

УДК 621.96:621.774

Роганов Л. Л.
Карнаух Д. С.**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА РАЗДЕЛЕНИЯ ТРУБ
СПОСОБОМ ОТРЕЗКИ ЭКСЦЕНТРИЧНЫМ ЗАКРУЧИВАНИЕМ**

В условиях крупносерийного и массового производства наиболее высокопроизводительным процессом изготовления штучных заготовок из сортового проката является разрезка сдвигом [1], осуществляемая в штампах или на ножницах. Несмотря на большое количество применяемых методов и средств раскроя, очевидна диспропорция между уровнем основного металлообрабатывающего оборудования и оборудования заготовительного производства.

Существенный вклад в развитие теории и практики процессов безотходной отрезки металла внесли русские ученые: И. А. Тиме, Д. К. Чернов, З. Т. Мещерин, С. С. Соловцов и др., а также зарубежные исследователи: К. Кесслер, О. Келлер, Х. Гросс, Т. Накагава и др. [2–5].

На основе анализа существующих способов и схем, а также оборудования и оснастки для отрезки сортового проката сдвигом в работе [6] предложена рациональная схема отрезки – эксцентричным закручиванием. Разработаны конструкции оборудования для реализации этого способа разделения. Даны рекомендации по выбору конструктивных и технологических параметров оборудования и процесса разделения.

Однако установленные рациональные технологические параметры процесса отрезки эксцентричным закручиванием касаются разделения проката сплошного сечения. Вопросы разделения труб при реализации способа отрезки эксцентричным закручиванием вообще не рассматривались.

Кроме того, разработанные конструкции оборудования имеют ряд существенных недостатков, главным из которых является применение зубчатых передач, имеющих линейный контакт. Таким образом, работа оборудования становится ненадежной, особенно при действии динамических нагрузок, возникающих при резком падении технологической нагрузки в момент разделения заготовки.

Эти недостатки преодолены в новой конструкции установки (рис. 1) для разделения сортового проката (труб) [7].

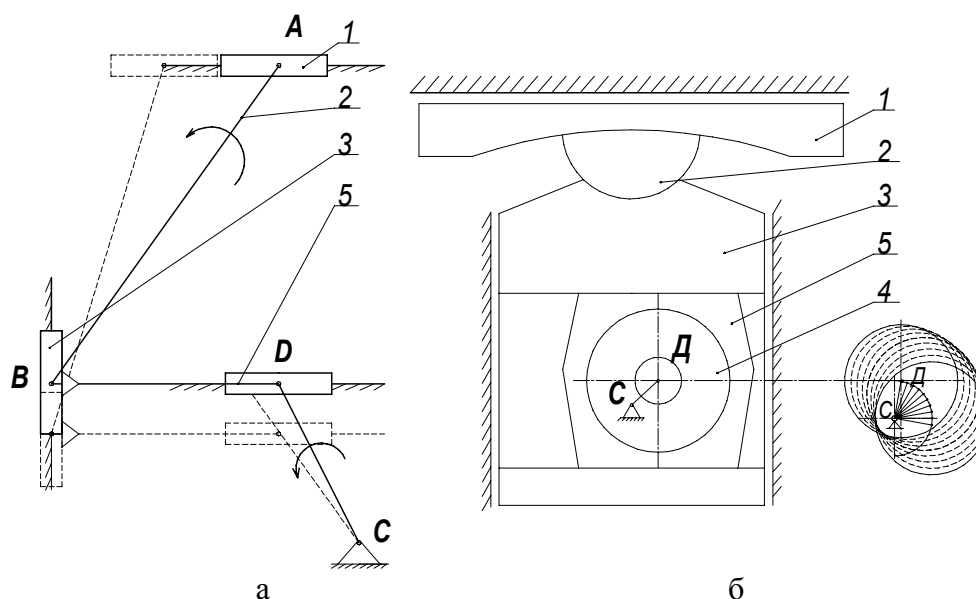


Рис. 1. Структурная (а) и конструктивная (б) схемы установки для разделения проката (труб)

Приводом установки служит клиношарнирный механизм, состоящий из клина 1 с вогнутым профилем, установленного с возможностью возвратно-поступательного движения, шарнира 2, который, с одной стороны, контактирует по криволинейной поверхности радиуса R с клином 1, а, с другой стороны – по криволинейной поверхности радиуса r с ползуном 3, который установлен с возможностью возвратно-поступательного движения. Шарнир 2 установлен с возможностью качательного движения в ползуне 3. В ползуне выполнено отверстие прямоугольной формы, в котором размещается камень 5 с возможностью возвратно-поступательного движения. В отверстии камня 5 и подшипниках скольжения в корпусе установлены ножи втулочные 4, выполненные цельными в виде двух эксцентричных цилиндров, оси вращения которых смещены относительно оси отверстия, выполненного в ножах для размещения проката на величину эксцентриситета e .

