

УДК 621.77.014: 621.771.65

Доброносков Ю. К.
Дворжак А. И.
Иванов А. А.

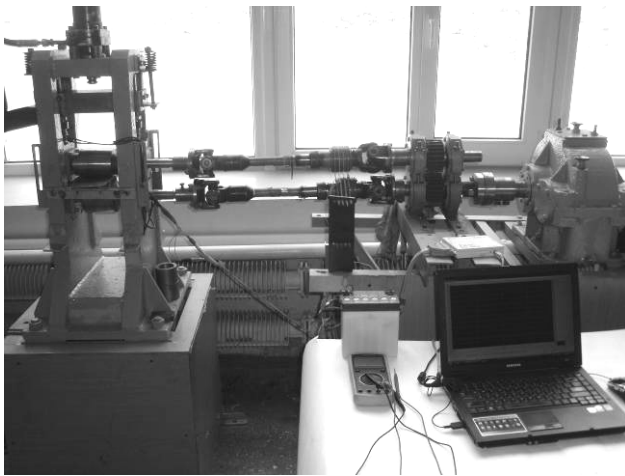
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ МЕТАЛЛА В ОЧАГЕ ДЕФОРМАЦИИ ПРИ ПРОКАТКЕ ТРАПЕЦИЕВИДНЫХ ЗАГОТОВОК

С ростом объемов производства электротехнической продукции остро стоит необходимость снижения себестоимости ее производства. В частности для изготовления обмоток двигателей применяют коллекторный профиль. Требования к точности изделия и качеству поверхности достаточно высоки, что требует прецизионной обработки. В настоящее время коллекторный профиль производится путем выдавливанием на гидравлическом прессе с одноканальной матрицей заготовки и последующем многократном волочении [1]. Использование прессового оборудования для получения заготовок приводит к снижению производительности процесса. Также, в связи с необходимостью частой замены матриц, растет себестоимость данной продукции. Существует способ замены прессования на процесс прокатки трапециевидных заготовок [2] который не получил сильного распространения в связи с трудностью удержания заготовки в очаге деформации без перекоса. Данные недостатки незначительно устраняются при параллельной прокатке двух заготовок в одном калибре [3], однако при применении этого способа производства наблюдается смятие прилегающих краев заготовки.

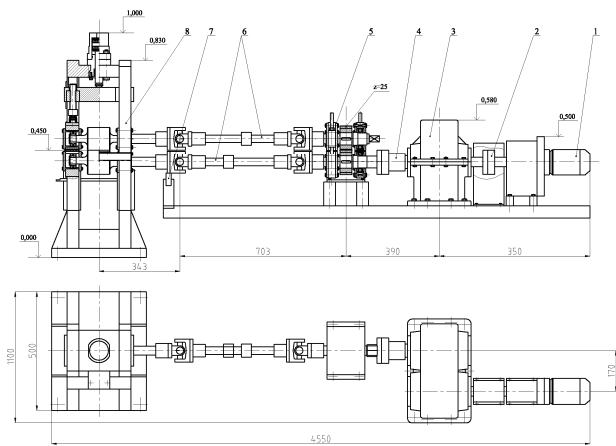
Необходимо отметить, что применительно к процессу прокатки трапециевидных заготовок для производства коллекторного профиля, уточнение математического аппарата требует обязательного предварительного уточнения граничных условий и основных закономерностей пластического формоизменения на основе экспериментальных исследований

Целью данной работы является уточнение исходных данных, которые позволят дать количественную оценку и могут быть использованы при создании соответствующего оборудования. В связи с этим поставлена задача – рассмотрение двух вариантов прокатки с целью выявления оптимального. При этом основной задачей экспериментальных исследований являлось выявление зависимости геометрических размеров готового изделия от исходных размеров и степени обжатия.

В рамках данной работы с целью снижения трудоемкости, экономии материальных ресурсов использовался лабораторный прокатный мини – стан 100 × 100 Г ДГМА общий вид и план расположения которого представлены на рис. 1. Главная линия рабочей клетки стана состоит из мотор-редуктора 1 типа МЦ 2С–63 ($n = 40$ об/мин), моторной муфты 2, одноступенчатого цилиндрического зубчатого редуктора 3 с передаточным отношением 4,0, промежуточной муфты 4, шестеренной клетки 5, универсальных шпинделей 6 на подшипниках качения, механизма 7 их пружинного уравновешивания и собственно двухвалковой рабочей клетки 8. Кольцевые месдозы с тензометрическими датчиками сопротивления устанавливались между нажимными винтами и подушками валков, момент плющения, снимали со шпинделей при помощи наклеенных на них тензодатчиков собранных в мостовые схемы. Силу и момент прокатки записывали во всех рассмотренных выше случаях при помощи ноутбука с аналогово-цифровым преобразователем LCard E14–140, питание которого обеспечивалось от порта USB ноутбука, обеспечивающего возможность измерения по 16 дифференцированным каналам. Входной сигнал в этом случае оцифровывался четырнадцатититным преобразователем с частотой до 100 кГц и возможностью усиления в диапазоне 10...64.



