

В диссертационный совет Д002.060.02
при Федеральном государственном бюджетном
учреждении науки Институт металлургии и
материаловедения им. А.А. Байкова
Российской академии наук

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу

БРОВМАН ТАТЬЯНЫ ВАСИЛЬЕВНЫ

**«Теоретическое обоснование и технологические основы использования
локальной пластической деформации для совершенствования
нестационарных процессов обработки металлов давлением»,
представленную на соискание ученой степени доктора технических наук
по специальности 05.16.05 –Обработка металлов давлением**

Актуальность работы.

В настоящее время в различных отраслях машиностроения используют процессы вытяжки листовых заготовок, гибки (изгиба) профильных и трубных заготовок, правки, вальцовки, высадки трубных заготовок.

Для проектирования таких технологических процессов необходимо знание особенностей формоизменения и напряженно-деформированного состояния заготовки, а также расчет силовых параметров в процессе нестационарной деформации различных материалов.

Вместе с тем, существующие методы исследования и методики расчета технологических параметров для данных процессов локальной деформации не всегда позволяют обеспечить требуемую точность изготавливаемых изделий. Кроме этого, для реализации нестандартных технологических процессов требуется специальное технологическое оборудование.

В связи с этим необходимо отметить, что диссертационная работа Т.В. Бровман, направленная на теоретические исследования, разработку методик расчета и конструкций оборудования для проведения процессов вытяжки листовых заготовок, гибки (изгиба) профильных и трубных заготовок и высадки трубных заготовок в условиях локальной деформации, позволяющие повысить точность получаемых изделий, является актуальной.

Научная новизна работы заключается:

- в результатах теоретического анализа вытяжки полых заготовок из тонколистового проката, заключающихся в уточнении условий потери устойчивости заготовки, образования трещин и складок, а также в

установлении необходимости применения локальной дополнительной деформации при вытяжке для повышения устойчивости и качества деформируемых заготовок;

- в результатах теоретического анализа процесса упругопластического изгиба, позволивших определить соотношение упругих и пластических зон деформируемого металла и функциональную зависимость изменения кривизны от силы нагружения с обеспечением заданной точности при изгибе с учетом упрочнения деформируемого металла;

- в установлении полей напряжений и полей скоростей при высадке концевых участков трубных заготовок и изгибе в штампах, соответствующих различным условиям локальной деформации;

- в формулах для расчета предельного диаметра фланца трубы при высадке, ограниченного потерей устойчивости концевой участка трубной заготовки.

Практическая ценность работы заключается:

- в разработанном новом процессе вытяжки, заключающемся в создании методом локальной деформации на заготовке искусственных малых волн, амплитудой 1,0-2,0 толщины листа, предотвращающих развитие в процессе деформации волн значительной амплитуды и обеспечивающих увеличение в 1,5-2,0 раза длины заготовки без потери устойчивости и образования трещин;

- в новой методике расчета точности геометрических размеров изделия для процессов изгиба в штампах, позволяющей в 2,5 раза уменьшить разброс величин относительных изменений кривизны и прогибов получаемого изделия;

- в установленных параметрах и спроектированных конструкциях ковочных машин для производства труб с утолщенными концевыми участками по их длине (получен патент РФ № 2547977);

- в разработанной конструкции машины для изгиба профильных конструкций оконных рам, позволяющая повысить точность получаемых изделий за счет расширения зоны локальной деформации и обеспечения стабильности изгибающего момента, определяющего изменение кривизны;

Реализация работы.

1. Разработанный технологический процесс и оборудование для производства корпусов фильтров двигателей Д-238, Д-144, КАМАЗ 740.14-300 и коробок корпусов противогозов типа ППФ-95 используются на предприятии ОАО «2462 ЦБПР» (г. Тверь) и позволили исключить дефекты детали из-за потери устойчивости и трещин. Полученный экономический эффект при изготовлении 24 тысяч изделий – 297000 руб.

2. Разработанная конструкция ковочной машины используется в ООО «Оконные системы» (г. Тверь) для изготовления труб повышенной точности с утолщенными концевыми участками.

