

Петрова Е. В.
магистрант гр. ММК-15-2,
Подгорный В. Ю.
асс. каф. ММК
ГОУ ВО ЛНР «ДонГТИ», г. Алчевск, ЛНР,
Ерньоко С. П.
д.т.н., проф., зав. каф. МОЗЧМ им. проф. В. Я. Седуша
ГОУ ВПО «ДонНТУ», г. Донецк, ДНР

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ПОПЕРЕЧНОЙ РЕЗКИ МЕТАЛЛОПРОКАТА СОРТОВЫМИ НОЖНИЦАМИ

Операции отделки проката, к которым относятся продольная и поперечная резка, являются неотъемлемой частью технологического процесса любого интегрированного металлургического комбината. В этой связи, снижение затрат на производимую технологическую операцию разделения металлопроката на мерные длины позволит сэкономить дополнительные средства или повысить эффективность самой операции резки за счет оптимизации параметров процесса. Применительно к Филиалу № 12 ЗАО «ВТС» среднегодовая потребность в закупке нового режущего инструмента ножниц и дисковых пил, установленных в основных цехах предприятия составляет (в млн. рос. руб.): ножи дисковые — 12,773; ножи ножниц поперечной резки — 3,735; диски пил горячей резки — 7,2. Дополнительные средства и ресурсы расходуются на восстановительный ремонт (реставрацию) и химико-термическую обработку режущих поверхностей инструмента. Однако, несмотря на приведенные выше недостатки, окончательная обработка (резка товарного проката) выполняется только лезвийным инструментом, ввиду необходимости соблюдения допусков размеров, требований к качеству среза [1] и отклонениям формы торца разрезаемой заготовки [2].

Применительно к сортовым ножницам, известно, что сила резки зависит от многих параметров (форма ножа, температура металла, скорость движения инструмента, ориентация профиля на стеллаже резки, механические свойства разрезаемого материала и пр.) и наряду с продолжительностью цикла резки, обусловленной скоростью движения ножей (производительностью разделительной установки), непосредственно влияет на стойкость режущего инструмента. Последнее, в свою очередь, обуславливает расходы на изготовление (приобретение) новых ножей, а также цеховые и общезаводские эксплуатационные затраты [3].

Таким образом, выбор наиболее рационального способа разделения требует учета влияния технологических факторов и проведения дополнительных теоретических и экспериментальных исследований.

В представленной работе рассмотрены особенности процесса поперечного разделения заготовок квадратного и круглого сечения в холодном состоянии параллельными и фасонными ножами с целью получения экспериментальных данных по распределению сил резки.

Эксперименты проводились на лабораторном оборудовании кафедры «Машины металлургического комплекса» ДонГТИ. В качестве экспериментальной установки № 1 для порезки цилиндрической заготовки диаметром $d=11,9$ мм, были использованы лабораторные ножницы, в которых были закреплены плоские (параллельные), фасонные (дуговые) и фасонные (угловые — используемые для порезки квадратных профилей по диагонали) ножи. Скорость движения суппорта 30 мм/с. Для контроля основных силовых параметров, была собрана и тарирована измерительная система, включающая тензорезисторный преобразователь и усилитель. Регистрация сигналов производилась посредством многоканального аналого-цифрового преобразователя фирмы L-CARD установленного в персональный компьютер.

На рисунке 1 представлены экспериментальные зависимости силы резки P от относительного внедрения $\varepsilon=y/h$ ножей в заготовку (y — текущее смещение ножей, h — макси-

мальный ход ножа). Указанные зависимости $P(\varepsilon)$ удобно представлять в относительных величинах, ввиду того, что ход подвижного ножа h при резке цилиндрической заготовки плоскими и дуговыми ножами ($h = d$) отличается от хода углового ножа при движении через круглый профиль ($h = d$).

На рисунке 2 представлены характерные изображения сечений, полученных после порезки цилиндрической заготовки параллельными (рис. 2, *а*), дуговыми (рис. 2, *б*) и угловыми (рис. 2, *в*) ножами.

Для физического моделирования разделения квадратных профилей 10×10 мм плоскими ножами применялся гидравлический пресс (лабораторная установка № 2) внутри которого располагалась соответствующая модель ножниц. Скорость перемещения плунжера гидроцилиндра $0,25 \pm 0,3$ мм/с, диаметр плунжера 270 мм. В процессе разделения фиксировались давление в гидросистеме и ход плунжера гидроцилиндра, соответствующие текущему внедрению у ножей в заготовку. Полному отделению частей заготовки соответствует ход — 6 мм ($\varepsilon = 0,60$), сила резки при этом составила — 11,5 кН. Максимальная сила резки равна 22,9 кН.

В качестве заготовок были использованы профили из алюминиевого сплава квадратного и круглого сечения. Для определения механических свойств заготовок цилиндрический стержень был подвергнут испытаниям на разрывной машине 600LX (рис. 3, *а*). Диаграмма напряжений, возникающих по мере деформации (растяжения) цилиндрического стержня представлена на рисунке 3, *б*.

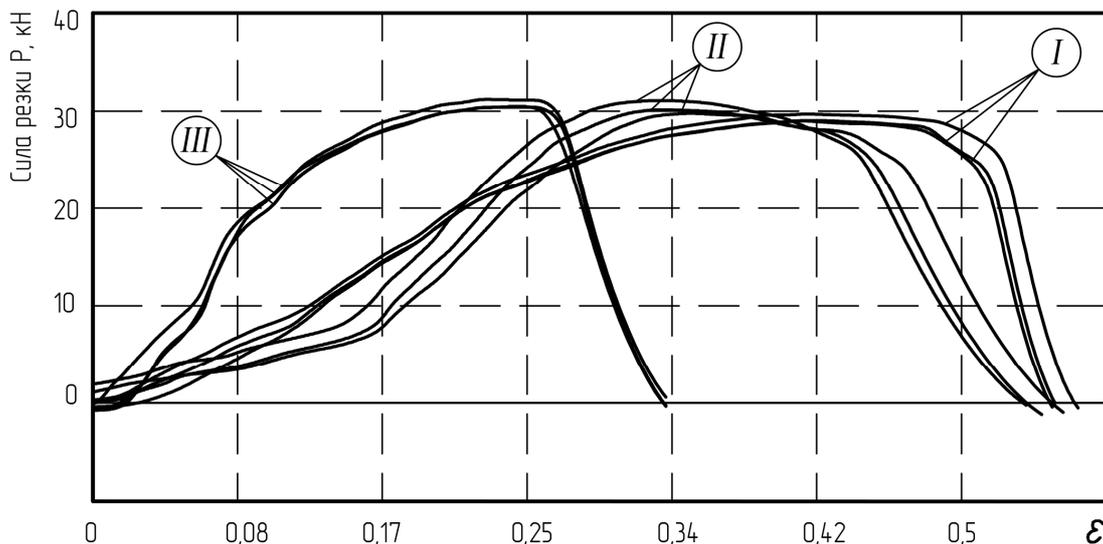


Рисунок 1 — Экспериментальные зависимости силы резки $P(\varepsilon)$ от относительного внедрения ножей ε при разделении цилиндрической заготовки: I — плоскими (параллельными); II — фасонными (дуговыми); III — фасонными (угловыми) ножами

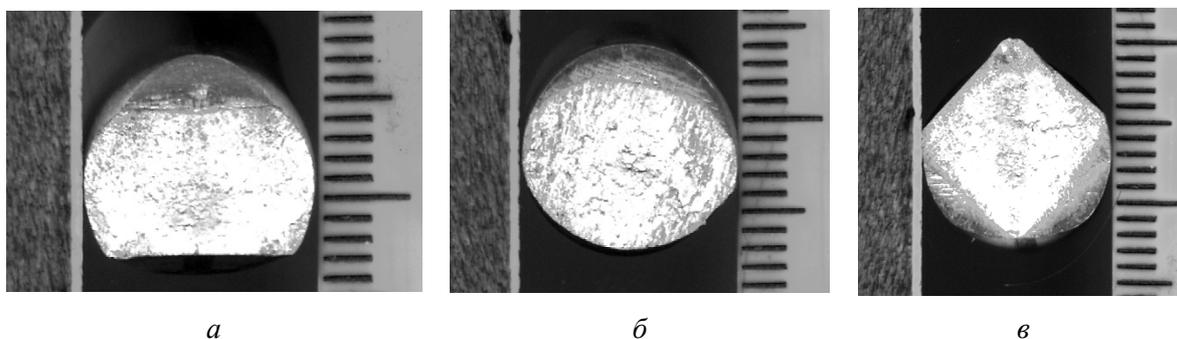
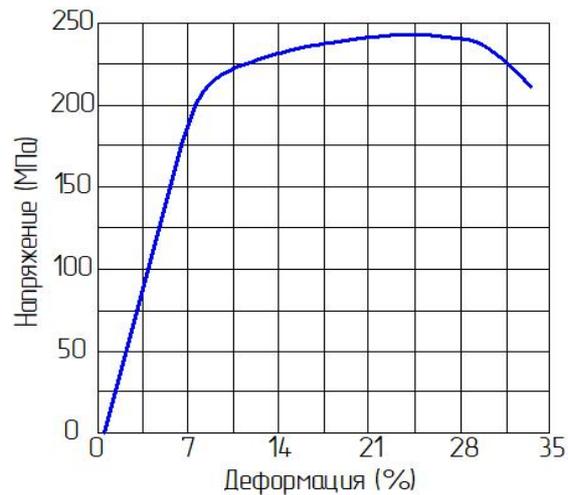


Рисунок 2 — Изображения среза цилиндрической заготовки после разделения параллельными (*а*), дуговыми (*б*) и угловыми (*в*) ножами



a



б

Рисунок 3 — Разрывная машина 600LX (*a*); экспериментальные зависимости напряжений растяжения от деформации стержня (*б*)

Испытания на разрыв позволили установить фактический предел прочности $\sigma_b = 243$ МПа, предел текучести $\sigma_{0,2} = 204$ МПа и относительное удлинение $\delta = 20\%$ образцов исследуемого алюминиевого сплава, необходимые для аналитического определения силы и работы резки в последующем.

Полученные распределения (рис. 1) позволяют производить сопоставление результатов обработки одной заготовки различными по форме ножами. Максимальные значения силы соответствуют разделению цилиндрической заготовки фасонными (угловыми) $P = 31$ кН и фасонными (дугowymi) $P = 30$ кН ножами.

Сравнение результатов резки круглых и квадратных заготовок из алюминиевого сплава в холодном состоянии, произведенные с различной скоростью разделения, позволяют определить влияние скорости деформации на сопротивление срезу и силу (работу) резки.

Проведенные экспериментальные исследования процесса поперечной резки металлопроката сортовыми ножницами позволили получить фактические распределения силы (работы) резки и будут использованы для уточнения и расширения представлений о процессе резке простых сортовых профилей фасонными ножами и анализа факторов, влияющих на их стойкость.

Список литературы

1. Изучение условий формирования очага деформации в зоне реза трубы клиновым ножом / С. П. Еронько, Е. В. Ошовская, О. А. Ковалева, М. Ю. Ткачев // Сборник научных трудов Донбасского государственного технического института. — Алчевск : ДонГТИ, 2020. — Вып. 20 (63). — С. 72–79.
2. Петров, П. А. Снижение искажений формы торцевой поверхности непрерывнолитой заготовки в процессе поперечной резки на сортовых ножницах // Вестник ДонНТУ. — 2020. — № 2 (20). — С. 3–10.
3. Ульяницкий, В. Н. Влияние формы сечения и расположения сортового металлопроката на энергосиловые параметры резки фасонными ножами / В. Н. Ульяницкий, П. А. Петров // Вестник ДонНТУ. Специальный выпуск «Металлургические процессы и оборудование». — 2016. — № 4 (4). — С. 45–49.