Развитые площади опор обеспечивают устойчивость установки к ударным и импульсным нагрузкам. Конструкция предложенной установки проста и надежна в работе. Образующийся до начала разрушения в плоскости реза естественный концентратор напряжений в виде пластического пояска обеспечивает стабилизацию траектории трещины разрушения.

Цель работы – экспериментальные исследования энергосиловых параметров процесса разделения и геометрической точности разделяемых трубчатых заготовок способом эксцентричного закручивания.

Для моделирования разделения труб способом эксцентричного закручивания использовалась специально разработанная экспериментальная установка [8]. Установка (рис. 2) состоит из одноступенчатого цилиндрического зубчатого редуктора, на выходном валу 6 которого закреплен подвижный нож-втулка 4, при этом неподвижный нож-втулка 2 закреплен в неподвижной обойме 3, которая, в свою очередь, закреплена на корпусе редуктора 5. В подвижном 4 и неподвижном 2 ножах-втулках выполнены отверстия для размещения трубчатой заготовки таким образом, что ось отверстия смещена относительно осей ножей-втулок 2, 4 на величину эксцентриситета e . В исходном положении ножи 2, 4 расположены соосно.

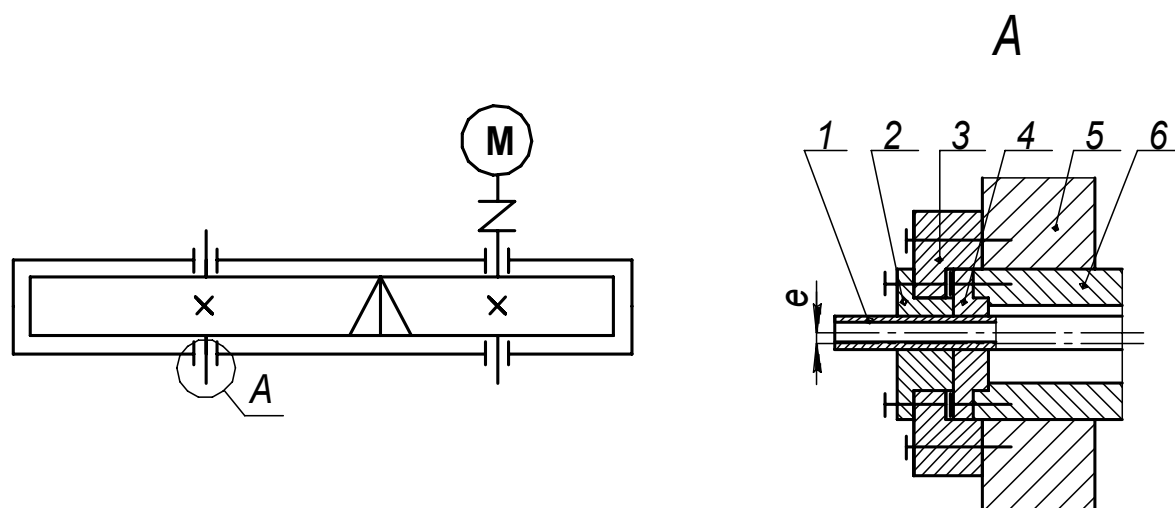


Рис. 2. Конструктивная схема экспериментальной установки

Установка работает следующим образом. В полость ножей-втулок 2, 4 подается трубчатая заготовка 1 до упора (не показан). При включении привода подвижный нож 4 совершает вращательное движение относительно своей оси. При этом на начальном этапе отрезки заготовки заклиниваются между ножами 2, 4. Затем происходит пластическое внедрение режущих кромок ножей в заготовку 1 и кручение отрезаемой части в плоскости разделения до разрушения. После совершения подвижным ножом 4 полного оборота на 360° оси режущих ножей 2, 4 вновь совпадают друг с другом и цикл работы повторяется.

Передаточное число редуктора $U = 4,3$.

В эксперименте использовались трубчатые образцы с размерами: наружный диаметр 16 мм и длиной 200 мм. Материал образцов: Сталь 20 (толщина стенки $\delta = 2,0$ мм) и латунь ЛАЖ601-1 (толщина стенки $\delta = 1,25$ мм).

В подвижном и неподвижном ножах совместно за один проход сверлили отверстие для размещения трубчатой заготовки, ось которого смещена относительно осей вращения ножей на величину $e = 3$ мм.

Фотографии общего вида экспериментальной установки и ножей показаны на рис. 3.

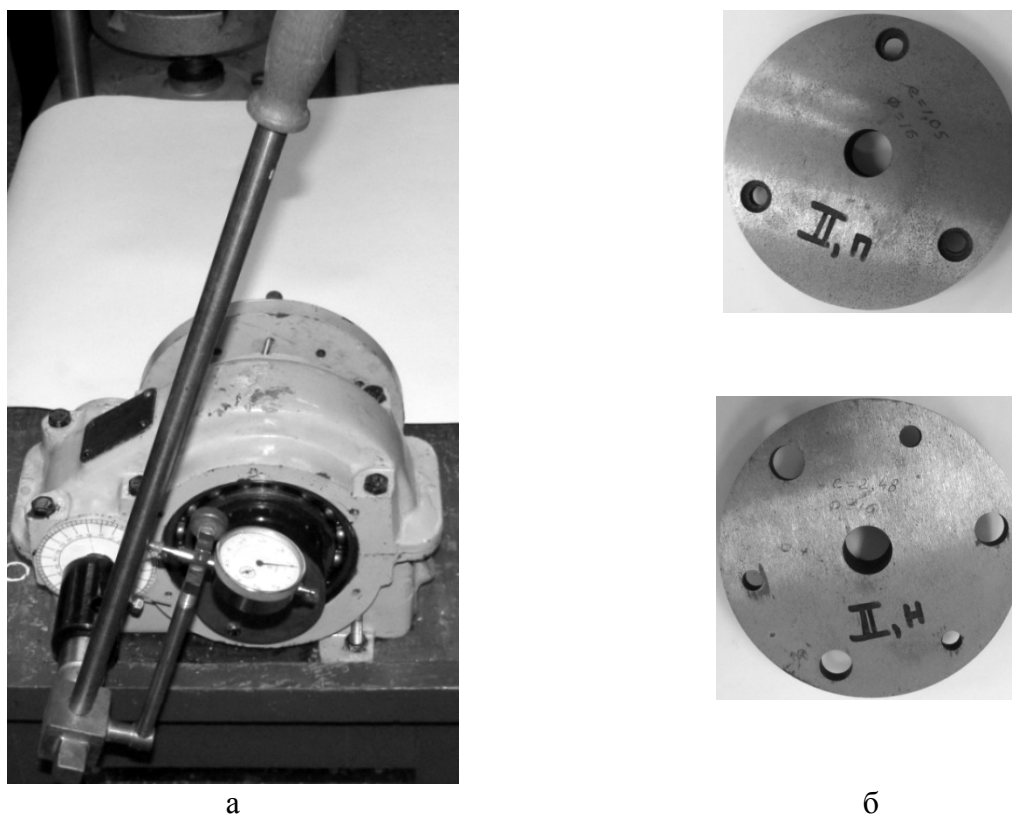


Рис. 3. Фотографии экспериментальной установки (а), подвижного и неподвижного ножей (б)

Силовые параметры процесса разделения измеряли с помощью одноручного динамометра с индикаторной головкой, который предварительно тарировался.

Измерение геометрических параметров, характеризующих геометрическую точность отрезанных заготовок, производили методом прямого измерения с использованием универсального измерительного инструмента по известной схеме измерения [2].

Количественная оценка экспериментальных данных выполнялась методами математической статистики в соответствии с требованиями ГОСТа 8.207-76 «Прямые измерения с многократными наблюдениями. Методы обработки результатов наблюдений» [9].

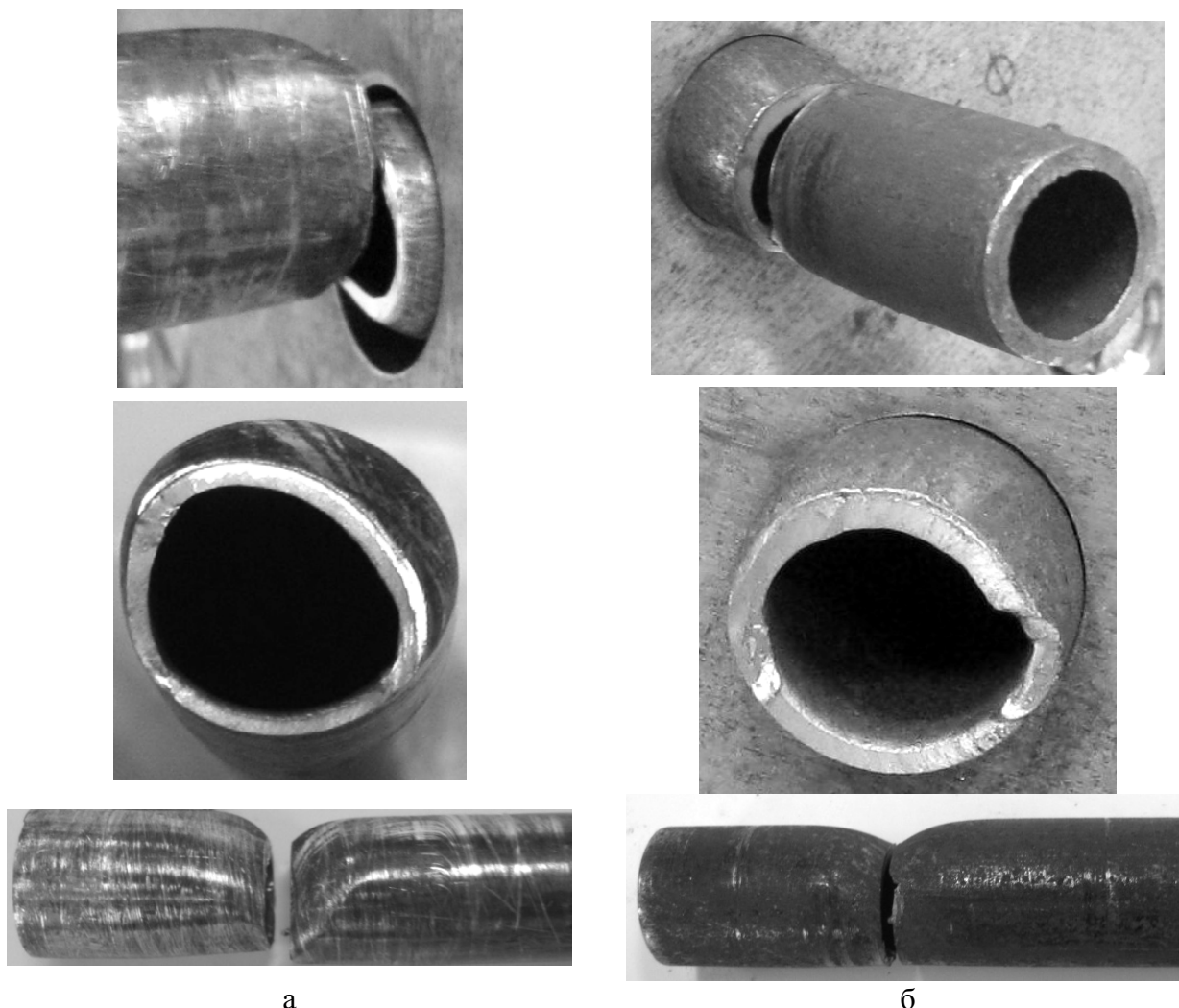
Результаты проведенных измерений относительных средних величин искажений геометрической формы заготовок, полученных отрезкой, представлены в табл. 1.

Таблица 1

Показатели геометрической точности заготовок

Материал	Величина искажений									
	φ		$u = U/d$		$s = S/d$		$m = M/d$		$b = B/d$	
	φ_n	φ_3	u_n	u_3	s_n	s_3	m_n	m_3	b_n	b_3
Латунь ЛАЖ60-1-1	4	3	0,05	0,04	0,25	0,13	0,05	0,04	0,2	0,18
Сталь 20	2	1	0,02	0,01	0,05	0,03	0,01	0,01	0,06	0,04

Фотографии отрезанных трубчатых заготовок представлены на рис. 4.



а

б

Рис. 4. Фотографии трубчатых образцов, отрезанных способом эксцентричного закручивания:

а – латунь ЛАЖ60-1-1; б – сталь 20

Результаты замеров силовых параметров процесса разделения представлены в виде графиков на рис. 5.

