

ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ НАЗНАЧЕНИЯ РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ РОТОРНОЙ ГАЛТОВКИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ В УСЛОВИЯХ СЕРИЙНОГО И МЕЛКОСЕРИЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

П.Ю. Щёлокова

polina6@inbox.ru

Н.В. Беляков

alicot25@gmail.com

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация

АО «Второй Московский приборостроительный завод», Москва, Российская Федерация

Аннотация

Рассмотрены все аспекты галтовочного процесса на основе опыта работы авторов на галтовочном участке АО «Второй Московский приборостроительный завод». Поднят вопрос о назначении режимов галтовки, выявлены качественные зависимости между различными параметрами и результатом обработки. Работа имеет практическую ценность и при дальнейших исследованиях в данном направлении может служить основой для формирования нормативной базы и регламентирования процесса галтовки. Статья обладает научной новизной в силу отсутствия в литературе подобных целостных подходов к рассмотрению галтовочного процесса

Ключевые слова

Галтовка, галтовочные тела, абразивный наполнитель, режимы галтовки, компаунд, производительность галтовки

Поступила в редакцию 06.03.2017

© МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017

Галтовка — безразмерная обработка деталей с целью удаления заусенцев и облоя, округления острых кромок, снятия окалины и ржавчины, получения заданной шероховатости обработанной поверхности, полирования. Галтовка применяется в случаях, когда необходимо обработать большое количество однотипных деталей с достижением заданного качества поверхности и сокращением ручного труда исполнителей [1].

В данной работе рассмотрена мокрая роторная галтовка на установках ОТЕС CF 18 Element Wet (рис. 1) [2].

Режимами галтовки являются частота вращения барабана и длительность обработки. Однако помимо этого перед началом галтовочного процесса следует определить:

- тип и размер абразивного наполнителя (галтовочных тел);
- тип компаунда (технологической жидкости, в среде которой происходит обработка);
- соотношение «обрабатываемые изделия и наполнитель»;
- концентрацию компаунда, способ подачи (постоянный, проточный), объем компаунда в случае отсутствия проточной системы подачи, частоту его смены.



Рис. 1. Роторные установки OTEC CF 18 Element Wet (объем барабана 18 л)

Каждый из названных пунктов в разной степени влияет на конечный результат галтовки.

Абразивный наполнитель. Абразивный наполнитель изначально подбирают исходя из рекомендаций производителя — поверхностно-оценочного описания сфер применения каждого типа наполнителя. Однако на практике данные рекомендации являются недостаточными для подбора конкретного абразивного наполнителя из большого номенклатурного ряда изделий с различной геометрией и изготовленных из разных материалов. В условиях серийного и мелкосерийного производства, когда необходимо в кратчайшие сроки выполнить галтовку небольших партий различных изделий, единственным методом определения наиболее удовлетворительного абразивного наполнителя является непосредственный практический опыт. Подбор наполнителя в процессе работы имеет ряд недостатков:

- длительность процесса;
- непредсказуемость результата;
- повышенная вероятность брака (завал кромок, потеря размеров).

Специфика галтовки в производственных условиях такова, что невозможно предварительно апробировать каждую марку галтовочных тел на небольшой выборке деталей для определения подходящего наполнителя. Рабочий загружает подвергаемые галтовке изделия в роторный барабан совместно с галтовочными телами и компаундом, запускает процесс и осуществляет периодический контроль состояния обрабатываемых поверхностей. Сравнивая имеющийся результат с ранее полученными, выбирается наиболее подходящий наполнитель. В случаях обработки малых партий деталей, которые ранее не изготавливались на предприятии и для ко-

торых невозможно спрогнозировать сроки следующего изготовления (единичные заказы на изделия для ремонтного обслуживания), наполнитель подбирается по аналогии с ранее обработанными однотипными изделиями.

Размер и форма абразива значительно влияют на производительность процесса. Геометрические характеристики наполнителя определяются также конфигурацией галтуемой детали и расположением поверхностей, которые необходимо обработать. По общему правилу, размер абразивного наполнителя должен быть таким, чтобы он не застревал в пазах, углублениях и отверстиях деталей (рис. 2), т. е. больше имеющихся полостей либо значительно меньше для свободного проникновения в указанные места, если поверхности полостей и углублений должны быть также обработаны в процессе галтовки.



Рис. 2. Примеры неправильно подобранных абразивных тел, застрявших в полостях (отверстиях) деталей

Производители абразивных наполнителей предлагают различные по форме галтовочные тела — пирамиду, конус, шар, триангл, стилет, цилиндр и прочие. Форма абразивного наполнителя определяет возможность обработки сложных поверхностей (так, для зубчатого профиля существует специальная форма триангл), площадь контакта с обрабатываемыми деталями и условия съема металла в процессе галтовки.