а



б

Рис. 1. Общий вид (а) и план расположения (б) стана 100 × 100 Г ДГМА

Рабочие валки выполнены составными (рис. 2). Бандаж изготовлен из стали 9Х с твердостью образующих поверхностей бочек $\approx 85\text{ HS}$ и шероховатостью, соответствующей $\sqrt{Ra1,25}$. Бандаж, состоящий из двух частей, 2 одевают на ось 1 через шпонку 3. Подбирая дистанционные кольца, 5 бандаж выставляется по предполагаемой оси прокатки, после чего зажимается гайками 4. Для компенсации перекосов валок установлен на сферических шариковых подшипниках 6.

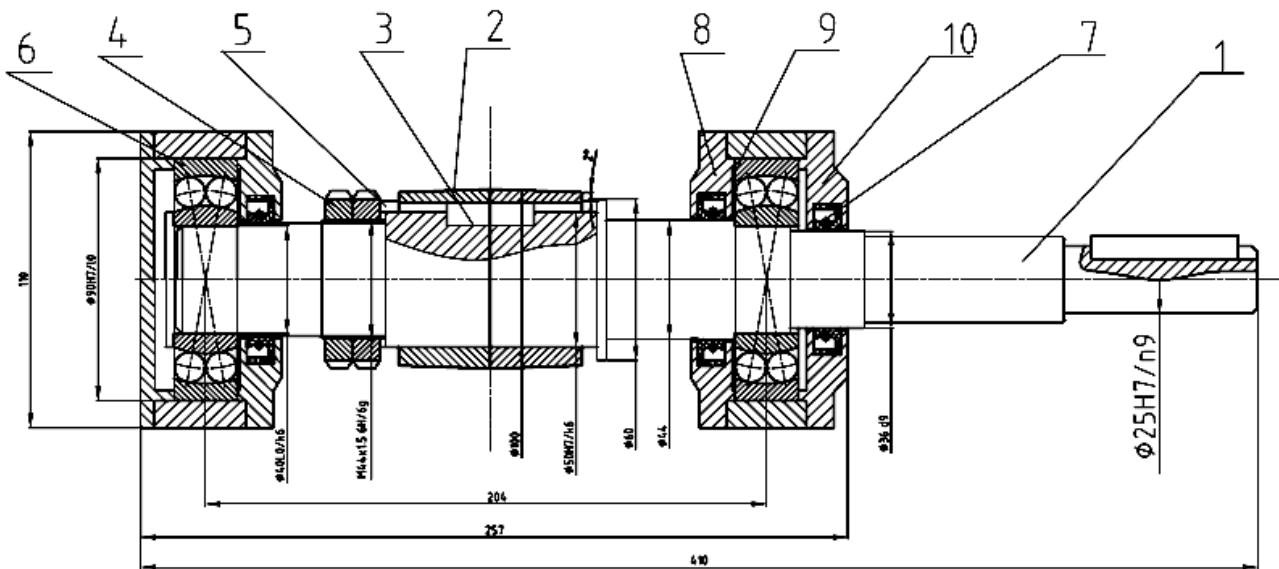
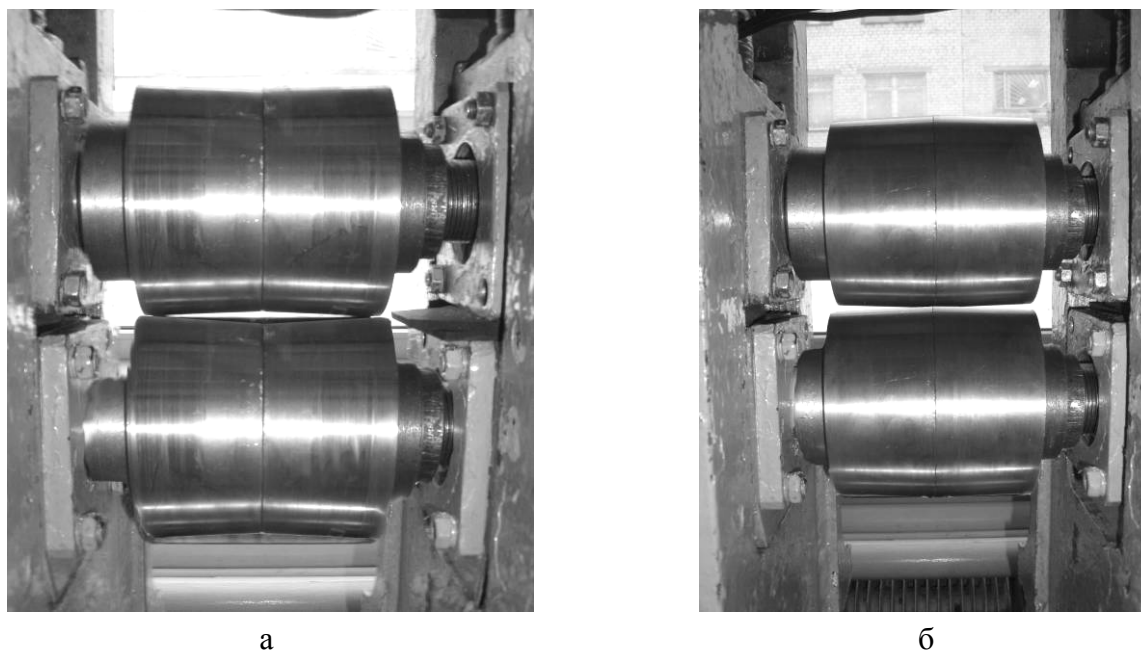