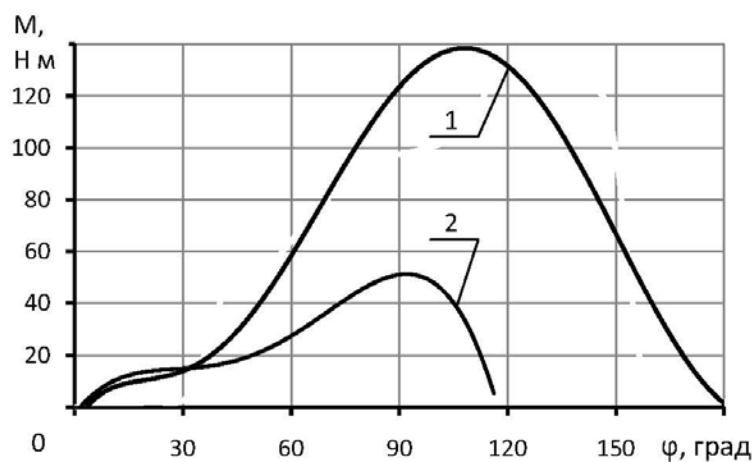


Рис. 5. Зависимость момента отрезки на подвижном ноже-втулке от угла поворота ножа

Полученные результаты экспериментальных исследований хорошо согласуются с теоретическими данными, которые рассчитаны с помощью математической модели [10].

Результаты расчетов показывают, что максимальные значения моментов для отрезки труб эксцентричным закручиванием соответственно равны: для стали 20 – $M = 135 \text{ Н}\cdot\text{м}$; для латуни ЛАЖ60-1-1 – $M = 58 \text{ Н}\cdot\text{м}$. Хотя теоретические результаты оказались несколько завышенными.

ВЫВОДЫ

1. Определены энергосиловые параметры процесса разделения труб эксцентричным закручиванием, которые хорошо согласуются с теоретическими данными, полученными с использованием известных моделей.

2. Отрезанные трубчатые заготовки имеют удовлетворительные показатели геометрической точности.

3. С увеличением толщины стенки трубчатой заготовки деформация в плоскости реза уменьшается, что согласуется с литературными данными [11].

4. Сложность процесса разрезки труб сдвигом требует дальнейшего его совершенствования, так как этот способ является наиболее экономичным и производительным.

ЛИТЕРАТУРА

1. Веселовский С. И. Разрезка материалов / С. И. Веселовский. – М. : Машиностроение, 1973. – 360 с.
2. Соловцов С. С. Безотходная разрезка сортового проката в штампах / С. С. Соловцов. – М. : Машиностроение, 1985. – 176 с.
3. Лисунец Н. Л. Проблемы дозирования заготовок под объемную штамповку / Н. Л. Лисунец // Кузнечно-штамповочное производство. – 2009. – № 9. – С. 43–47.
4. Радченко С. Ю. Штампы для разрезки сортового проката на заготовки, длина которых меньше диаметра / С. Ю. Радченко, А. В. Филина // Кузнечно-штамповочное производство. – 2000. – № 10. – С. 21–23.
5. Соловцов С. С. Производство точных заготовок отрезкой и вырубкой / С. С. Соловцов // Кузнечно-штамповочное производство. – 2005. – № 9. – С. 22–24.
6. А. с. 1465195 СССР, МКИ В 23 D 23/00. Устройство для резки проката / З. Д. Ломсадзе, А. А. Костава, Д. М. Сулухия [и др.] (СССР). – № 4279681/37-27 ; Заявлено 08.07.87.
7. Карнаух С. Г. Разработка новых способов разделения сортового проката и оборудования для их реализации с использованием методики синтеза комбинированных методов обработки / С. Г. Карнаух, Н. В. Чоста // Вісник Донбаської державної машинобудівної академії : зб. наук. пр. – Краматорськ : ДДМА, 2006. – № 1(3). – С. 105–111.
8. Карнаух С. Г. Разработка процесса безотходной отрезки сортового проката эксцентричным закручиванием / С. Г. Карнаух, В. Е. Шоленинов // Удосконалення процесів та обладнання обробки тиском у машинобудуванні та металургії : зб. наук. пр. – Краматорськ : ДДМА, 2001. – С. 244–246.
9. ГОСТ 8.207 – 76. Прямые измерения с многократными наблюдениями. Методы обработки результатов наблюдений. – Введ. 15.03.76. – М. : Изд-во стандартов, 1976. – 10 с.
10. Ломсадзе З. Дж. Определение энергосиловых параметров процесса резки круглого проката эксцентричным закручиванием / З. Дж. Ломсадзе, В. Н. Чейивили, Т. М. Сулухия // Труды ГТУ. – 1990. – № 9. – С. 15–18.
11. Федина Т. С. Разделение труб на заготовки / Т. С. Федина // Сборник аналитических материалов. – ЦНИИТИКПК. – 1989. – № 2. – 11 с.

Роганов Л. Л. – д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой МТО ДГМА;

Карнаух Д. С. – студент ДГМА.

ДГМА – Донбасская государственная машиностроительная академия, г. Краматорск.

E-mail: omd@dgma.donetsk.ua