Степень изношенности абразивного наполнителя значительно влияет на производительность. Определена качественная зависимость производительности процесса и получаемого качества поверхности от степени изношенности галтовочных тел. Новый абразивный наполнитель, имеющий заданную производителем геометрию, является менее производительным по сравнению с этим же наполнителем, но уже изношенным и уменьшенным по объему в 2 и более раз. В процессе износа наполнитель теряет изначальную форму, вследствие чего изменяется характер контакта с обрабатываемой поверхностью (рис. 3, 4).



Рис. 3. Пример наполнителя КХ-10 изношенного (слева) и нового (справа)



Рис. 4. Пример наполнителя ПТ 10×10 различной степени изношенности

Данный вопрос требует более детального рассмотрения и наличия большой базы экспериментальных данных.

Соотношение «количество деталей и абразивный наполнитель». Соотношение обрабатываемых деталей и абразивного наполнителя не имеет строгой регламентации и подбирается непосредственно на месте с учетом ряда явных и неявных факторов. Существуют ориентировочные рекомендации производителей галтовочного оборудования и компонентов, согласно которым данное соотношение может варьироваться в пределах от 1:2 до 1:20. Малое количество абразивного материала повышает вероятность столкновения деталей друг с другом в процессе обработки, деформации и снижения качества поверхности за счет появления царапин, рисок и

прочих дефектов. Большое количество наполнителя снижает производительность процесса и ресурс абразивного наполнителя. К тому же отсутствует четкое определение, что понимать под данным соотношением — соотношение объемов, занимаемых соответственно деталями и абразивным наполнителем, или соответствующих масс. На практике чаще всего ориентируются на занимаемый деталями и наполнителем объем, но имеют место случаи, когда решающую роль играет именно масса. В производственных условиях нет возможности определять объем и вес каждой партии деталей и подбирать подходящее соотношение, загрузка барабана производится специалистом на основе личного опыта. После запуска процесса галтовки оценивается характер вращения рабочего состава (деталь — наполнитель — компаунд) и при необходимости рабочий состав корректируется уже непосредственно в процессе работы.

Компаунд. Тип компаунда подбирается по рекомендациям производителя с дальнейшей корректировкой в процессе работы. В большинстве случаев используются универсальные компаунды. Концентрация компаунда также изначально определяется рекомендациями производителя и при необходимости корректируется в процессе работы.

В состав компаунда входят пенообразующие компоненты, которые, с одной стороны, влияют на моющие способности компаунда, а с другой — создают защитную подушку (пенный буфер), смягчая воздействие абразива и столкновения деталей между собой. Опытные данные, показывающие влияние концентрации компаунда и объема пены на процесс галтовки, на данный момент отсутствуют.

Помимо компаунда в рабочий состав можно добавлять различные ингибиторы коррозии (например триэтиламин), концентрация которых также подбирается непосредственно в процессе работы.

Способ подачи и расход компаунда определяются возможностями галтовочного оборудования и регулируются исполнителем во время работы.

Частота вращения барабана. Частота вращения барабана определяет динамику процесса, условия съема металла и подбирается на практике, исходя из ряда факторов:

- наполненность барабана и вес рабочего состава;
- размер обрабатываемых изделий;
- тип наполнителя и его размер;
- требуемое качество поверхности, которое необходимо получить в процессе галтовки.

Рекомендации по выбору конкретных значений частоты вращения барабана отсутствуют. Минимальная частота вращения должна обеспечивать постоянство процесса галтовки и движение всего рабочего состава без застойных зон, а максимальная постоянство процесса без вылета наполнителя и деталей из рабочей емкости барабана. Размер и вес обрабатываемых деталей и абразивного наполнителя определяют их динамические характеристики и непосредственно влияют на выбор частоты вращения барабана, поэтому частота вращения подбирается под конкретный рабочий состав (рис. 5).



Рис. 5. Процесс галтовки деталей с различными наполнителями и режимными параметрами (вид на роторный барабан сверху)

На данный момент отсутствуют экспериментальные данные, показывающие зависимость производительности и получаемого качества поверхности обработанных изделий от частоты вращения барабана. На практике данная зависимость имеет экстремальный характер, согласно которому при малой частоте вращения процесс идет крайне медленно и непроизводительно ввиду невысокой скорости взаимного перемещения деталей и наполнителя, при увеличении частоты вращения скорость относительного движения и соответственно производительность возрастают. При увеличении частоты вращения барабана рабочий состав начинает двигаться как единое целое с минимальными относительными перемещениями между составляющими компонентами (деталь — наполнитель), что негативно отражается на производительности и качестве обработанных поверхностей.

Конструкции барабанов зачастую имеют ребра и различные выступы на рабочей поверхности, препятствующие монолитному вращению рабочего состава, однако их наличие не всегда положительно влияет на процесс галтовки. При обработке малогабаритных изделий детали часто забиваются во впадины между ребрами и тем самым выключаются из процесса обработки.

Длительность процесса галтовки. В среднем длительность галтовки металлических деталей при обработке в роторных установках составляет 1–3 ч в зависимости от требуемого результата. На практике производится непосредственный контроль состояния галтуемых деталей во время обработки, при достижении заданного качества поверхности процесс останавливается. Длительность обработки во многом зависит от начального состояния деталей (шероховатость, количество и размер заусенцев после штамповки, фрезерования и т. д.)