3. Разработанная конструкция машины для изгиба профильных конструкций оконных рам используется в ООО «Оконные системы» (г. Тверь) и позволила повысить точность заготовок в более чем 2 раза.

Технические решения защищены патентами РФ № 2547977; 2556172; 2608153; 2554247; 2491144; 2561937.

Достоверность научных результатов и выводов подтверждается использованием теории пластичности и современных теоретических методов исследования процессов обработки металлов давлением, в том числе нестационарных процессов локальной пластической деформации при вытяжке, изгибе, высадке концов трубных заготовок, использованием современного лабораторного и промышленного оборудования, современных методов экспериментальных исследований и метода компьютерного моделирования нестационарных процессов деформации, высокой согласованностью теоретических и экспериментальных данных, а также использованием данных, полученных в производственных процессах изготовления корпусов фильтров двигателей, коробок корпусов противогазов, труб повышенной точности с утолщенными концевыми участками и профильных конструкций оконных рам.

Структура и содержание работы

Диссертационная работа содержит 222 страницы машинописного текста и состоит из введения, шести глав, списка литературы из 155 наименований, 2 приложений. Работа содержит 14 таблиц, 88 рисунков.

Во введении обоснована актуальность рассматриваемой темы работы, сформулирована цель и поставлены задачи работы.

В первой главе выполнен анализ и выбор технологических режимов процессов с использованием локальной пластической деформации: вытяжка полых изделий, изгиб профильных и трубных заготовок и высадка концевых участков труб.

Во второй главе приведен анализ существующих современных методов расчета напряжений и деформаций в процессах пластической деформации.

В третьей главе проведены результаты теоретических исследований процесса вытяжки полых цилиндрических заготовок, позволившие установить предельную степень вытяжки, а также результаты компьютерного моделирования процесса вытяжки в программном комплексе DEFORM 3D, позволившие спрогнозировать потерю устойчивости заготовки и образование на ней волн большой амплитуды, а также качественно и количественно оценить напряженно-деформируемое состояние кольцевой части фланцевой части заготовки. Кроме этого, были получены формулы для расчета силы деформирования при вытяжке, а также определены величина предельной длины (высоты) цилиндрических заготовок, которые можно получить вытяжкой.

Проведенные исследования позволили предложить новый способ вытяжки с созданием в исходной заготовке искусственной анизотропии,

уменьшив ее жесткость в тангенциальном направлении. На листовой заготовке вдоль кольцевого пояса формируют до 16 – 28 «волн» (выступов) амплитудой $(1 \dots 2)h$. Новый способ позволяет в 1,5 – 2,0 раза увеличить предельную длину (высоту) изделий, изготавливаемых за одну операцию.

В четвертой главе проведены результаты теоретического исследования процесса упругопластического изгиба (гибки) листовой заготовки. В результате была предложена новая схема изгиба заготовок, позволяющая обеспечивать требуемую кривизну изделия и уменьшение длины прямолинейных краевых участков изгибаемой листовой заготовки.

В пятой главе проведена разработка новой конструкции машины для изгиба профильных заготовок, обеспечивающая повышение точности получаемых изделий путем уменьшения длины зон упругой деформации по краям заготовки и увеличения зоны пластической деформации. Предложенная конструкция машины защищена патентом РФ №2561937.

В шестой главе проведены исследования процесса локальной деформации при горячей высадке концевых участков трубных заготовок. На основании экспериментальных исследований показано, что для формирования участков увеличенной до 10–12 мм толщины на заготовках диаметрами до 50–65 мм толщинами до 5 мм из углеродистых сталей и сталей типа 36Г2С, необходимы ковочные машины силой до 0,85–0,90 МН. Полученные данные были использованы при проектировании новой ковочной машины (патент РФ № 2561937), применение которой обеспечивает изготовление криволинейных трубных заготовок требуемой точности.

В заключении представлены основные результаты и выводы по работе.

