

УДК 621.77

Матвийчук В. А.

## ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ОСЕСИММЕТРИЧНЫХ ЗАГОТОВОК ХОЛОДНОЙ ТОРЦОВОЙ РАСКАТКОЙ

Холодная торцовая раскатка (ХТР) – высокоэффективный технологический процесс, обеспечивающий максимальное приближение формы и размеров заготовки к готовой детали [1].

Процесс ХТР может быть реализованный с применением цилиндрического или конического раскатного вала. Использование цилиндрического вала позволяет обрабатывать торцовые и наружные поверхности заготовок, осуществляя операции высадки, осадки, редуцирования и их сочетание. Для осуществления процесса разработано и создано оборудование на базе профиленкатных станков ГД-8 и UPW-25x100, а также в виде раскатных приставок к гидравлическим прессам [2].

Использование конического вала расширяет технологические возможности торцовой раскатки и позволяет осуществлять деформирование по схемам высадки, осадки, прошивки, прямого и обратного выдавливания, раздачи и отбортовки трубных заготовок, переформовки плоских заготовок и др. Осуществить раскатку по указанным схемам можно на модернизированном резбонакатном станке МРК-30, приставкам к универсальным гидравлическим прессам, специальных станках-полуавтоматах [3].

Обоснованный выбор технологических схем раскатки для эффективного производства необходимых изделий предполагает использование определённого оборудования. Однако в отечественной литературе практически отсутствует информация о существующем оборудовании ХТР. Кроме того, развитие технологии ХТР обусловило необходимость разработки новых типов раскатных приставок и гибких производственных модулей (ГПМ).

Целью данной работы является анализ существующего оборудования ХТР, обоснование его выбора, а также путей разработки нового оборудования с целью расширения технологических возможностей и повышения эффективности процессов торцовой раскатки.

Для реализации процессов ХТР возможно использование следующих видов оборудования:

- а) модернизированные резбонакатные станки;
- б) раскатные станки на базе гидравлических прессов;
- в) раскатные приставки к мощным токарным станкам;
- г) специализированные прецизионные станки-полуавтоматы;
- д) гибкие производственные модули.

В общем случае раскатное устройство должно обеспечивать формообразование исходных заготовок с требуемой точностью и необходимой производительностью и состоять из следующих элементов (рис. 1):

– главного суппорта с гидравлическим двухскоростным приводом, обеспечивающего поступательное перемещение раскатного вала со скоростью порядка 5 мм/с для рабочего хода и 100 мм/с для холостого хода;

– шпиндельного узла с гидравлическим (механическим) приводом вращения и обеспечением по возможности регулирования скоростей в диапазоне 30–120 об/мин.;

– раскатной головки, обеспечивающей свободное вращение вала при контакте с вращающейся заготовкой в процессе формообразования, предусматривающей возможность изменения угла наклона конического раскатного вала в диапазоне 5–20° и положения оси конического вала по отношению к оси заготовки с эксцентриситетом;

– поперечного суппорта с калибрующим свободновращающимся роликом, обеспечивающего раскатку боковой поверхности заготовки;

– тормозного устройства, обеспечивающего остановку вращения шпиндельного узла после завершения операции раскатки в течение не более 5 с при скорости вращения шпинделя до 120 об/мин;

– выталкивателя с гидравлическим приводом, обеспечивающего выпрессовку образованных изделий из раскатного штампа.

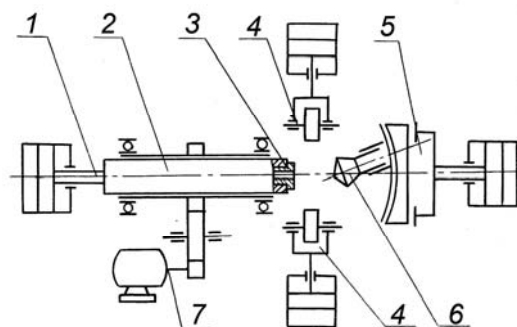


Рис. 1. Кинематическая схема станка торцовой раскатки:

1 – выталкиватель; 2 – шпиндельный узел; 3 – заготовка; 4 – суппорт поперечный; 5 – суппорт главный; 6 – головка раскатная; 7 – привод вращения шпиндельного узла

Рассмотрим оборудование ХТР в соответствии с приведенной выше их классификацией по видам.

Модернизированные резьбонакатные станки.

На базе резьбонакатных станков ГД-8 и UPW-25x100 создано три типа станков ХТР: МРБ-35; UPW-25М; МРК-30. Модернизация резьбонакатных станков заключается в замене неподвижной головки резьбонакатного станка на торцовую головку, содержащую вращающийся шпиндель, на планшайбе которого устанавливается матрица. Общий вид модернизированного резьбонакатного станка МРК-30 представлен на рис. 2.

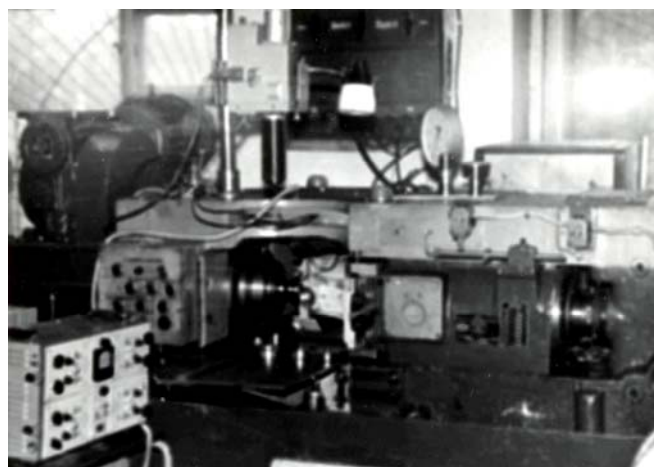


Рис. 2. Общий вид станка МРК-30 с коническим раскатным валком, полученного на базе модернизации резьбонакатного станка

В раскатных станках МРБ-35 и UPW-25М используется привод вращения шпинделя подвижной головки. Шпиндель торцовой головки вращается за счёт сил трения на контакте заготовки с валком. Раскатным инструментом является цилиндрический валок, устанавливаемый на шпиндель подвижной головки. Технические характеристики станков приведены в табл. 1.

Станок МРК-30 оснащён узлом для установки конического валка. Узел крепится к опорным поверхностям подвижной головки и состоит из корпуса и установленного в нём свободно вращающегося шпинделя. Угол наклона оси вращения шпинделя, в котором крепится раскатной конический валок, по отношению к оси заготовки составляет  $10^\circ$ . Технические характеристики станка представлены в табл. 1.

Основными преимуществами перечисленного оборудования является то, что оно может быть создано непосредственно металлообрабатывающими предприятиями путём относительно несложной модернизации резьбонакатного оборудования. Вид типового узла раскатной головки показан на рис. 3, а. Данное оборудование является достаточно жёстким, что позволяет его использовать для получения качественных заготовок даже в случае возникновения значительных боковых усилий, обусловленных увеличенным углом наклона оси валка либо его эксцентриситетом, а также технологическими схемами формоизменения. Оборудование имеет достаточно высокую производительность, является относительно малогабаритным и может эффективно использоваться в условиях мелкосерийного и серийного производства.

Таблица 1

Технические характеристики оборудования ХТР, созданного на базе резьбонакатных станков

Параметры	Размерность	Модель		
		UPW-25M	МРБ-35	МРК-30
Усилие раскатки	кН	250	350	350
Скорость вращения шпинделя	об/мин	50...100	40...90	60
Угол наклона оси валка к оси детали	град	90	90	10
Производительность	шт/ч	30...100	30...100	30...100
Габаритные размеры станка:				
длина	мм	2300	2300	2300
ширина	мм	1240	1360	1300
высота	мм	1240	1400	1400
Масса	кг	3600	4200	4200
Мощность привода вращения	кВт	5,0	7,5	7,5

Раскатные станки, созданные на базе гидравлических прессов.

В условиях мелкосерийного производства раскатные станки можно создавать на базе гидравлических прессов. Модернизация прессы заключается в том, что к верхней плите прессы крепят раскатную головку с валком. В отверстии нижней плиты прессы размещается смонтированный в отдельном корпусе шпиндель привода вращения матрицы.

Раскатные головки выполняются в двух исполнениях:

- с цилиндрическим валком;
- с коническим валком.

Исполнение головки обуславливается конфигурацией детали и реализуемой схемой раскатки. Раскатной валок, как правило, не является приводным и вращается за счет контакта с заготовкой. Штамп с матрицей и заготовкой закрепляется на планшайбе в шпинделе торцовой головки. Привод вращения осуществляется от электродвигателя через редуктор. Угол между осью шпинделя вращения матрицы и осью раскатного валка составляет:

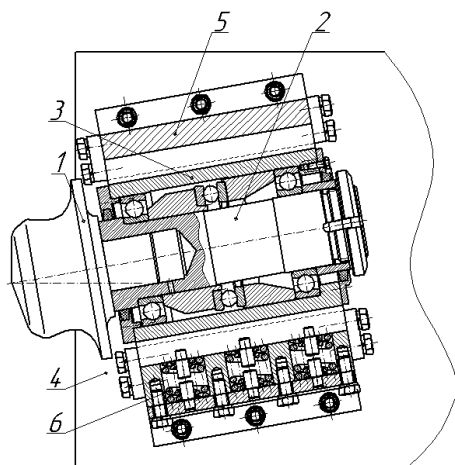
- для конического валка – 10 °;
- для цилиндрического валка – 90 °.

Данные станки способны обеспечивать большие усилия раскатки и обрабатывать заготовки значительных размеров. В частности, станок ДБ-2436 усилием 800 кН позволяет раскатывать габаритные детали диаметром до 250-300 мм. К недостаткам приставок к гидравлическим прессам следует отнести более низкую производительность из-за отсутствия ускоренного подвода и отвода валка, а также необходимость использования прессов с относительно большими размерами рабочей зоны, позволяющими поместить раскатную приставку.

Раскатные приставки к мощным токарным станкам.

Для реализации ротационной отбортовки крупногабаритных изделий из листовых заготовок разработано устройство к лобовому токарному станку ЛТ2 [4]. Устройство рассчитано на усилие деформирования до 10 кН, оснащено подпружиненным коническим валком, который может устанавливаться под разными углами к оси шпинделя станка (рис. 3).

Устройство предназначено для формирования ротационной отбортовкой крупногабаритных листовых изделий диаметром до 2000 мм. К недостаткам таких приставок следует отнести невысокие усилия раскатки, обусловленные мощностью и жёсткостью токарных станков. Поэтому их применение ограничено преимущественно операциями отбортовки заготовок из листа или тонкостенных трубчатых заготовок (используемых, например, при изготовлении сагинблоков автомобилей).



а



б

Рис. 3. Конструкция раскатной головки (а) и общий вид раскатной приставки к лобовому токарному станку (б):

1 – валок; 2 – ось; 3 – втулка; 4 – суппорт станка; 5 – держатель; 6 – пружина

Специальные прецизионные станки полуавтоматы.

Азовский завод кузнечно-прессовых автоматов освоил выпуск полуавтоматов КО9013, СО424, САО428 усилием, соответственно, 125, 250 и 630 кН. Технические характеристики раскатных станков-полуавтоматов представлены в табл. 2.

Таблица 2

Технические характеристики полуавтоматов ХТР

Параметры	Размерность	Модель		
		КО9013	СО424	САО424
Усилие раскатки	кН	125	250	630
Скорость вращения матрицы	об/мин	125	200	200
Мощность привода вращения	кВт	6	18,5	30
Производительность	шт/ч	240	150	100
Диаметр исходной заготовки	мм	60	125	250
Ширина бурта готовой детали	мм	15	25	40
Высота бурта готовой детали	мм	10	15	25
Габаритные размеры станка:				
длина	мм	2000	3500	4600
ширина	мм	2000	1240	2000
высота	мм	1200	1240	1500
Масса станка	кг	3000	3600	15000

Оборудование оснащается раскатным узлом с коническим валком и поперечным суппортом, который состоит из гидроцилиндра и ползушки с цилиндрическим роликом, предназначенным для формирования цилиндрической формы высаживаемого бурта. Рабочее положение ролика определяется жёстким, шлифуемым при наладке упором.

Привод вращения шпинделя торцовой головки осуществляется от электромотора через коробку скоростей. Регулирование скорости бесступенчатое или ступенчатое, с числом скоростей не менее трёх. Привод механизмов совершающих поступательное движение – гидравлический двухскоростной. Смазка зоны контакта вала с заготовкой осуществляется поливом маслом «Индустриальное-20».

Оборудование имеет следующие циклы работы: ручной, наладочный, полуавтоматический. Управление кнопочное, с общего пульта.

Последовательность цикла работы оборудования:

- быстрый подвод раскатного вала (и поперечного ролика);
- рабочий ход раскатного вала (поперечный ролик выставлен на жёсткий упор);
- калибровка путём выхода раскатного вала на жёсткий упор;
- быстрый отвод раскатного вала (и поперечного ролика);
- выпрессовка раскатанной детали;
- загрузка заготовки на позицию раскатки.

Автоматизированные технологические комплексы ХТР предназначены для использования в крупносерийном и массовом производстве. Их основными недостатками при использовании в многономенклатурном производстве являются:

- невозможность использования средств автоматизации для раскатки широкой номенклатуры деталей, поскольку они проектировались под определённый типоразмер изделий и не приспособлены для быстрой переналадки;
- существенная трудоёмкость при смене штамповой оснастки и проведении регулировочных работ при обслуживании оборудования;
- значительные габариты оборудования в плане, что определяется горизонтальным расположением оси раскатываемой детали;
- недостаточная жёсткость оборудования, обусловленная конструкцией направляющих.

Гибкий производственный модуль.