На предприятиях мелкосерийного и серийного производства необходимо знание конкретной длительности обработки для определения соответствующих технологических и организационно-экономических норм, в связи с чем галтовочный участок доставляет ряд проблем. В условиях реального производства все определяется опытом исполнителя (режимные параметры по большей части подбираются интуитивно), и в случае выхода штатного галтовщика в отпуск или на больничный, на участке галтовки значительно снижаются производительность и качество работы.

Решение обозначенных проблем. Для практического решения рассмотренных проблем необходимо вести подробный журнал галтовочных операций для сбора и дальнейшего анализа опытных данных, на основании которых впоследствии можно будет выработать ориентировочные рекомендации по назначению режимных параметров, которые на данный момент отсутствуют в литературе.

Теоретическим результатом наблюдения за процессом галтования металлических деталей в условиях реального производства стала выработка методических подходов к решению проблемы определения режимов галтования:

1) классификация галтуемых изделий по основным общим признакам:

- материал;
- размеры;
- особенности геометрии (наличие отверстий, пазов, степень допустимого округления острых кромок);

2) классификация имеющегося в наличии абразивного наполнителя на основании рекомендаций производителей и на базе имеющегося практического опыта обработки деталей в галтовочных барабанах данного производственного участка:

- по рекомендации производителей;
- для черновой обработки;
- для получистовой обработки;
- для чистовой обработки и полировки;
- по размеру: фракции разного размера одного и того же наполнителя, об-

разовавшиеся в процессе износа, следует содержать отдельно (рис. 6), так как геометрия обрабатываемых деталей зачастую лимитирует минимальный размер используемого наполнителя. Просеивание галтовочного наполнителя по размеру осуществляют с помощью сит с нормированной величиной ячейки.



Рис. 6. Хранение различных абразивных наполнителей

На основании выделенных классификационных признаков и на базе практического опыта (журнал галтовочных операций) составляются приблизительные рекомендации по назначению режимов галтовки и со временем формируется нормативная база, соответствующая конкретным условиям обработки на рассматриваемом галтовочном участке.

Литература

1. *Костенков С.А.* Повышение работоспособности галтовочных тел на основе применения зерен с контролируемой формой: автореф. дис... канд. техн. наук. Томск: КГТУ, 2007.
2. *Галтовочное оборудование: Электронный каталог //*
URL: http://www.sapphire.ru/docs/152-181_galtovka.pdf (дата обращения 11.02.2016)

Щёлокова Полина Юрьевна — магистрант кафедры «Инструментальная техника и технологии», МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация.

Беляков Николай Викторович — галтовщик деталей 4-го разряда, АО «Второй Московский приборостроительный завод», Москва, Российская Федерация.

Научный руководитель — А.Е. Древаль, профессор, д-р техн. наук, заведующий кафедрой «Инструментальная техника и технологии», МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация.

MAIN PROBLEMS IN STANDARD PARAMETERS ALLOCATION OF METALWARE ROTARY TUMBLING IN SERIES AND SMALL-SERIES PRODUCTION

P.Yu. Schelokova

polina6@inbox.ru

N.V. Belyakov

alicot25@gmail.com

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation

JSC Second Moscow Instrument-Making Plant, Moscow, Russian Federation

Abstract

The article considers all aspects of the tumbling process according to the authors' experience in the tumbling section of JSC Second Moscow Instrument-Making Plant. The study touches upon the issue of tumbling regimes allocation, reveals the qualitative relationships between the various parameters and processing results. The work is of practical value and, with further research in this direction, can serve as the basis for creating the regulatory framework and the regulation of the tumbling process. The article has scientific novelty due to the absence in the literature of such holistic approaches to the examination of the tumbling process

Keywords

Tumbling, tumbling media, abrasive filler, tumbling modes, compound, tumbling

© Bauman Moscow State Technical University, 2017

References

- [1] Kostenkov S.A. Povyshenie rabotosposobnosti galtovochnykh tel na osnove primene-niya zeren s kontroliruemoy formoy. Avtoref. Dis. kand. tekhn. nauk [Improving the performance of tumbling bodies on the basis of use of grains with controlled form. Abstract Cand. tech. sci. diss.]. Tomsk, KSTU Publ., 2007 (in Russ.).
- [2] Galtovochnoe oborudovanie: Elektronnyy katalog [Tumbling equipment: Electronic catalog]. Sapphire: website. URL: http://www.sapphire.ru/docs/152-181_galtovka.pdf (accessed 11.02.2016) (in Russ.).

Schelokova P.Yu. — Master's Degree student of Tool Engineering and Technology Department, Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation.

Belyakov N.V. — fourth-rate tumbling specialist, JSC Second Moscow Instrument-Making Plant, Moscow, Russian Federation.

Scientific advisor — A.E. Dreval', Professor, Dr. Sc. (Eng.), Head of Tool Engineering and Technology Department, Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation.