

УДК 62-529

Разработка системы управления энергосиловыми параметрами процессов комплексного локального деформирования материалов

Сергей Юрьевич Ткач⁽¹⁾, Сергей Александрович Тесленко⁽²⁾

Студент 4 курса⁽¹⁾, студент 3 курса⁽²⁾,
кафедра «Автоматизированные машины и процессы бесстружковой обработки материалов»

Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс

Научный руководитель: О.В. Дорофеев,

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Автоматизированные машины и процессы бесстружковой обработки материалов»

Процессы обработки материалов основанные на комплексном локальном деформировании являются перспективными и эффективными способами получения изделий. К таким способам относится технология валковой штамповки.

Валковая штамповка - формоизменяющая операция обработки металлов давлением, получения осесимметричных деталей из цилиндрической заготовки за счет одновременного приложения к ней осевых и радиальных нагрузок. Осевое нагружение заготовки при валковой штамповке создается за счет перемещения пуансона, а радиальное - за счет обкатки ее боковой поверхности в роликах или валках (см. рисунок 1). Таким образом, валковая штамповка представляет собой способ комплексного локального деформирования, в котором в одном технологическом процессе происходит совмещение одной из основных кузнечных операций прошивки или осадки (высадки) с поперечной прокаткой или обкаткой.

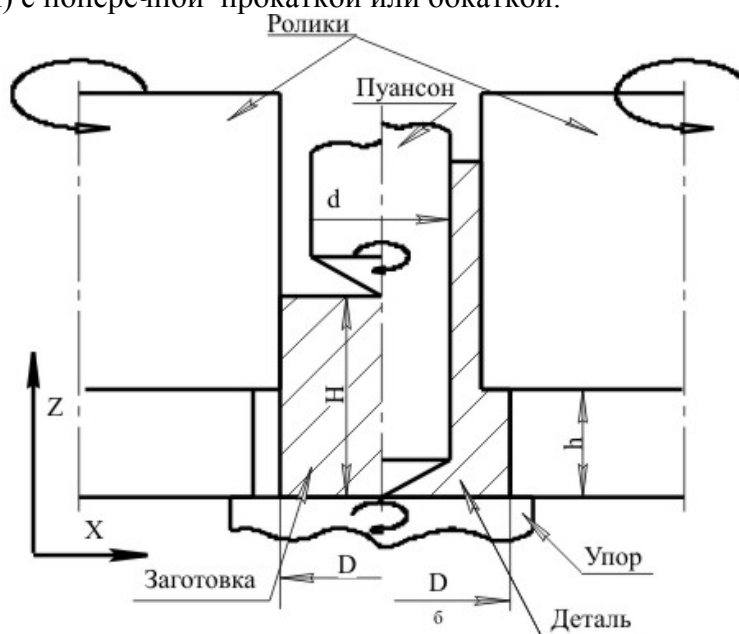


Рисунок 1 – Общая схема процесса валковой штамповки

Данный способ деформирования позволяет изготавливать круглые в плане сплошные и полые детали, тонкостенные и толстостенные изделия малых размеров, применяемые в приборостроении, а также крупногабаритные детали с высокой точностью и качеством при технологической силе на порядок меньшей, чем для традиционных методов объемной штамповки.

Валковая штамповка обладает суммой достоинств, недостижимой традиционными способами обработки металлов давлением, а именно:

- возможностью значительного формоизменения заготовки без потери устойчивости и позволяет получать детали со сложной формой боковой поверхности, с высокой тонкой стенкой, со сквозным осевым отверстием за один технологический переход;
- высоким коэффициентом использования металла (от 0,9 и выше);
- возможностью получения готового изделия при наименьших затратах на последующую обработку;
- возможностью получения качественной поверхности с улучшением механических свойств обрабатываемого материала;
- технологическая сила совершения операции снижается в 5-10 раз и более (Рисунок 2, график 3) [1].

