

### РАЗДЕЛ III ПРОЦЕССЫ ОБРАБОТКИ ДАВЛЕНИЕМ В МЕТАЛЛУРГИИ

УДК 621.77.014 : 621.771.65

Доброносов Ю. К.  
Иванов А. А.  
Кралин А. К.  
Махмудов К. Д.

#### АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ НА ЭНЕРГОСИЛОВЫЕ ПАРАМЕТРЫ ОСНОВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ МЕХАНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ТРАПЕЦИЕВИДНЫХ ЗАГОТОВОК

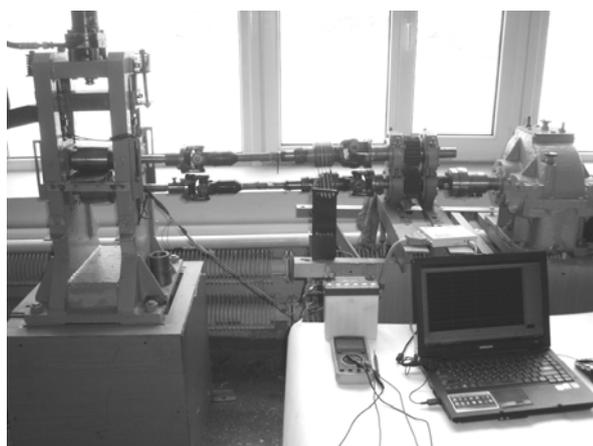
С ростом объемов производства электротехнической продукции остро стоит необходимость снижения себестоимости ее производства. В частности для изготовления обмоток двигателей применяют коллекторный профиль. Требования к точности изделия и качеству поверхности достаточно высоки, что требует прецизионной обработки. В настоящее время коллекторный профиль производится путем выдавливания на гидравлическом прессе с одноканальной матрицей заготовки и последующего многократного волочения [1]. Использование прессового оборудования для получения заготовок приводит к снижению производительности процесса. В свете изложенного выше перспективным представляется замена процесса прессования на процесс прокатки трапециевидных заготовок с максимальным приближением к требуемым геометрическим характеристикам. Существующие технологии прокатки трапециевидных заготовок [2, 3] не обеспечивают достаточное качество поверхности, что делает актуальным дальнейшее совершенствование данного процесса.

Целью данной работы является анализ влияния основных технологических и конструктивных параметров механического оборудования для производства трапециевидных заготовок на энергосиловые параметры процесса.

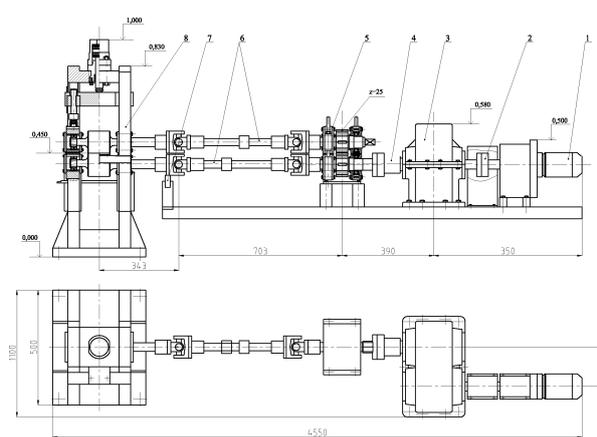
В основу количественного и качественного анализа влияния технологических параметров процесса прокатки трапециевидных заготовок были положены результаты численной реализации математических моделей и программных средств по автоматизированному расчету напряженно-деформированного состояния и основных показателей качества готовой металлопродукции. Ряд положений по реализации процесса был сформулирован с использованием результатов экспериментальных исследований рассматриваемых технологий и оборудования [4]. В качестве исследуемых, то есть варьируемых параметров при проведении данного анализа были рассмотрены максимальное единичное обжатие, угол наклона трапеции поверхностей рабочих валков  $\alpha$ , радиус валков, материалы деформируемых заготовок и их физико-механические свойства, а также отношения продольного коэффициента трения  $\mu_x$  к поперечному  $\mu_z$ .

Экспериментальное исследование данного процесса было проведено на лабораторном мини – стане 100 × 100 Г ДГМА, общий вид и план расположения которого представлены на рис. 1 [2].

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 с максимальным обжатием по боковым кромкам и схема, при которой максимальное обжатие идет по оси симметрии заготовки. Поперечное сечение трапециевидной заготовки для обоих случаев представлено на рис. 2.

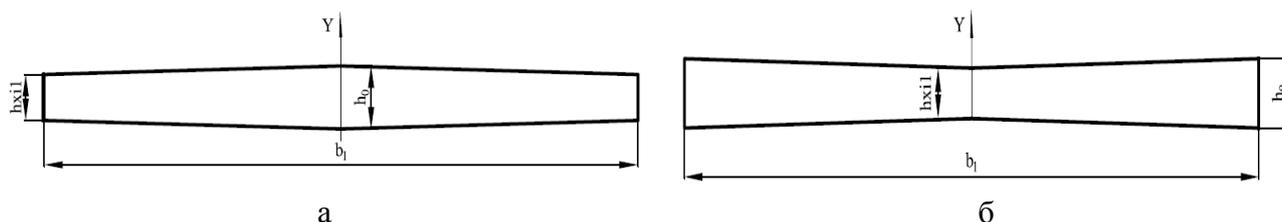


а



б

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



а

б

Рис. 2. Поперечное сечение трапецевидной заготовки с максимальным обжатием по боковым краям (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.

Обобщая результаты выполненного теоретического и экспериментального анализа, по отношению к интегральным характеристикам напряженно-деформированного состояния, а именно по отношению к силе  $P$  (рис. 3), моменту  $M$  (рис. 4) и геометрическим характеристикам процесса прокатки трапецевидных заготовок необходимо отметить следующее:

- необходимо увеличение относительного обжатия, характеризуемое количественно уменьшением геометрического соотношения  $h_1/h_0$ ;

- увеличение силы  $P$  и момента  $M$  процесса прокатки трапецевидных заготовок имеет место при увеличении отношения продольного коэффициента трения к поперечному  $\mu_x/\mu_z$  (см. рис. 3, а; 4, а), при относительном увеличении радиуса валков  $R_g$  (см. рис. 3, б; 4, б), а также при деформации заготовок из более прочных материалов (см. рис. 3, в; 4, в), причем и в этом случае максимальная интенсивность указанного увеличения имеет место при высоких уровнях относительного обжатия;

- специфика процесса прокатки трапецевидных заготовок, а именно наличие углов наклона рабочих валков  $\alpha$ , приводит к относительному увеличению уширения деформируемой заготовки, при этом с увеличением угла  $\alpha$  величина уширения возрастает, но также снижается устойчивость заготовки во время прокатки;

- помимо увеличения уширения увеличение угла наклона рабочих валков приводит к увеличению степени асимметрии пластического течения металла в поперечном направлении, аналогичный эффект имеет место также в случае увеличения интенсивности деформационного упрочнения металла заготовки и уменьшения коэффициентов внешнего трения, при этом количественно степень указанной асимметрии по отношению к центру тяжести результирующего поперечного сечения может достигать 0,15...0,18 от его ширины;

- с увеличением угла наклона активной образующей рабочих валков и уменьшением коэффициентов внешнего трения вероятность разрыва заготовки по оси прокатки возрастает, что ограничивает возможные калибровки и требует усиления боковых проводок.

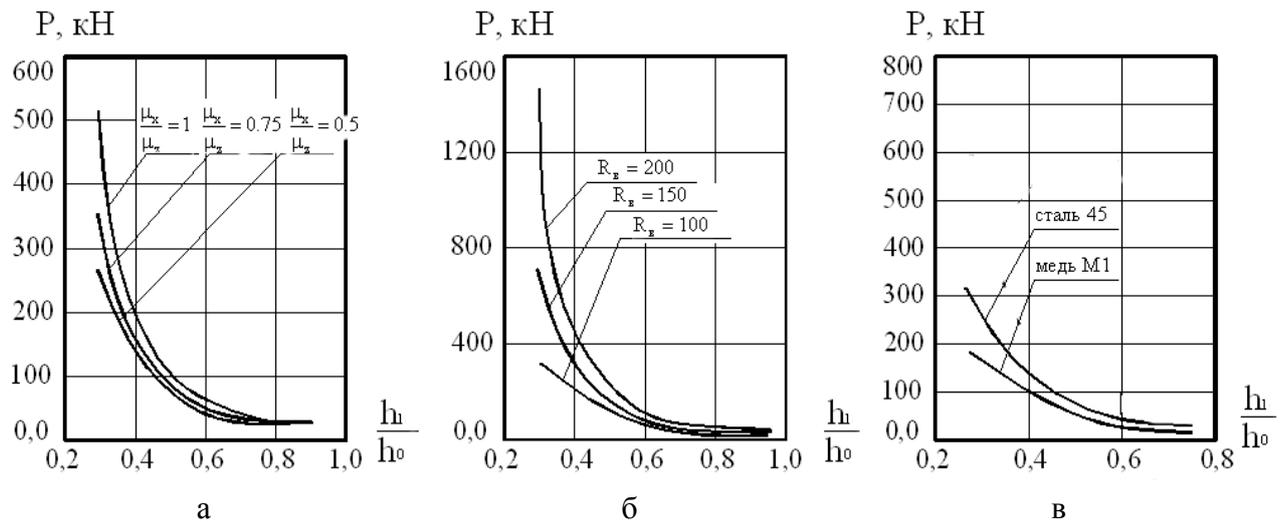


Рис. 3. Расчетные распределения силы прокатки  $P$  в зависимости от геометрической величины относительного обжатия  $h_1/h_0$ , имеющие место при различных значениях отношения продольного коэффициента трения к поперечному  $\mu_x/\mu_z$ , радиуса валков  $R_v$ , а также при наличии различных материалов заготовки:

а –  $h_0 = 10$  мм, сталь 45; б – сталь 45,  $\mu_x/\mu_z = 1$ ; в –  $h_0 = 10$  мм,  $\mu_x/\mu_z = 1$

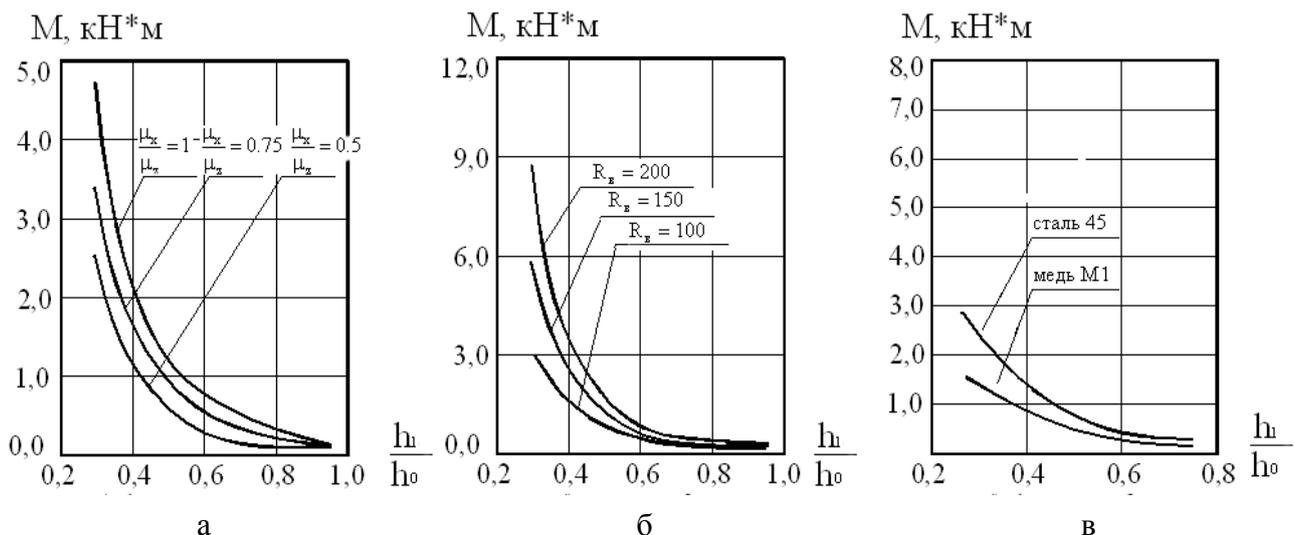


Рис. 4. Расчетные распределения момента прокатки  $M$  в зависимости от геометрической величины относительного обжатия  $h_1/h_0$ , имеющие место при различных значениях отношения продольного коэффициента трения к поперечному  $\mu_x/\mu_z$ , радиуса валков  $R_v$ , а также при наличии различных материалов заготовки:

а –  $h_0 = 10$  мм, сталь 45; б – сталь 45,  $\mu_x/\mu_z = 1$ ; в –  $h_0 = 10$  мм,  $\mu_x/\mu_z = 1$

На основании проведенных исследований выявлены закономерности, позволившие выявить преимущества и недостатки прокатки трапециевидных заготовок. Таким образом, для производства трапециевидных заготовок были предложены способы, защищенные патентами Украины.

В основу первого способа положена совместная прокатка цельной полосы, шириной достаточной для получения двух профилей в валках со специальной калибровкой в первом проходе и прокатки с разделением по продольной оси симметрии во втором [5].

Цельную заготовку шириной, достаточной для получения двух трапециевидных заготовок задают в валки, настроенные на зазор  $\delta$ . В первом проходе осуществляют

предварительную кали бровку. Во втором проходе производят прокатку с разделением по продольной оси симметрии. После этого отдельные профили поступают на дальнейшую обработку, например на волочильный участок цеха.

Второй способ заключается в прокатке цельной полосы, шириной достаточной для получения двух профилей с первоначальной калибровкой и формовкой кромок по ширине буртами тех же валков в первом проходе [6]. Применение буртов позволяет интенсифицировать продольное течение металла. Дальнейшая прокатка ведется аналогично вышеописанному способу

Применение второго способа выгодно в случаях прокатки заготовок с углом трапеции свыше  $10^\circ$ . В остальных случаях выгоднее применять первый способ.

### ВЫВОДЫ

Рассмотрен анализ влияния основных технологических и конструктивных параметров механического оборудования для производства трапециевидных заготовок. Показано влияние углов наклона рабочих валков на протекание процесса прокатки. Увеличение углов наклона рабочих валков приводит к относительному увеличению уширения деформируемой заготовки, но при этом снижается устойчивость заготовки во время прокатки. Приведены способы производства трапециевидных заготовок.

### 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 технологии», 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. – №214576602 ; 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. Добронос Ю. К. Экспериментальные исследования напряженно-деформированного состояния металла в очаге деформации при прокатке трапециевидных заготовок // Ю. К. Добронос, А. И. Дворжак, А. А. Иванов // Обработка металлов давлением : тематич. зб. наук. пр. – Краматорськ : ДДМА. – 2010. – № 1 (22). – С. 218–221.

5. Пат. 51912 UA МПК3 C22F 1/08, В21В 3/00. Спосіб прокатки трапецієподібних заготовок для виробництва колекторного профілю / Федорінов В. А. Сатонін О. В. Іванов О. О. ; заявитель и правообладатель Донбасская государственная машиностроительная академия. – № u201000238; заявл. 10.08.2010; опубл. 10.08.2010, Бюл. № 15. – 2 с. : ил.

6. Пат. 55897 UA МПК3 C22F 1/08, В21В 3/00. Спосіб виробництва трапецієподібних заготовок / Бобух І. О. Іванов О. О. ; заявитель и правообладатель Донбасская государственная машиностроительная академия. – № U201008217; заявл. 01.07.10 ; опубл. 27.12.10, Бюл. № 24. – 2 с. : ил.

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

Иванов А. А. – ассистент кафедры АММ ДГМА;

Кралин А. К. – канд. техн. наук, доц. ДонНАСА;

Махмудов К. Д. – канд. техн. наук, доц. филиала ДагГТУ.

ДГМА – Донбасская государственная машиностроительная академия, г. Краматорск.

ДонНАСА – Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, г. Макеевка.

ДагГТУ – Дагестанский государственный технический университет, г. Каспийск, Россия;

E-mail: amm@dgma.donetsk.ua