

винтов диаметром 10 мм. Процесс резания сопровождался применением смазочно-охлаждающей жидкости. Каждой фрезой выполнялось по 25 резов.

После испытаний при наблюдении под микроскопом модели *Ftemj-2000* на режущей части фрез не наблюдалось изменения структуры, формы зубьев, их деформации и цвета. По истечении 24 ч нахождения в ёмкости с эмульсией марки 5% Аквол-11 фрезы не подверглись коррозии.

Заключение. Исследования показывают, что при использовании метода ИПА увеличились качественные характеристики инструментов. В сравнении с широко используемыми способами упрочняющей химико-термической обработки материалов (цементация, нитроцементация, цианирование, газовое азотирование в печах) метод ИПА имеет ряд преимуществ: более высокая твёрдость азотированных поверхностей; отсутствие деформаций деталей после обработки; высокая коррозионная стойкость обработанных деталей; более низкая температура обработки (400...600°C), благодаря чему не изменяется структура материала; сохранение азотированного слоя при нагреве до 600...650°C; возможность обработки изделий неограниченных размеров и формы; процесс является высокопроизводительным, ресурсосберегающим и безотходным; экологически чистая технология.

Список цитируемых источников

1. Ионная химико-термическая обработка сплавов / Б. Н. Арзамасов [и др.]. — М. : Изд-во МГТУ им. Баумана, 1999. — 400 с.

УДК 621.926

О. И. Наливко¹, Л. А. Сиваченко²

¹Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

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

ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РАЗВИТИЯ ИГЛОФРЕЗЕРНЫХ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЕЙ

Введение. На современном этапе развития экономики и производства перспективным направлением является разработка энергосберегающей техники и технологий, связанных с тонким и сверхтонким помолом материалов [1].

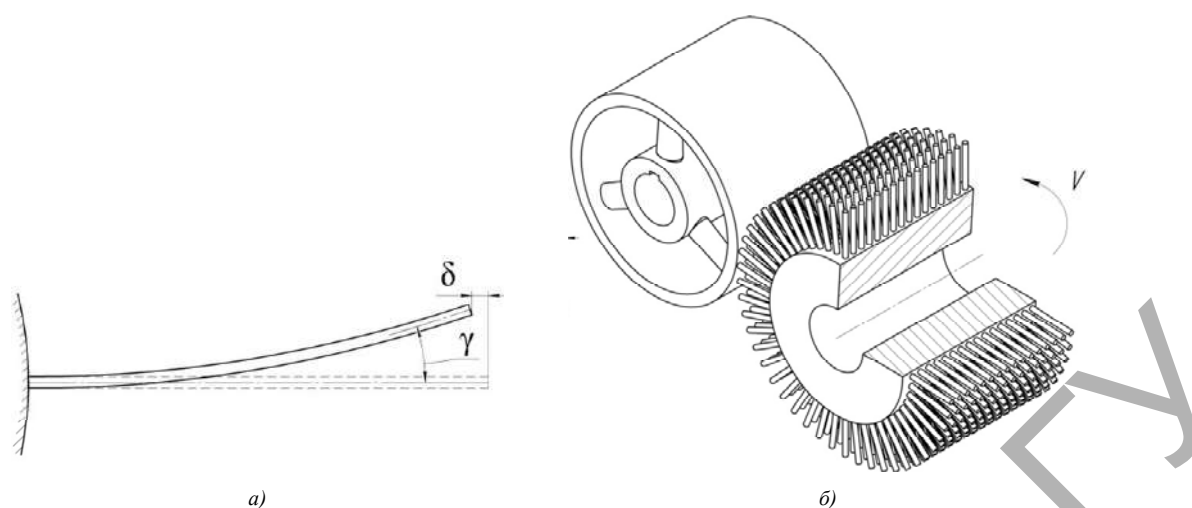
Измельчение анизотропных и сложных по структуре и составу материалов требует особых подходов, что выражается в создании аппаратов оригинальной конструкции, отвечающих специфическим условиям их работы. Основным условием их эффективного применения является создание развитой поверхности рабочих органов.

Одним из новых способов помола материала является иглофрезерное измельчение, осуществляемое путём истирания стержневыми элементами.

Основная часть. Анализ исследований многих авторов даёт основания считать, что основным условием эффективного применения иглофрезерных измельчителей является создание развитой поверхности рабочих органов. Однако реализации этого условия для решения поставленной задачи недостаточно, что можно обосновать дополнительными требованиями к такому рабочему оборудованию. Во-первых, рабочие элементы, непосредственно воздействующие на материал, должны обеспечивать максимальные контактные напряжения в частицах измельчаемого материала, чего можно добиваться только уменьшением размеров их активных поверхностей пропорционально изменению крупности измельчаемого продукта. Во-вторых, измельчающие элементы целесообразно равномерно распределять по всему объёму помольной камеры, причём либо их количество должно быть максимальным, либо они должны двигаться со скоростями, достаточными для выполнения необходимой работы измельчения. В-третьих, характер воздействия рабочих элементов на исходные частицы должен соответствовать условиям избирательного измельчения, осуществляемого в направлениях их минимальной прочности или максимальной дефектности. В-четвертых, рабочие органы следует выполнять адаптивными, способными изменять свои силовые и геометрические характеристики под действием обрабатываемого материала и реологических условий в рабочих зонах. В-пятых, собственно рабочие органы должны быть износостойкими, обладать эффектом самоочищения, легко изготавливаться и обеспечивать технологическую многофункциональность.

Основываясь на вышеизложенном, можно предположить, что одним из наиболее простых способов создания измельчительных машин с развитой поверхностью рабочих органов является выполнение их на основе стержневых элементов, собираемых в пакеты, щётки или жгуты.

В качестве инструмента при измельчении используется цилиндрическая щётка — инструмент с сотнями элементов, собранный в виде тела вращения из прямых и равных по длине *U*-образных элементов. Обязательным условием работоспособности инструмента является упругость каждого элемента и всей совокупности элементов, что должно способствовать самоочищению при работе агрегата. Процесс осуществляется при вращении цилиндрической щётки, которая, будучи прижатой к другой поверхности, способствует измельчению материала. В качестве гладкой поверхности в данном случае выступает барабан с гладкой поверхностью (рисунок 1).



а)

б)

а — иглофреза; б — процесс измельчения

Рисунок 1 — Схема иглофрезы и процесса измельчения

Вращение цилиндрических щёток эффективно используется в металлообработке для срезания дефектного слоя (окисных плёнок, ржавчины). Существуют игольчатые фрезы различного типа: торцевые, концевые, цилиндрические. Рабочим инструментом в иглофрезах служит жесткий металлический проволочный ворс. В процессе эксплуатации отдельные проволочки ворса за счет изгибающих нагрузок обламываются, значительно уменьшая ресурс иглофрезы [2]. Предлагаемая конструкция цилиндрической щётки позволит увеличить срок службы за счёт применения U-образных прутковых элементов большего диаметра и регулирования межосевого расстояния.

Для характеристики процесса иглофрезерования используют следующие показатели: скорость иглофрезерования, подача измельчаемого материала, усилие прижима иглофрезы к контактирующей поверхности, натяг (величина деформации упругой системы игл), качество измельченного материала, стойкость инструмента.

Важно отметить, что усилие прижима влияет на величину деформации иглофрезы и образует при этом отрицательный передний угол γ . Усилие прижима зависит от жёсткости упругой части инструмента и ширины его рабочей поверхности.

Стойкость иглофрезы следует рассматривать с двух точек зрения: с точки зрения износа игл от трения и с точки зрения усталостной прочности иглы. Износ игл от трения тем интенсивней, чем больше скорость резания V и передний угол γ по абсолютной величине. Практически установлено, что процесс иглофрезерования осуществляется стабильно в весьма малых пределах изменения угла γ ; износ следует считать оптимальным как раз в этих пределах. На практике измерения угла γ весьма затруднительно, а измерение величины натяга δ не представляет никаких трудностей.

В течение работы уменьшается длина игл, уменьшается диаметр иглофрезы, увеличивается жёсткость игл, увеличивается усилие прижима иглофрезы при той же величине деформации, увеличивается сила трения, усиливается износ. Следует отметить, что работать иглофрезой можно до тех пор, пока усилие прижима будет достаточным для деформации игл. Целесообразно использовать иглофрезу с возможностью замены рабочей части, а также отдельных её элементов.

В иглофрезах, где упругие деформации игл остаются малыми, превалирующей причиной разрушения игл является цикличность нагружения. Таким образом, усталостная прочность игл оказывается дополнительным ограничивающим фактором для скорости вращения наряду с износом от трения.

Стоит выделить ещё одну проблему. Основным способом крепления игл у корня остаётся сварка, поэтому упругость и прочность иглы у корня в значительной мере утрачивается. Поэтому разрушение иглы происходит именно в месте крепления, а чем больше число оборотов вращения иглофрезы, тем быстрее наступает разрушение игл в месте крепления.

Износ от трения, которым сопровождается процесс иглофрезерования, происходит по одной поверхности иглы, по мере работы игла истирается с одной стороны, достаточно изменить направление вращения, чтобы износ иглы происходил с противоположной стороны.

Практически потеря режущих свойств от износа и уменьшения длины иглы редко наступает до разрушения игл. Очевидно, для увеличения стойкости иглофрезы надо стремиться к сокращению частоты вращения и замене сварного крепления на более устойчивое к ударным нагрузкам.

Заключение. Иглофрезерные измельчители являются принципиально новым видом оборудования для помола и диспергирования. Работа иглофрезерного измельчительного оборудования значительно отличается от работы щёток или фрез, работающих по металлу, но между ними много общего, что необходимо использовать

при создании иглофрезерных измельчителей. По сравнению с известными устройствами для помола материалов иглофрезерные измельчители обладают рядом отличительных признаков, которые способны обеспечить их эффективное использование. Рациональной областью их применения следует считать тонкий помол материалов минерального и органического происхождения без ограничения по прочности и твёрдости, но с учётом единичных актов разрушения. Использование измельчителей с иглофрезерными рабочими органами открывает дополнительные возможности в создании новых конструкций агрегатов для комплексной переработки техногенных материалов анизотропной структуры.

Список цитируемых источников

1. *Зубаков, А. П.* Вальцевый пресс с протяженной зоной уплотнения материала и съёмными формующими элементами : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.05.13 / А. П. Зубаков ; БГТАСМ. — Белгород, 2002. — 24 с.
2. Современные методы и технологии создания и обработки материалов : сб. материалов VII Междунар. науч.-техн. конф., 19—21 сент. 2012 г., Минск : в 3 кн. — Минск : ФТИ НАН Беларуси, 2012. — 187 с.

УДК 629.331

Ю. С. Наривончик, В. Ф. Барышников, И. А. Богданович

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

МОДЕРНИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ СКРЕБКОВОГО ТРАНСПОРТЁРА

Введение. Для перемещения мелкокусковых и сыпучих материалов, а также мелкой и сливной стружки на участках и в цехах механической обработки металлов часто используются шаговые конвейеры и штанговые транспортёры возвратно-поступательного движения с вертикальной осью подвески скребков. Штанги могут иметь различный профиль. Конструкции известных механизмов имеют различные недостатки. Целью работы являлась разработка устройства для принудительного перевода скребков из рабочего положения в холостое и наоборот.

Основная часть. Представим фрагмент скребкового штангового транспортера с вертикальной осью подвески скребков (рисунок 1) [1—3].

Устройство транспортёра следующее. В продольном канале лотка 1 устанавливается штанга 2 коробчатого профиля. На штанге монтируются опоры 3, а на них с определенным шагом t крепятся оси 5 скребков 4. На опоре 3 установлен упор скребка.

Принцип работы транспортёра следующий. При рабочем ходе штанги 2 скребки 4 за счёт трения их о дно лотка и сопротивления материала постепенно разворачиваются на осях 5 до упоров 6 на угол в 120° и перемещают материал по лотку на величину хода, который больше шага на определённую величину.

При холостом ходе штанги скребки 4 за счёт трения их о дно лотка постепенно поворачиваются, приближаясь к штанге, пока не упрутся в боковые стенки опоры 3, образовав между собой угол в 40° . В таком положении скребки проходят мимо сформировавшегося тела волочения значительное расстояние, чтобы быть готовыми к следующему рабочему ходу. В случае транспортирования сливной стружки скребки тянут за собой и стружку, нарушая тем самым тело волочения, сформированное последующими рабочими органами.

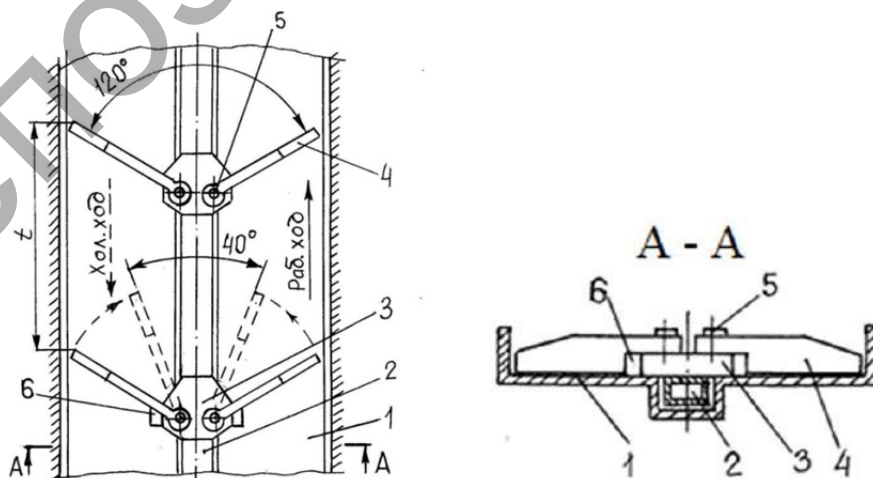


Рисунок 1 — Фрагмент скребкового штангового транспортёра (вид сверху)