

ОБОСНОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ НОРМИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ВИБРОАБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ

Прокопец Г.А., Прокопец А.А., Ерина Т.

Донской Государственный технический университет, г.Ростов-на-Дону, Российская Федерация

Аннотация. В работе рассмотрена общая структура технологической системы вибрационной абразивной обработки, вопросы обеспечения стабильности показателей качества, формируемых при финишной вибрационной абразивной обработке. Представлены результаты исследования влияния амплитуды колебаний рабочей камеры и времени обработки на скорость износа обрабатываемой среды. Приведен пример определения допуска на износ обрабатываемой среды на основе допуска на шероховатость.

Ключевые слова: вибрационная абразивная обработка, технологическая система, структура, надежность, допуск.

JUSTIFICATION OF THE POSSIBILITY OF RATIONING TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF VIBROABRASIVE PROCESSING IN ORDER TO INCREASE THE RELIABILITY OF THE PROCESSING PROCESS

Prokopets, G. A., Prokopets, A.A., Erina T.

Don State technical University, Rostov-on-don, Russian Federation

Annotation. The paper considers the General structure of the technological system of vibration abrasive processing, the issues of ensuring the stability of quality indicators formed during the final vibration abrasive processing. The results of the study of the influence of the working chamber oscillation amplitude and processing time on the wear rate of the processing medium are presented. An example of determining the wear tolerance of the processing medium based on the roughness tolerance is given.

Keywords: vibration abrasive treatment, technological system, structure, reliability, tolerance.

Для поддержания заданного уровня качества изготавливаемых деталей в процессе их изготовлении необходимо соответственно обеспечить стабильность технологических процессов (ТП) или операций (ТО), что в зависимости от метода обработки обеспечивается различными средствами. Например, если при обработке большое влияние на качество изготавливаемых деталей имеет износ инструмента, то необходимо установить закономерность изменения формируемого при обработке показателя качества детали от этого износа с целью учета данного дестабилизирующего фактора при проектировании и осуществлении ТП. Влиянием износа инструмента можно управлять подналадкой технологической системы, заменой инструмента при достижении критического значения износа, восстановлением режущей способности инструмента и др. При этом нужно знать момент, когда в процесс обработки нужно вмешаться и откорректировать его. Этот момент может определяться по какому-либо нормативному значению (времени обработки, длины резания, количества обработанных деталей и др.), путем активного контроля процесса обработки или формируемого показателя точности и т.п. Однако для выбора контролируемого параметра при активном контроле ТП или определения нормативного значения необходимо иметь соответствующие модели, связывающие факторы ТП с его результатом.

Особенно большое значение обеспечение стабильность обработки имеет для финишных операций изготовления ответственных деталей, например таких, как виброабразивная обработка (ВиАО).

Виброабразивная обработка (ВиАО) позволяет обеспечить очистку отливок или поверхности деталей от окалины после термообработки, удаление заусенцев или облоя и скругление кромок, декоративное и технологическое шлифование, полирование и др. ВиАО – это метод поверхностной безразмерной (за исключением формирования радиуса скругления кромок, на который задается допуск, как на свободный размер) обработки, основанный на использовании низкочастотных вибраций. По определению проф. Бабичева А.П. «физическая сущность процесса характеризуется комплексным

воздействием на обрабатываемые детали и их поверхность ряда факторов, вызванных вибрацией, и наличием рабочей среды соответствующей характеристики» /1/. Обрабатывающая среда совершает сложное движение, включающее ее циркуляцию и низкочастотные колебания, которые и обеспечивают процесс резания.

Анализируя ТО ВиАО, задачи, которые он решает, и условия реализации, можно представить структуру ее технологической системы (ТС) (рис. 1).

Все элементы ТС можно разбить на две группы:

- базовый состав ТС, без которого ВиАО принципиально невозможна;
- элементы, расширяющие технологические возможности ТС, в том числе за счет повышения надежности ТО ВиАО.

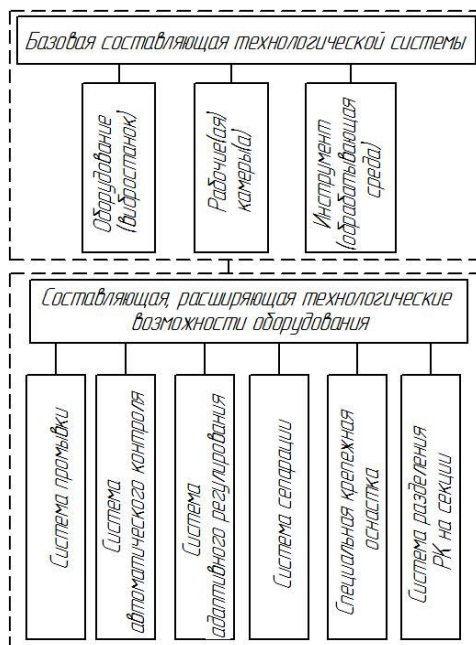


Рисунок 1 - Структура технологической системы ВиАО.

Базовый состав ТС вибрационной обработки включает (рис. 1):

- оборудование – вибростанок (однокамерный, многокамерный, торовый и т.п.);
- технологическую оснастку в виде рабочих камер соответствующей формы (или одной рабочей камеры);
- инструмент – обрабатывающую среду характеристики (вид, состав, зернистость, грануляция и т.д.), соответствующей характеристикам обрабатываемых деталей (наиболее значимыми являются материал, предварительная термообработка, размеры и форма обрабатываемых деталей) и цели обработки.

В зависимости от материала и требований к показателям качества обрабатываемых деталей, их конструктивных особенностей, а также ограничений по производительности процесса в технологическую систему может включаться еще ряд элементов, в том числе:

- система промывки, включающая в себя помпу, систему подачи технологической жидкости (ТЖ) в зону обработки, систему регулирования скорости подачи ТЖ, такая система может также включать в себя устройство контроля за степенью загрязнения ТЖ, систему очистки (фильтрации) и др.;
- средства автоматического контроля;
- система адаптивного управления ТП (основной целью системы является повышение надежности ТО, в том числе за счет минимизации влияния человеческого фактора на результат обработки);
- системы разделения рабочей камеры на секции, которая предназначена для разделения большой и производительной рабочей камеры на участки, как бы создания отдельных рабочих камер, в которых обрабатываются партии различных деталей, которые, однако, имеют одинаковые режимы отработки и обрабатывающую среду; при этом может отличаться время обработки;
- оснастка для крепления:
 - длинномерных или достаточно крупных обрабатываемых деталей, которые не могут совершать циркуляционное перемещение вместе с обрабатывающей средой;
 - деталей, у которых обработке подвергаются не все поверхности;
 - образцов-свидетелей и др.
- система сепарации, предназначенная для отделения обрабатываемых деталей от обрабатывающей среды и возвращения последней в зону обработки и др.

Каждый из перечисленных элементов ТС в той или иной мере оказывает влияние на надежность ТП. Однако, как правило, ВиАО обработка применяется в условиях серийного производства, поэтому, говоря о степени влияния каждого из элементов на надежность ТП, необходимо рассматривать ее на периоде времени, равной трудоемкости отдельной операции. В этом случае можно пренебречь рядом факторов, например, износом покрытия внутренней полости рабочей камеры или износом элементов вибростанка в целом.

Функцией времени обработки является, например, износ рабочей среды, который приводит к изменению объема загрузки, формы и массы частиц обрабатывающей среды и, как следствие, к изменению соотношения объема обрабатывающей среды и обрабатываемых деталей, изменению энергетических характеристик обрабатывающей среды. Износ обрабатывающей среды также зависит от режима обработки: амплитуды и частоты колебаний рабочей камеры. Однако, если износ обрабатывающей среды в пределах продолжительности технологической операции не превышает допустимого значения, то этот фактор тоже может быть признан незначимым. В противном случае его необходимо учитывать, так как соотношение между объемом обрабатываемых деталей и обрабатывающей среды оказывает существенное влияние не только на параметры качества детали, но и на производительность процесса.

Например, на рис. 2 и 3 представлены зависимости износа обрабатывающей среды (абразив Э16ТВ средней грануляции 20 мм) от амплитуды колебаний и от времени обработки. Условия эксперимента: установка УВГ 4x10, объем рабочей камеры – 10 л, частота колебаний рабочей камеры $f=33$ Гц.

