле [3]:

$$P = \frac{\rho \omega^2 (R_D^2 - R_B^2) G_V}{4} \times \left\{ 1 + \frac{61,5 G^{0,4}}{\rho^{\frac{1}{2}} \omega^{0,9} V_i^{0,4}} \left(\frac{\mu}{h} \right)^{0,1} \frac{(R_D - R_B)^{0,3}}{R_D^2 - R_B^2} \cdot \left[1 + \left(\frac{2\mu}{\rho \omega (R_D - R_B) h} \right)^{\frac{3}{2}} (R_D^4 - R_B^4) \right] \right\}^{0,4} \quad (1),$$

где ρ – плотность среды; ω – угловая скорость вращения ротора, рад/с; R_D , R_B – радиус диска и вала соответственно, м; G_V – объемный расход обрабатываемой смеси, м³/с; h – величина зазора между неподвижным и вращающимися дисками, м; μ – коэффициент динамической вязкости, Па · с.

Данное выражение позволяет определить потребляемую мощность роторно-дискового смесителя, однако не учитывает влияние площади поверхности перфораций и дополнительных рабочих элементов. Если площадь поверхности перфораций и дополнительных элементов на вращающемся и неподвижных дисках увеличивается, то потребляемая мощность возрастает, так как увеличивается диссипация энергии из-за более интенсивного турбулентного движения обрабатываемой смеси.

Как показывают опытные данные потребляемая мощность будет увеличиваться пропорционально отношению площади перфораций и дополнительных элементов (зубьев) к площади гладкого диска

$$P = \left(\frac{S'_{\Pi}}{S'_{\Pi\Gamma}} \right)^{\alpha} P_{\Gamma} \quad (2)$$

где S'_{Π} – сумма площадей перфораций и дополнительных элементов (зубьев), m^2 ; $S'_{\Pi\Gamma}$ – площадь гладкого диска, m^2 ; P_{Γ} – мощность определяемая по формуле 1, Вт.

Проведенные лабораторные исследования подтвердили адекватность приведенных формул для определения мощности роторно-дисковых смесителей, расхождение не превышает $\Sigma 5\%$ [4, 5].

Используя разработанную методику расчета возможно рассчитать большинство параметров обработки, таких как мощность двигателя, средний размер дисперсных частиц, скорость вращения ротора, диаметры дисков, зазоры между дисками, количество ступеней и др.) еще на стадии проектирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пат. на полезную модель №185838 Российская федерация, МПК В02С 7/08. Роторный измельчающий смеситель / Лапонов С.В., Тимофеев А.Р., Хабибуллина З.В., Иванов С.П., Бондарь К.Е. заявл. 11.07.2018; опубл. 19.12.2018, бюл. № 35.
2. Шулаев, Н.С. Малообъемные роторно-дисковые смесители / Н.С. Шулаев, Е.А. Николаев, С.П. Иванов // М.: Химия, 2009. – 185 с.
3. Лапонов, С.В. Исследование гидродинамических явлений в роторно-дисковых смесителях для интенсификации смешения неоднородных сред : диссертация канд. техн. наук. Уфа, 2019. С.57-58.
4. Шулаев Н.С. Энергопотребление процессов эмульгирования в малообъемных перемешивающих аппаратах / Н.С. Шулаев, Т.В. Шулаева, С.В. Лапонов // Бутлеровские сообщения. 2020. Т.61. №1. С. 86-90.
5. Лапонов С.В. Применение роторного измельчающего смесителя / С.В. Лапонов, А.О. Конькова // Естественные и технические науки. №12. 2023. С.354-356.