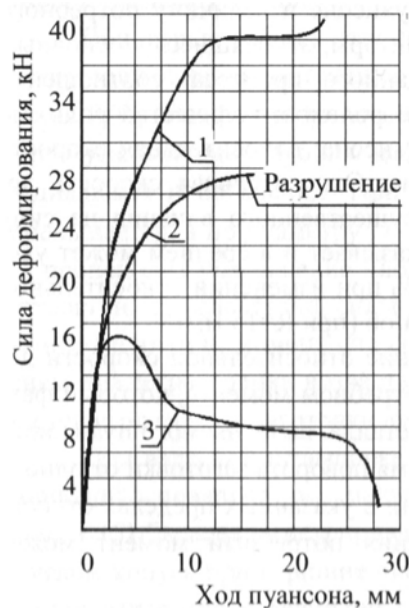


Рисунок 2 – Силовая диаграмма технологического процесса:

1 - процесс закрытой прошивки; 2 — процесс открытой прошивки; 3 — процесс валковой штамповки.

Комплексное нагружение очага пластической деформации локальным периодическим воздействием с одновременным воздействием через постоянно фиксируемую зону позволяет получить новый технологический эффект, недостижимый другими методами деформирования. Валковая штамповка способствует улучшению физикомеханических свойств обрабатываемого металла, обеспечивает требуемое расположение его волокон, что повышает эксплуатационные свойства получаемых деталей. Относительно низкая стоимость оснастки, незначительное время подготовки производства, возможность быстрой переналадки на другой типоразмер детали, использование оборудования небольшой мощности позволяют применять валковую штамповку как в крупносерийном, так и в средне- и мелкосерийном производствах [2].

За счет возможности концентрировать формоизменение заготовки на позиции выдавливания внутренней полости с одновременным обкатыванием и последующей осадкой, величина пластического деформирования и смещенные объемы металла на последующих позициях обработки малы, как малы и необходимые силы.

По результатам многочисленных исследований, посвященных изучению различных аспектов, связанных с валковой штамповкой, выделен целый ряд особенностей и «узких мест», так или иначе связанных с дисбалансом её параметров и

отсутствием постоянного контроля и компенсирующего воздействия на основные кинематические и динамические параметры процесса.

Среди них можно выделить:

- Разрушение заготовки в процессе штамповки (см. рисунок 3), обусловленное неконтролируемой деформацией заготовки и выход параметров процесса за пределы условий пластического течения металла;

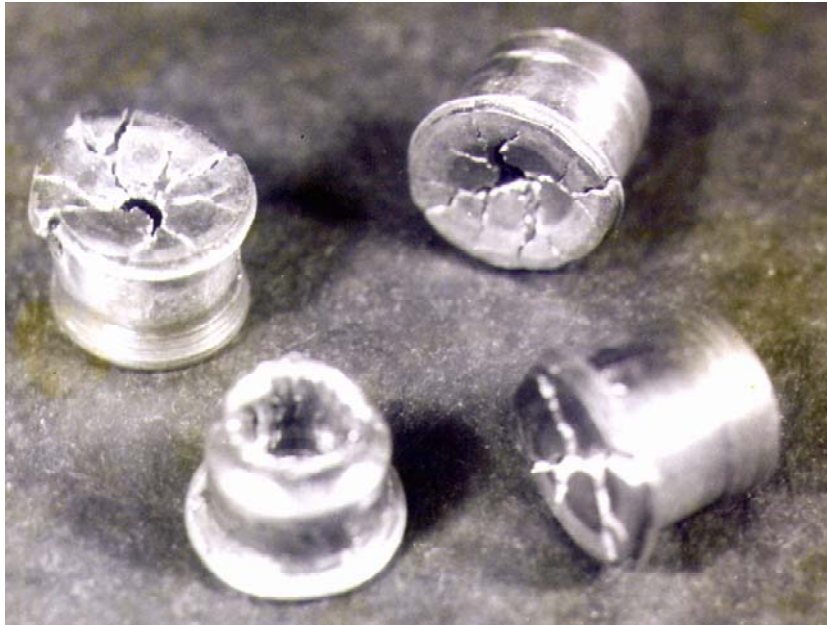


Рисунок 3— Разрушение заготовки в матрице

Для устранения данного вида брака необходимо обеспечить контроль и регулирование усилия на пуансоне, а так же скорости перемещения траверсы пресса.

- Заклинивание заготовки в валках в процессе штамповки (Рисунок 4), обусловленное превышением некоторого допустимого значения относительной скорости деформирования, приводящее переполнению металлом калибра матрицы и проворот пуансона или упора;



Рисунок 4— Заготовка, заклиненная в роликовой матрице

Для устранения данного вида брака необходимо обеспечить жесткое фиксирование и контроль относительной скорости деформирования на всех этапах технологического процесса.

