

Т а б л и ц а 1 — Химический состав материала-донора Бр05С5Ц5Гр1ДМ0,5 и сформированного из этого материала методом ДПГИ слоя покрытия

Материал	С	О	Fe	S	Cu	Zn	Mo	Sn	Pb
Донор	17,31			0,35	70,55	4,75	0,55	3,54	2,95
Покрытие	3,18	3,1	7,52		73,92	5,02	0,52	3,33	3,41

При этом количественное соотношение меди, олова и дисульфида молибдена примерно одинаковое. Некоторое превышение содержания меди, цинка, свинца, а также пониженное содержание углерода (графита) в слое покрытия, по-видимому, связаны с особенностями как процесса спекания материала донора, так и процесса формирования слоя покрытия ворсом ВМЩ.

Наличие железа (Fe) в слое покрытия объясняется известными данными о том, что в процессе плакирования в состав покрытия неизбежно привносятся как частички материала ворса щетки, так и частички материала стальной основы образца. В то же время механизм попадания кислорода (О) в слой плакированного покрытия пока не нашел достаточных объяснений.

Заключение. При формировании антифрикционных покрытий методом ДПГИ из композиционных материалов-доноров входящие в их состав легирующие добавки как металлического, так и неметаллического происхождения переносятся ворсом ВМЩ в состав слоя сформированного покрытия примерно в одинаковом количестве, что создает хорошие предпосылки для улучшения его эксплуатационных свойств за счет подбора составов и количества легирующих элементов при изготовлении материалов доноров.

Список цитируемых источников

1. Долматов, В. Ю. Ультрадисперсные алмазы детонационного синтеза как основа нового класса композиционных металл-алмазных гальванических покрытий / В. Ю. Долматов, Г. К. Буркат // Сверхтвердые материалы. — 2000. — № 1. — С. 84—95.
2. Триботехнические свойства тонких металлических покрытий с наноразмерными наполнителями / П. А. Витязь [и др.] // Трение и износ. — 2004. — Т. 25, № 6. — С. 593—601.
3. Лосев, Н. Ф. Основы рентгеноспектрального флуоресцентного анализа / Н. Ф. Лосев, А. Н. Смагунова — М.: Химия, 1982. — 207 с.

УДК 621.926

О. И. Наливко¹, Л. А. Сиваченко²

¹Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

²Государственное учреждение высшего профессионального образования «Белорусско-Российский университет», Могилев

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ПРОВОЛОЧНЫХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЬНЫХ МАШИН

Введение. Анализ развития технических систем для дезинтегральной обработки дисперсных материалов показывает, что главными факторами, определяющими их эффективность, являются способность воздействовать на исходные системы по методу индивидуального зерна и создание в них максимальных контактных напряжений, что обеспечивается корреляцией размеров разрушаемых объектов и измельчительных органов [1].

Важным свойством для измельчительного оборудования нового поколения является обеспечение их адаптивности к переработке различных по своим характеристикам сред.

Учитывая предыдущие исследования [2; 3], одним из вариантов технического решения некоторых проблем измельчения механическим способом может быть использование в качестве измельчающих элементов упругих стержней, концы которых, с одной стороны, жёстко закреплены, а с другой — осуществляют воздействие на обрабатываемый материал торцевыми частями консольных концов.

Ближайшими конструктивными аналогами являются широко применяемые в технике щётки и иглофрезы. Их основная функция состоит в реализации сдвиговых воздействий на обрабатываемые поверхности для их очистки, снятия поверхностных слоев материала или финишной отделки. По доступной информации использование щёточного и иглофрезерного инструментов для изготовления измельчительных устройств промышленного назначения не найдено.

Основная часть. На основании теоретических исследований и с использованием методов моделирования была разработана конструкция валкового измельчителя, схема которого приведена на рисунке 1.

Предлагаемая конструкция способствует повышению эффективности рабочего процесса путём увеличения зоны измельчения материала и применения щеки с возможностью регулирования зазора в зоне обработки.

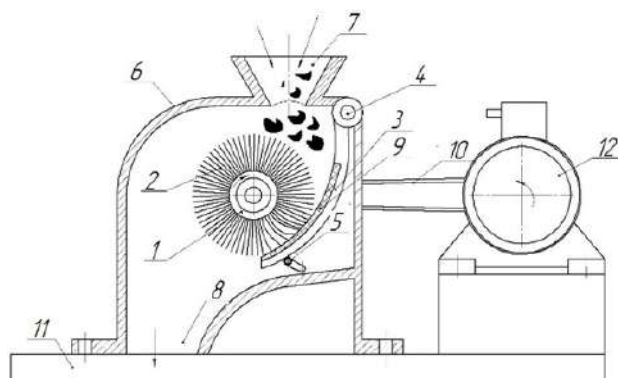


Рисунок 1 — Схема валкового измельчителя

Валковый измельчитель, установленный на раме 11, включает в себя два основных рабочих звена — вращающийся ротор 1 с проволоочными элементами 2 и щеку 3, охватывающую часть наружной поверхности ротора. Щека 3 своим верхним концом смонтирована на оси 4, контакт осуществляется в рабочей части щеки 9. Рабочее оборудование смонтировано в корпусе 6, имеющем люки 7, 8 для загрузки и выгрузки материала. Регулирование прижима щеки к вращающемуся ротору обеспечивается регулирующим устройством 5. Вращение ротора осуществляется посредством электродвигателя 12 через клиноременную передачу 10. Рабочую поверхность щеки 9 желателно выполнять сменной для уменьшения материальных затрат [4].

В качестве рабочего органа предлагается применение известных металлических однорядных цилиндрических щёток. Важным фактором в пользу использования именно такого рабочего органа является то, что это освоённые промышленностью изделия, они широко применяются в различных технологиях и отличаются высокой износостойкостью, простотой эксплуатации и самоочищаемостью. Для увеличения производительности рекомендуется применять наборы из цилиндрических щёток.

Для практического использования нас будут интересовать цилиндрические щётки. Применительно к процессам измельчения эти рабочие органы должны претерпеть определенные изменения, которые мы постараемся сформировать в концентрированном виде. Для этого сведём их в таблицу 1.

Для изготовления стержневых элементов используется проволока стальная углеродистая пружинная по ГОСТ 14959-79 марок 51ХФА, 60С2А, 65С2ВА, 70С3А с пределом прочности 1 200...1 300 Мпа.

Из технологических параметров проволоочных рабочих органов прежде всего следует выделить окружную скорость вращения и натяг, т. е. величину деформации рабочей поверхности, а из эксплуатационных — долговечность [4—6].

Предполагаемые параметры иглофрезерных рабочих органов для промышленных измельчителей основаны на экспертных оценках авторов и будут корректироваться в процессе их проектирования. В качестве объектов заимствования, например, у ведущих фирм-производителей — «Осборн», «Лессман» (ФРГ) — приняты геометрические параметры, принципы конструирования составных щёток и некоторые аспекты технологии изготовления. В определенной степени выбор параметров для рабочих органов иглофрезерных измельчителей нами учтён из эксплуатации чесальных и других машин, применяемых в легкой промышленности.

Приведем характеристики износа дисковой жгутовой щётки фирмы «Лессман» в условиях постоянного контакта с истирающей поверхностью (таблица 2).

Т а б л и ц а 1 — Сравнительные характеристики проволоочных рабочих органов для металлообработки и измельчения материалов

Параметр	Металлообработка	Измельчение
Плотность проволоочного ворса	0,2...0,3 (щетки), 0,4...0,89 (иглофрезы)	0,2...0,5
Диаметр единичных проволок, мм	0,1...1,0	0,4...3,0 (12)
Свободная длина проволоочного ворса, мм	12...30 (щетки), 30...75 (иглофрезы)	30...120 (300)
Диаметр рабочей поверхности, мм	50...400	200...400 (700...1 000)
Длина рабочей поверхности, мм	20...100/20...200	100...500 (3 000)
Натяг, мм	0,2...6	-6 + 3 (50)
Окружная скорость вращения, м / с	0,8...2,2 (иглофрезы), 10...60 (зачистка)	3...60 (100)
Долговечность, ч	50...400	> 400

Примечание. Значение параметров в скобках относится к созданию прогнозируемых объектов.

Т а б л и ц а 2 — Результаты износа жгутовой щётки фирмы «Лесман»

Время, мин	Диаметр, мм	Вес, г	Износ, %	Обрыв опасных провочек длиной, см	
				> 3	> 2
0	200,0	901	0	—	—
10	196,8	857	11	4	0
20	194,5	836	16	0	3
30	192,5	817	21	0	3
40	186,9	782	30	2	2
50	180,7	740	40	1	5
60	174,4	696	51	3	10
70	160,5	633	67	6	22
80	148,2	569	83	3	29
90	141,2	529	93	0	10
100	134,2	499	100	0	6

Заключение. Принимая во внимание данные износа, можно сделать вывод, что применение данных щёток возможно для процесса измельчения в предложенной конструкции.

Решение практических задач по созданию крупногабаритных иглофрезерных рабочих органов требует пересмотра как собственно их конструкции, так и технологии изготовления, что необходимо организовывать на специализированном производстве. Создание новых конструкций иглофрезерных рабочих органов для технологических аппаратов промышленного назначения позволит не только сформировать новый класс оборудования, но и обеспечит отечественный приоритет на рынке его продаж.

Список цитируемых источников

1. *Зубаков, А. П.* Вальцевый пресс с протяженной зоной уплотнения материала и съемными формующими элементами : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.05.13 / А. П. Зубаков ; БГТАСМ. — Белгород, 2002. — 24 с.
2. Иглофрезерный измельчитель : пат. 31143 Kaz по заявке № 2015/0303.1 / Л. А. Сиваченко, С. Ж. Барирова, Т. Л. Сиваченко ; дата публ.: 16.05.2016.
3. К выбору рациональной схемы иглофрезерного измельчителя для комплексной переработки неоднородных и сложных по составу и свойствам материалов // Энергосберегающие технологические комплексы и оборудование для производства строительных материалов : межвуз. сб. ст. / Л. А. Сиваченко [и др.]. — Белгород : БГТУ, 2017. — С. 228—234.
4. *Матчак, А. Я.* Металлические проволочные щётки для отделочно-затирочных работ / А. Я. Матчак, С. В. Заковырик, Л. Г. Одинцов // Вестн. машиностроения. — 1989. — № 7. — С. 51—53.
5. *Гавриленко, И. Г.* Силовые параметры вращающихся проволочных щёток / И. Г. Гавриленко // Станки и инструменты. — 1975. — № 12. — С. 29—30.
6. *Баршай, И. Л.* Формирование качества поверхности и эксплуатационных характеристик деталей при иглофрезеровании и комбинированной обработке иглофрезерованием и поверхностным пластическим деформированием / И. Л. Баршай, В. К. Шелег, Е. Э. Фельдштейн. — Минск : БНТУ, 2009. — 231 с.

УДК 62-23

О. И. Наливко¹, Л. Л. Сотник¹, И. О. Волостных¹, С. И. Ханин²

¹Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

²Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный технологический университет имени В. Г. Шухова», Белгород, Российская Федерация

КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНЫЙ АНАЛИЗ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИВОДА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СРЕДЫ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Введение. Появление компьютерной техники и развитие вычислительной математики обусловили серьезные изменения традиционных подходов к инженерным расчетам. Системы инженерного анализа (Computer-aided Engineering, CAE) прочно заняли свое место в машиностроительном проектировании. Типичная схема использования таких систем в рамках концепции автоматизированного проектирования предусматривает создание электронной модели проектируемого изделия. Эта электронная модель отражает требуемые конструктивные характеристики изделия (геометрические, механико-физические и т. п.) и является главным источником