Рис. 2. Бандажированный рабочий валок

Суммарное обжатие варьировали от 10 % до 50 %. Максимальное единичное обжатие, ограниченное условием захвата металла валками, определяли экспериментально для каждого случая.

В общем случае прокатке подвергали свинцовую заготовку, шириной достаточной для получения двух профилей, с первоначальной калибровкой в первом проходе и последующей прокатке до требуемых размеров в следующем проходе по двум схемам. Первая схема по аналогии с [3], когда максимальное обжатие идет по боковым кромкам, и схема, при которой максимальное обжатие по оси симметрии заготовки. Установка валков для обоих случаев представлен на рис. 3.



а

б

Рис. 3. Установка валков для прокатки с максимальным обжатием по боковым кромкам (а), с максимальным обжатием по оси симметрии заготовки (б)

Для определения направлений течения металла в продольном и поперечном направлениях на образцы наносили секту с известным шагом [4].

Анализируя полученные в ходе эксперимента данные, можно отметить преимущество второй схемы производства трапециевидных заготовок. В частности отмечено, что по второй схеме единичное обжатие выше на 3–5 %.

Результаты экспериментальных исследований представлены на рис. 4. С увеличением суммарного обжатия наблюдается монотонный рост продольной вытяжки λ_1 образцов. Поперечная вытяжка λ_2 для первого способа также увеличивается монотонно с увеличением обжатия, однако для второго способа наблюдается интенсификация поперечного течения металла при суммарном обжатии свыше 30 %.

Относительно энергосиловых параметров процесса можно отметить незначительный рост силы прокатки для обоих случаев. Для реализации первого способа производства трапециевидного профиля необходимо прикладывать усилие на 10 % больше чем при втором способе.

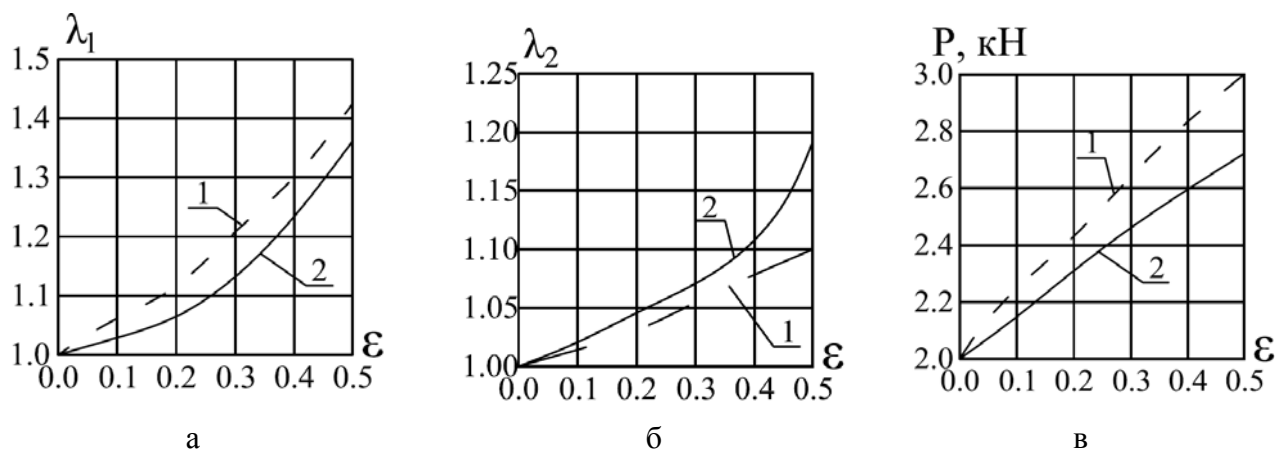


Рис. 4. Распределения продольной λ_1 (а), поперечной λ_2 (б) вытяжки и силы прокатки P (в) в зависимости от суммарного обжатия