- Возникновение осевой утяжки (Рисунок 5) в виде образования внутренней полости в центральной части заготовки, имеющая здесь максимальную высоту, дефект торцевой поверхности детали.

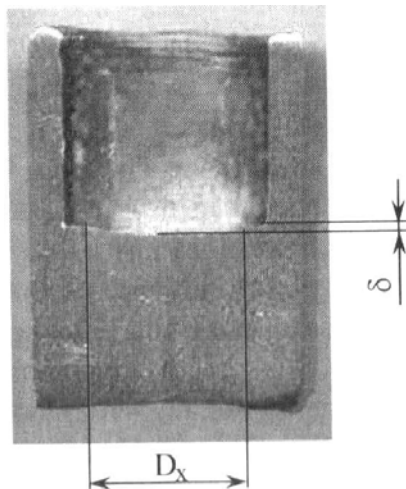


Рисунок 5 – Возникновение осевой утяжки

Для устранения данного вида брака необходимо обеспечить контроль динамических параметров процесса.

- Проскальзывание валков и пуансона, а так же неравномерность сил прижатия валков к заготовке, как во время подготовки техпроцесса, так и в активной фазе процесса - время формоизменения заготовки.

Для устранения данного вида брака необходимо обеспечить контроль динамики валков, контроль разности скоростей вращения валков в процессе формоизменения, контроль наличия и величины разности скоростей вращения пуансона и упора.

Таким образом, основной целью работы является разработка системы контроля и управления технологическим процессом валковой штамповки, которая позволит более точно управлять процессом формообразования, поможет добиться более высоких качественных и количественных показателей на стадиях серийного производства.

Цель работы будет достигнута в результате комплекса мер по сбору и обобщению информации в предметной области, а именно:

1. Теория обработки металлов давлением;
2. Системы автоматического управления;
3. Системы сбора информации;

а так же проведения ряда практических исследований и экспериментов на действующей установке.

Установка представляет собой вертикальный гидравлический пресс (Рисунок 6), оснащенный приводным пуансоном (1), системой из двух формообразующих роликов (2) и блоком упора (3).

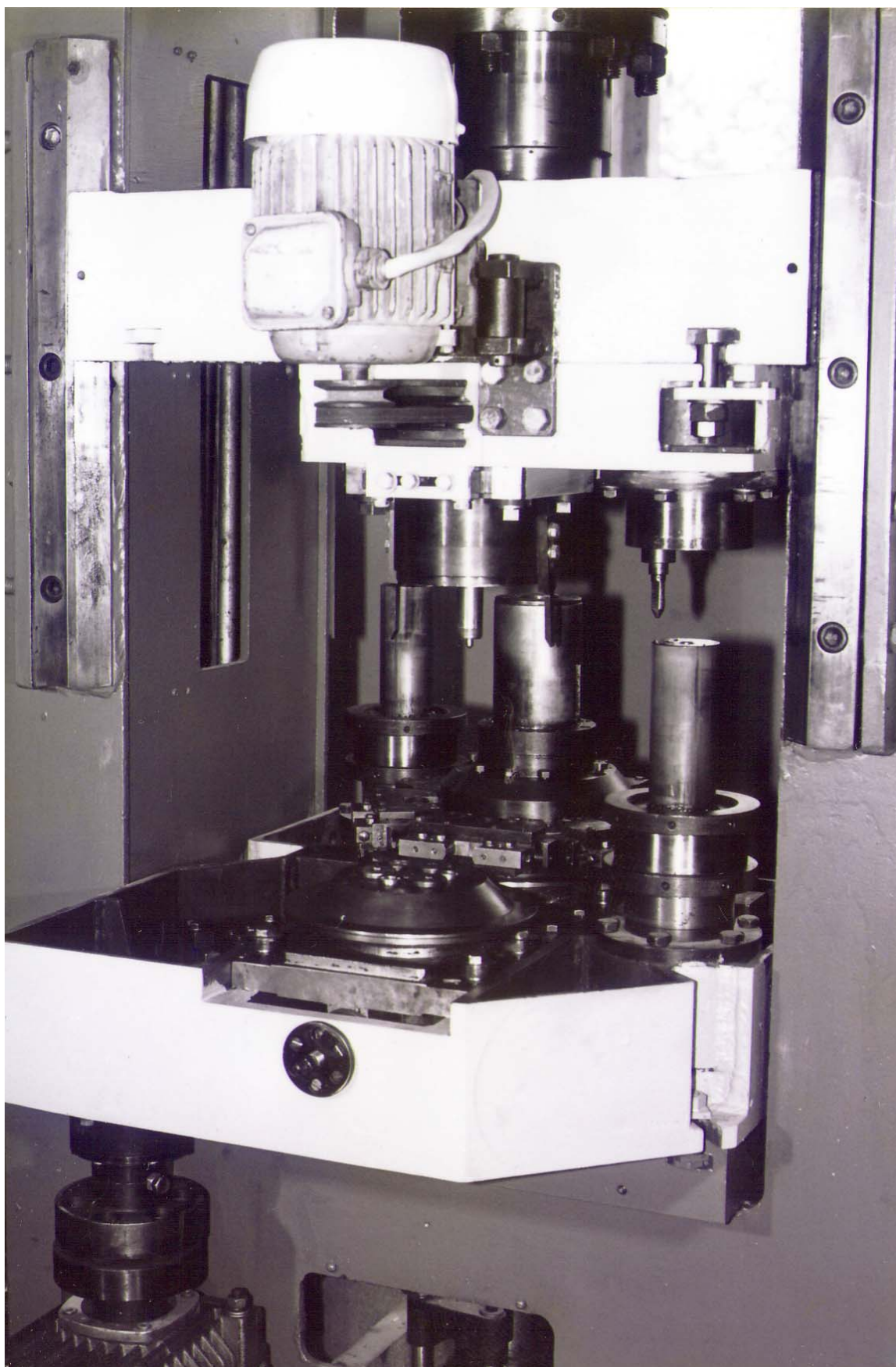


Рисунок 6 – Общий вид экспериментальной установки

Т.к. валковая штамповка является комбинированным процессом, характеризующимся сложностью напряженно-деформированного состояния, применение современных методов математического описания и моделирования поможет наиболее полно понять отдельные моменты технологического процесса, поможет сформировать способы решения наиболее сложных задач на различных этапах построения системы управления процессом.

Решение поставленной задачи планируется провести в несколько этапов:

- Сбор, систематизация общих сведений о технологическом процессе валковой штамповки.
- Выбор необходимых средств математического моделирования технологического процесса, процессов воздействия и контроля:

Первой задачей математического моделирования является определение силы деформирования и нагрузки на инструмент, а также определение в первом приближении размеров очага пластической деформации как функции основных комплексов параметров технологических и конструктивных. Эта задача относится к первому классу задач теоретического анализа, и может быть решена группой традиционных методов от метода верхней оценки до метода конечных элементов.

Вторая задача - это анализ распределения нормальных и касательных напряжений на контактной поверхности роликов и пуансона. Подобные исследования относятся ко второму классу задач теоретического анализа, позволяют более реально оценить нагруженность инструмента и, как следствие, его надежность и долговечность. Второй класс задач требует более серьезного подхода и применения соответствующих численных методов решения. Наконец к третьей группе задач можно отнести некоторые частные вопросы моделирования, в которых и модель, и метод ее анализа подбираются индивидуально.

- Анализ существующих методик контроля и управления процессом валковой штамповки
- Анализ патентной информации по методикам расчета, моделирования и проектирования систем управления технологическими процессами.
- Формирование принципов работы системы управления технологическим процессом валковой штамповки исходя из полученных результатов, полученных в ходе предыдущих исследований.
- Анализ критических условий работы системы, выработка необходимых превентивных мер по обеспечению безопасности работы системы и персонала.

Литература

1. Специальные технологические процессы и оборудование обработки давлением / В.А. Голенков, А.М. Дмитриев, В.Д. Кухарь, С.Ю. Радченко, С.П.Яковлев, С.С.Яковлев. - М.: Машиностроение, 2004. – 464 с.: ил. – ISBN 5-217-03247-2.
2. Голенков, В. Технологические процессы обработки металлов давлением с локальным нагружением заготовки / В.А. Голенков, С.Ю. Радченко. М.: Машиностроение, 1997, 226 с.: ил. – ISBN 5-217-02873-4.