Обеспечение требуемого уровня автоматизации при достаточной технологической гибкости, позволяющее наиболее эффективно использовать ХТР в условиях мелкосерийного производства, достигается путём разработки ГПМ ХТР. При создании такого оборудования необходимо соблюдение следующих требований:

- минимальное время на инструментальную подналадку оборудования и наладку его при переходе на другой типоразмер изделия;
- оснащение оборудования автоматическими магазинными накопителями и механизмами автоматической смены штампов;
- создание агрегатированных конструкций узлов привода формообразующего инструмента для обеспечения регулирования режимов работы.

Разработан ГПМ ХТР, предназначенный для изготовления в автоматизированном режиме осесимметричных заготовок диаметром от 30 до 120 мм и обеспечивающий выполнение в автоматизированном режиме следующих функций:

- накопление исходных заготовок и поштучную выдачу в зону действия устройства загрузки-выгрузки;
- подачу исходных заготовок и удаление раскатанных изделий из зоны обработки;
- формообразование заготовок раскаткой;
- подачу смазочно-охлаждающей жидкости в зону обработки;
- регулировку положений раскатного вала по высоте и диаметру раскатываемой заготовки;
- регулировку положения калибрующего ролика относительно наружного диаметра заготовки.

В состав ГПМ входят:

- раскатное устройство;
- устройство автоматической поштучной загрузки заготовок и выгрузки раскатанных изделий;
- накопитель исходных заготовок;

- накопитель штамповой оснастки;
- накопитель формообразованных изделий;
- микропроцессорная система управления ГПМ, обеспечивающая синхронизацию работы раскатного станка с устройствами автоматизации.

Техническая характеристика станка ХТР в составе ГПМ приведена в табл. 3.

Таблица 3

Технические характеристики станка ХТР в составе ГПМ

Параметры	Размерность	Величина
Усилие раскатки	кН	125
Скорость вращения шпинделя	об/мин	20–100
Наибольшее усилие выталкивателя	кН	80
Рабочий ход раскатной головки	мм	260
Наибольшее усилие на поперечном суппорте	кН	80
Величина хода устройства выпрессовки	мм	60
Регулировочное перемещение калибрующего ролика	мм	50
Регулировочное перемещение раскатной головки	мм	50
Регулировочное перемещение оси раскатного вала	мм	50
Производительность	шт/ч	60–120
Параметры обрабатываемых заготовок:		
наружный диаметр	мм	30–120
высота	мм	20–80
масса	кг	0,2–1,5

К основным преимуществам ГПМ ХТР относится возможность его эффективного использования в условиях многономенклатурного производства при обработке небольших партий деталей. Кроме того, на основе ГПМ ХТР возможно создание интегрированных производств по изготовлению осесимметричных деталей от исходной заготовки до готовой продукции.

### ВЫВОДЫ

Проведенные исследования позволяют сделать вывод, что процессы ХТР являются высокоэффективными и поэтому требуется их широкое внедрение в отечественную металлообработку. Основным препятствием на пути такого внедрения является недостаточность необходимого оборудования, а также отсутствие надлежащей подготовки соответствующих специалистов-технологов и конструкторов. На кафедре ОМД ДГМА проводится подготовка специалистов, владеющих основами разработки процессов локального ротационного деформирования. Недостаточность оборудования может быть компенсирована для мелкосерийного и серийного производства путём модернизации резьбонакатного оборудования и разработки раскатных приставок к гидравлическим прессам.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Матвийчук В. А. Совершенствование процессов локальной ротационной обработки давлением на основе анализа деформируемости металлов : монография / В. А. Матвийчук, И. С. Алиев. – Краматорск : ДГМА, 2009. – 268 с.
2. Богоявленский К. Н. Оборудование и технология раскатки прецезионных заготовок / К. Н. Богоявленский, М. Т. Селин, В. В. Лапин. – М. : НИИМаш, 1981. – 82 с.
3. Изработване на детайли чрез студено локализирано пластично ротационно деформиране / Д. Чалев, К. Богоявленский, Н. Елкин, В. Матвийчук // Машиностроене : София, 1984. – № 11. – С. 496–499.
4. Пат. 70888А Україна, МКВ В21D22/16. Пристрій для давильних робіт / Матвійчук В. А., Михалевич В. М., Краєвський В. О. ; заявник і патентоодержувач Вінницький національний технічний університет. – № 20031213282 ; заявл. 31.12.03 ; опубл. 15.10.04, Бюл. № 10. – 1 с. : іл.

Матвийчук В. А. – д-р техн. наук, доц. ДГМА.

ДГМА – Донбасская государственная машиностроительная академия, г. Краматорск.

E-mail: matvvik@mail.ru