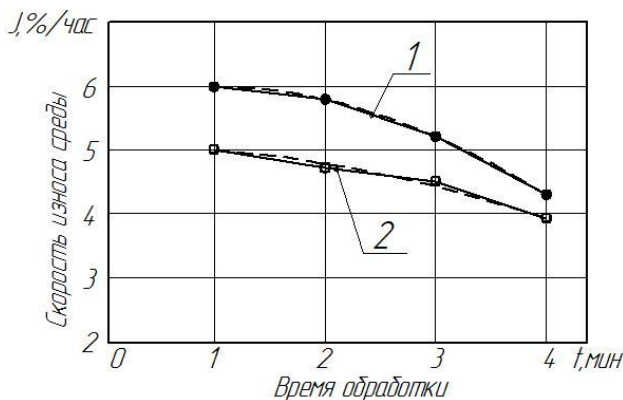


Рисунок 2 - Зависимость скорости износа обрабатывающей среды от времени обработки t : ряд 1 – $A=2,5$ мм, регрессия: $J=2,733t^3-16,8t^2+34,517t-18,7$ (величина достоверности аппроксимации $R=0,999$), ряд 2 – $A=1,5$ мм, $J=2,667t^3-16,4t^2+33,933t-18$ (величина достоверности аппроксимации $R=0,999$).

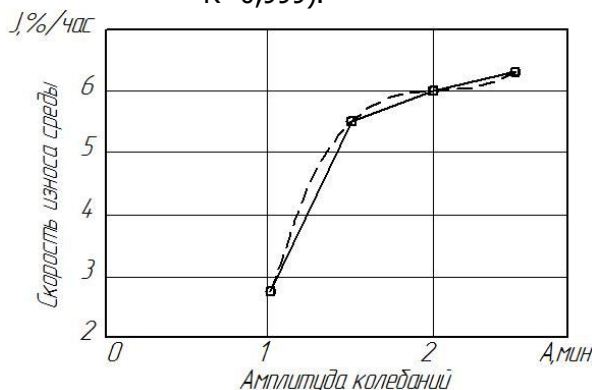


Рисунок 3 - Зависимость скорости износа обрабатывающей среды от амплитуды колебаний рабочей камеры A : время $t=1$ час, регрессия: $J=-0,175t^2+0,305t+5,875$ (величина достоверности аппроксимации $R=0,999$).

Из графических зависимостей, представленных на рис. 2 и 3, видно, что зависимость величины износа обрабатывающей среды от времени обработки и от амплитуды колебаний рабочей камеры носит детерминированный характер. В символической форме эти зависимости описываются полиномами второй и третьей степени.

Пример. Исследуя зависимость шероховатости обработанной поверхности от объема загрузки рабочей камеры $/2/$, можно определить допуск на объем загрузки, при котором шероховатость обрабатываемых деталей будет находиться в пределах допуска. Например, для получения шероховатости $Ra\ 3,2 \dots 4,48$ мкм (в соответствии с ГОСТ 2789-73 $/3/$) допуск на объем загрузки

составляет 1,9 л (от 5,4 до 7,2 л) или 18%. Тогда в соответствии с зависимостью, представленной на рис. 2, восстановление объема загрузки (или полная или частичная замена обрабатываемой среды) при амплитуде колебаний рабочей камеры $A=2,5$ мм необходимо производить через 3,5 часа (рис. 2).

Вывод. При проектировании ТП диапазон допустимых значений технологических условий и режимов обработки должен назначаться таким образом, чтобы обеспечивать заданное качество обработки и стабильность его обеспечения в пределах выполнения ТО. Большим преимуществом ВиАО является гибкость обрабатываемой среды (иначе инструмента), которая в целом принимает форму обрабатываемой детали, что и позволяет обеспечить равномерность обработки. Но, в то же время, именно этот факт и резко усложняет аналитическое описание процесса обработки и требует достаточно большого объема экспериментальных исследований. В связи с этим возникает необходимость разделения этих факторов на значимые и незначимые в условиях конкретной ТО, градации факторов, влияющих на качество обрабатываемой поверхности детали и производительность обработки, по степени их влияния, и выявление диапазона их допустимого изменения (допуска) в пределах технологической операции, то есть задача нормирования технологических факторов при ВиАО актуальна.

Список использованных источников

1. А.П. Бабичев, И.А.Бабичев. Основы вибрационной технологии. - Ростов н/Д, 1999.
2. Прокопец А.А. Анализ механизмов износа рабочей среды при виброабразивной обработке. Вестник Донского государственного технического университета. 2010. Т. 10. № 1 (44). С. 64-69.
3. ГОСТ 2789-73. Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики.