

Секция IV

АППАРАТНОЕ ОФОРМЛЕНИЕ ПРОЦЕССОВ. СОВРЕМЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И АВТОМАТИЗАЦИЯ, ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ. ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 621.926

Козловский В.И., Петров О.А., Парда С.Ю., Кульша Д.В.,
(Белорусский государственный технологический университет)

ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКЦИИ РОТОРА НА МОЩНОСТЬ ПРИВОДА ВЕРТИКАЛЬНОЙ БИСЕРНОЙ МЕЛЬНИЦЫ

История появления и внедрения в промышленное производство бисерных мельниц началась примерно 45–50 лет назад. Создание быстроходных диспергаторов с мелющими телами уменьшенных размеров произошло в результате стремления к увеличению контакта диспергирующих тел с обрабатываемым материалом, а также из-за стремления к увеличению деформации сдвига.

Бисерные мельницы представляют собой неподвижный цилиндр, заполненный шарами, внутри которого вращается перемешивающее устройство – ротор. Цилиндр выполнен с рубашкой для водяного охлаждения, так как в процессе измельчения, за счет истирания, происходит значительное выделение тепла.

Сегодня существует достаточно большое разнообразие конструктивных исполнений перемешивающих роторов для бисерных мельниц. Вместе с тем, основным принципом при их конструировании было и остается увеличение интенсивности перемешивания загрузки при минимальных энергозатратах расходуемых на этот процесс.

Однако в современной литературе практически не встречается исследований направленных на сравнительный анализ различных конструктивных исполнений роторов бисерных мельниц. В основном в качестве рекламы сравнивают какую-нибудь новую конструкцию ротора с классической с круглыми дисками [1].

Поэтому на сегодняшний день возникла достаточно острая необходимость в комплексном исследовании влияния различных конструкций роторов на энергозатраты процесса перемешивания.

В качестве объектов исследования были выбраны четыре конструкции роторов (рисунок 1) с шестью мешалками в виде: круглых дисков, наклонных дисков, треугольных дисков и со штырями.

Загрузка представляла собой смесь воды с мелющими телами без измельчаемого материала. В качестве мелющих тел использовались: стеклянные, керамические и металлические шарики разных диаметров.

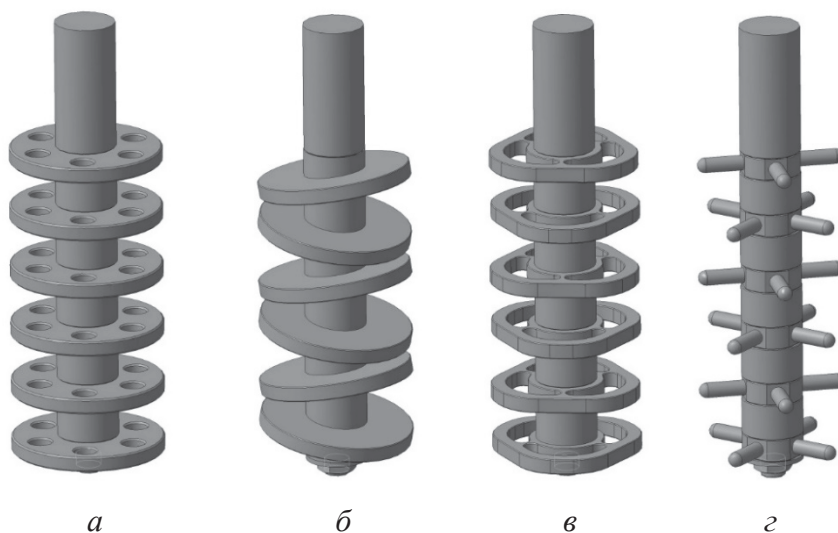


Рисунок 1 – Типы роторов вертикальных бисерных мельниц
а – с круглыми дисками; *б* – с наклонными дисками;
в – с треугольными дисками; *г* – со штырями

Линейная скорость на кромке роторов составляла 10 м/с, так как это значение является наиболее оптимальным для обеспечения эффективного процесса измельчения [2].

Мощность, затрачиваемая на перемешивание, рассчитывалась исходя из силы тока, которую фиксировал частотный преобразователь, с учетом КПД привода мельницы.

В результате были получены графические зависимости мощности, затрачиваемая на перемешивание, от времени и количества мешалок для разных мелющих тел (рисунок 2). По ним четко виден скачок пусковой мощности в первые 2-9 секунд после пуска. Ее значение возрастает с увеличением количества дисков и может быть в 2 раза больше рабочей.

Для дальнейшего сравнительного анализа были построены графики изменения мощности, затрачиваемой на перемешивание, от количества мешалок. Одна из них для мешалок со штырями изображена на рисунке 3. По графикам четко прослеживается, что увеличение количества мешалок приводит к увеличению мощности, затрачиваемой на перемешивание, причем не по линейной зависимости.

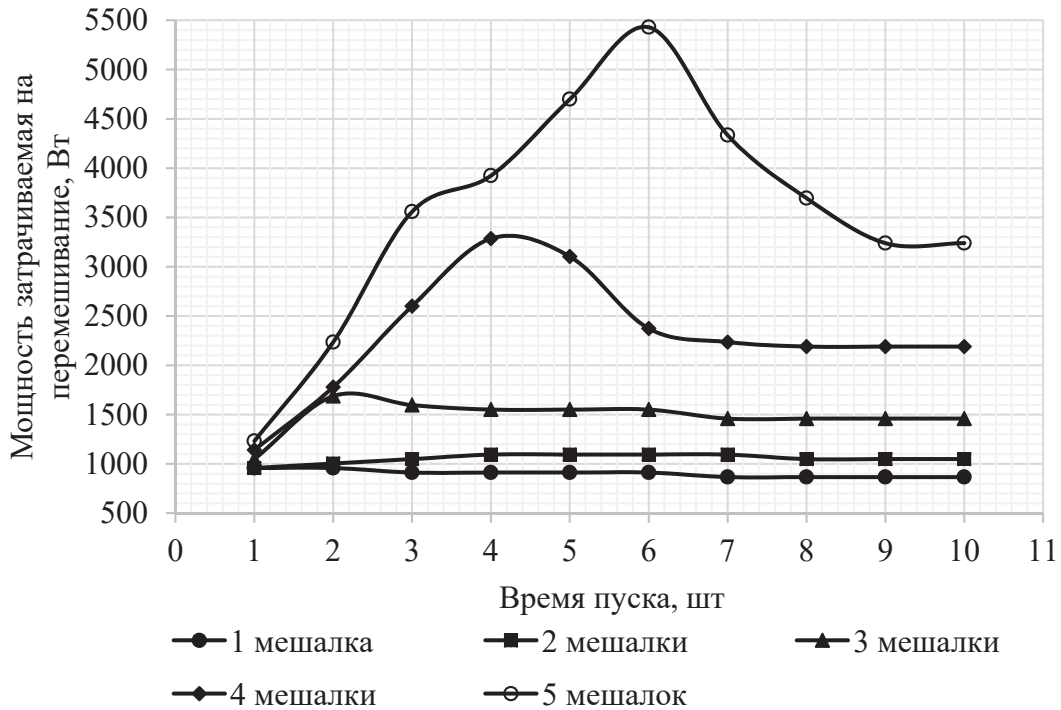


Рисунок 2 – Зависимость мощности, затрачиваемой на перемешивание, от времени измельчения, ротор со штырями, мелющие тела – металлические шарики 3 мм

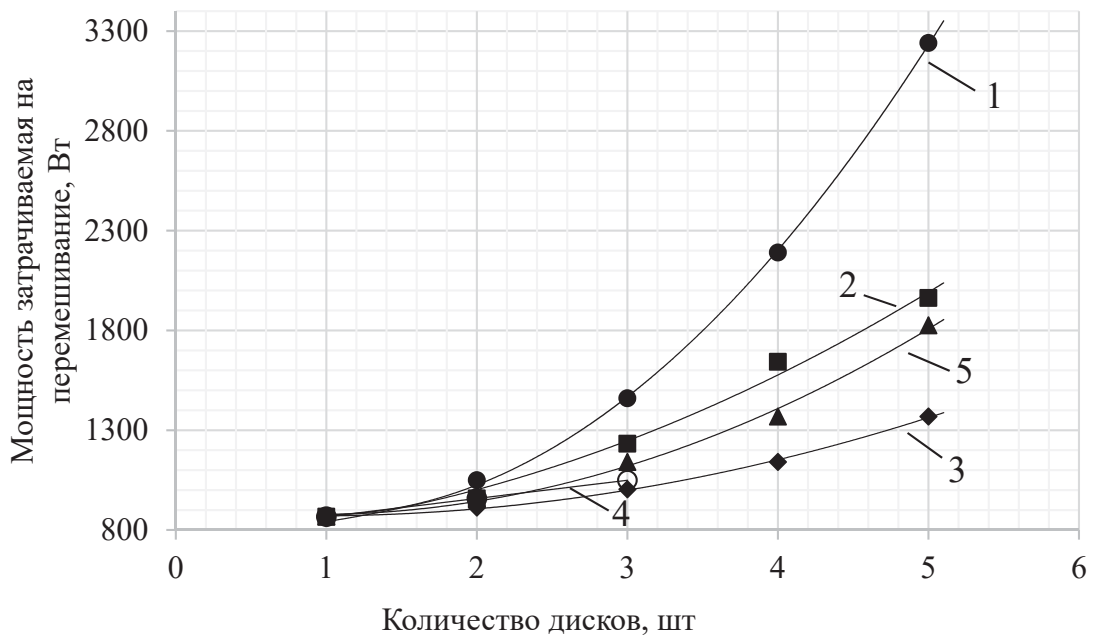


Рисунок 3 – Зависимость мощности, затрачиваемой на перемешивание, от количества мешалок со штырями

1 – металлический бисер 1 мм; 2 – металлический бисер 3 мм;
 3 – керамический бисер 2 мм; 4 – керамический бисер 0,5 мм;
 5 – стеклянный бисер 3 мм

Это хорошо просматривается в эмпирических зависимостях для расчета, мощности, затрачиваемой на перемешивание, от количества мешалок, которые были получены после обработки экспериментальных данных. Например, для мешалок со штырями они представлены в виде полиномиальных (степень 2) зависимостей (1)-(5):

1) металлический бисер 1 мм:

$$N = 146,69n^2 - 291,42n + 1022,2; \quad (1)$$

2) металлический бисер 3 мм:

$$N = 42,376n^2 + 33,249n + 766,69; \quad (2)$$

3) керамический бисер 2 мм:

$$N = 29,338n^2 - 52,808n + 894,47; \quad (3)$$

4) керамический бисер 0,5 мм:

$$N = 2e^{-12}n^2 + 91,272n + 775,81; \quad (4)$$

5) стеклянный бисер 3 мм:

$$N = 55,415n^2 - 99,748n + 921,85; \quad (5)$$

Материал и размер мелющих тел также оказывают значительное влияние на параметр мощности. Можно отметить, что увеличение плотности мелющих тел и уменьшение их размера приводят к увеличению энергозатрат на перемешивание. Например, уменьшение диаметра металлического бисера с 3 мм до 1 мм привело к увеличению мощности в среднем на 0,5-1,2 кВт для всех роторов с пятью мешалками.

Разница в энергозатратах различных роторов начинает хорошо проявляться от 3 мешалок, и при 5 – достигает значительной разницы. Так, наименее энергозатратным оказался классический ротор с мешалками в виде круглых дисков. Он потребляет меньше мощности (в среднем на 200 Вт), чем мешалки в виде треугольника и со штырями.

Наиболее энергозатратным оказался ротор с мешалками в виде наклонных дисков, что обусловлено увеличением сопротивления при взаимодействии с загрузкой за счет угла наклона.

Подводя промежуточный итог, стоит отметить, что мощность, затрачиваемая на перемешивание, не отражает полноту энергозатрат на измельчение в целом. Более емким параметром для измельчающих агрегатов являются энергозатраты приходящиеся на обработку единицы продукции. Поэтому дальнейшие исследования будут направлены на сравнение и оптимизацию различных конструкций роторов относительно этого параметра.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кухтин, И. В. Усовершенствование диспергирующего оборудования для производства лакокрасочной продукции / И. В. Кухтин, В. Н. Ратников // Лакокрасочные материалы и их применение. – 2004. – № 1/2. – С. 56–59.

2. Козловский, В. И. Измельчение материалов в шаровой мельнице с мешалкой непрерывного действия / В. И. Козловский, П. Е. Вайтехович // Вестник ПГУ. Сер. В, Промышленность. Прикладные науки. – 2016. – № 3. – С. 61–65.

УДК 620.18

Жешицкий Ю.Я, Гребенчук П.С.

(Белорусский государственный технологический университет)

ВЫБОР И ПРИМЕНЕНИЕ ПОДШИПНИКОВЫХ УЗЛОВ НА ДИНАМИЧЕСКОМ ОБОРУДОВАНИИ

Проблема повышения качества деталей и узлов машин в настоящее время стоит весьма остро. Наиболее распространенным узлом, применяемым практически во всех машинах, являются подшипники.

Подшипниковый узел, широко применяемый в технике, выполняет функцию по удерживанию вращающейся оси (или вала). Вращательное движение, реализованное в паре трения, как физический принцип действия – одно из самых распространенных в современных машинах и механизмах. Поскольку нагрузки и рабочие скорости в современных машинах принимают большие значения, кроме того, эти величины продолжают свой рост, то параметры подшипника существенным образом влияют не только на массу и размер, но также на безотказность, долговечность, ремонтпригодность и экономичность всего агрегата в целом. Производство подшипников является высокотехнологичной отраслью, в которой присутствует острая конкуренция. Несмотря на массовость применения подшипников качения, все большее распространение получают подшипники скольжения, которые являются более надежным узлом, и менее прихотливы к рабочим характеристикам (рисунки 1, 2) [1, 2].

Кроме того, по таким показателям как габариты, удобство монтажа, долговечность, устойчивость к ударным и случайным нагрузкам, затухание механических колебаний (вызванных внешним источником), приспособляемость к перекосам, высокая коррозионная устойчивость,