Приложения содержат данные по отдельным экспериментальным и теоретическим исследованиям, сведения об использовании результатов работы на машиностроительных предприятиях.

Автореферат полностью отражает основное содержание диссертации.

Основные положения диссертации достаточно полно изложены в 24 опубликованных работах, в том числе в 12 статьях в журналах, входящих в «Перечень российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертации на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук» ВАК РФ, а также в 7 авторских свидетельствах СССР и патентах РФ.

По работе имеются следующие замечания.

1. Используемый в работе термин «локальная деформация» для процессов вытяжки, гибки и высадки концов трубных заготовок является не совсем корректным, поскольку во всех процессах обработки давлением заготовка деформируется не полностью, а в очаге пластической деформации, что было установлено еще в 1954 году проф. Е.И. Семеновым, а позже подтверждено С.И. Губкиным.

В настоящее время термин «локальная деформация» используют в описании процессов, например, поверхностного пластического

деформирования с локальным дополнительным нагружением очага деформации для формирования требуемых направленных свойств в поверхностных слоях или по всей толщине изделия.

Однако в работе отсутствуют границы процессов обработки давлением с «локальной деформацией».

2. Из приведенного теоретического расчета процесса вытяжки не ясно, каким образом можно определить возможность возникновения двух видов дефектов при вытяжке: кольцевых трещин при воздействии напряжений растяжения σ_r и потери устойчивости при действии напряжений сжатия σ_θ .

3. Из работы не ясно, для чего необходимо увеличивать в 1,5 – 2,0 раза высоту изделий, изготавливаемых за одну операцию с помощью нового предложенного способа вытяжки заготовки с искусственной анизотропией, если требования к конечным геометрическим размерам изделия заданы в чертеже.

4. Из диссертации не ясно, каким образом технологически возможно формирование на исходной листовой заготовке для вытяжки 16-28 выступов («волн») для создания искусственной анизотропии.

5. В главе 3 приведены результаты моделирования процесса вытяжки осесимметричной заготовки в программном комплексе DEFORM 3D и указано, что отличие от результатов экспериментальных исследований составило 10-15%, однако в работе не указаны исходные данные для моделирования: размеры и материал заготовки, размеры инструмента, технологические параметры вытяжки, условия трения.

6. Не понятен термин «предельная длина изделия», которые можно получить вытяжкой. Видимо, более корректно было использовать общепринятый параметр – предельный коэффициент вытяжки.

7. В работе использованы терминология, не всегда соответствующая общепринятой терминологии в области обработки металлов давлением, например, «дисковая заготовка», «изгиб» вместо гибка, «локальная деформация полых заготовок» вместо высадка концов трубных заготовок, «усилие» вместо сила, «точность локальной деформации» и т.п.

8. Некоторые выводы по диссертации заключаются в простом изложении выполненных работ (например, «1. Исследованы 3 вида процессов ОМД...», «2. Разработана методика...») и не содержат анализа полученных результатов.

Вместе с тем, сделанные замечания существенно не снижают высокий научной и технической уровень диссертации.

Заключение. Диссертационная работы Бровман Татьяны Васильевны является законченной научно-квалификационной работой, в которой представлены научно обоснованные технические решения, заключающиеся в новых процессах и оборудовании для вытяжки полых заготовок из тонколистового проката, изгиба профильных заготовок и высадке концевых

участков трубных заготовок, позволяющие повысить точность получаемых изделий, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны.

Представленная диссертационная работа по актуальности, достоверности, научной новизне и практической значимости результатов удовлетворяет требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, а ее автор Бровман Татьяна Васильевна заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.16.05 – Обработка металлов давлением.

Официальный оппонент

Доктор технических наук,
заведующий кафедрой «Технологии обработки давлением»
МГТУ им. Н.Э. Баумана

Владислав Юрьевич Лавриненко



ПОДПИСЬ ЗАВЕРЯЮ

Директор Центра
О. В.

Тел./Факс: 499-263-60-48

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»

Адрес: 105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1

Тел./Факс: (499) 267-02-36

E-mail: mt13@bmstu.ru