К общим недостаткам можно отнести, что при дальнейшем увеличении единичного обжатия путем увеличения шероховатостей валков, заострения переднего конца либо с применением заднего подпора происходит нарушение формы образцов (рис. 4): по первой схеме волнистость и разрывы по кромкам (см. рис. 4, а), по второй – коробоватость в первом проходе (см. рис. 4, б) или разрыв по оси прокатки в последних проходах (см. рис. 4, в). Устранить данные недостатки возможно, сократив единичное обжатие заготовок.

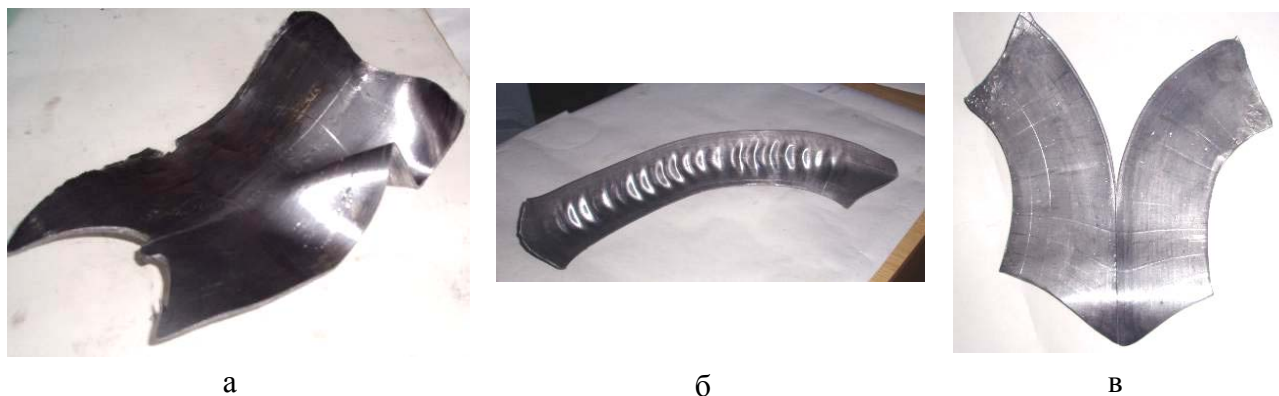


Рис. 4. Возможные дефекты при прокатке трапециевидного профиля

ВЫВОДЫ

Рассмотрены два способа производства трапециевидных заготовок с максимальным обжатием по боковым кромкам и с максимальным обжатием по оси симметрии заготовки. Приведены результаты экспериментальных исследований. Выявлены закономерности формирования металла при прокатке. Показано преимущество схемы с максимальным обжатием по оси симметрии заготовки над схемой с максимальным обжатием по боковым кромкам. Выявлены недостатки обоих способов, даны рекомендации для их устранения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Производство коллекторных полос из электротехнических бронз на Каменск-Уральском заводе по обработке цветных металлов / Н. С. Арсентьева, О. Н. Дашкевич, Л. В. Радионов, Л. М. Железняк, Н. В. Крылова // Производство проката. – М. : ООО «Наука и технология», 2007. – № 10. – С. 20–24
2. А. с. 531560 SU, МКИ В 21 В 1/08. Способ прокатки фасонных профилей / Ю. М. Чуманов, В. М. Клименко, Г. М. Шульгин, В. Ф. Губайдуллин, В. С. Солод. – № 2145766/02 ; заявл. 18.06.75 ; опубл. 15.10.76 , Бюл. № 38. – 2 с. : ил.
3. А. с. 1509141 SU, МКИ В 21 В 1/08. Способ прокатки трапециевидных профилей / В. В. Панов, В. В. Гайдабура, В. С. Нагорнов, В. А. Войцеховский, А. Б. Гросман, С. Н. Силов, Г. А. Саламатов. – № 4348734/31–02 ; завл. 25.12.87 ; опубл. 23.09.89 ; Бюл. № 35. – 8 с. : ил.
4. Рене И. П. Теоретические основы экспериментальных методов исследований деформаций методом сеток в процессах обработки металлов давлением / И. П. Рене. – Тула : ТПМ, 1979. – 96 с.

Добронос Ю. К. – канд. техн. наук, доц. АММ ДГМА;

Дворжак А. И. – канд. техн. наук, ст. преподаватель кафедры АММ ДГМА;

Иванов А. А. – ассистент кафедры АММ ДГМА.

ДГМА – Донбасская государственная машиностроительная академия, г. Краматорск.

E-mail: amm@dgma.donetsk.ua