

УДК 621.777

Розов Ю. Г.

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОСНАСТКИ И ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СТВОЛЬНЫХ ЗАГОТОВОК МЕТОДОМ ГИДРОЭКСТРУЗИИ НА ГЛАДКОЙ ПОДВИЖНОЙ ОПРАВКЕ

Изготовление канала ствола является самой трудоемкой и ответственной операцией в технологии производства стрелкового оружия, определяющей его баллистические и служебные характеристики.

Конструктивно канал ствола оружия является глубоким отверстием, под которым понимают такие отверстия, у которых отношение длины канала  $L$  больше его диаметра  $d$  в десять и более раз ( $L/d > 10 \dots 15$ ).

Канал в заготовке изготавливается чаще всего по схеме [1]:

- предварительное сплошное сверление;
- получистовое развертывание;
- чистовое развертывание или хонингование;
- иногда электрохимическая обработка или протягивание.

Однако, получение канала ствола методом предварительного сплошного сверления требует специального оборудования, которое в Украине практически отсутствует.

Поэтому возможность получения заготовок для ствола с необходимой точностью и шероховатостью внутренней поверхности из более коротких заготовок методами пластической деформации является достаточно актуальной. Достичь этого возможно, например, путем выдавливания трубчатой заготовки на гладкой оправке.

Однако, из-за низкой пластичности ствольных сталей (марок 30ХН2ФМА или 50РА), традиционное холодное выдавливание не обеспечит необходимой степени деформации без разрушений. Для повышения пластичности сталей при холодном формообразовании изделий используют схемы выдавливания в условиях напряженно-деформированного состояния всестороннего неравномерного сжатия при деформации в среде высокого гидростатического давления или гидропрессование (гидроэкструзию) [2–4].

Целью работы является проектирование оснастки и технологии изготовления ствольных заготовок методом гидроэкструзии на гладкой подвижной оправке с помощью анализа гидропрессования трубчатых заготовок из стали 30ХН2МФА методом конечных элементов (МКЭ) с использованием программного комплекса Deform<sup>tm</sup> [5].

По результатам компьютерного моделирования было определено напряженно-деформированное состояние изготавливаемых деталей, необходимое гидростатическое давление, которое обеспечит деформирование в холодном состоянии для стали 30ХН2МФА без разрушений, конечную геометрию изделия, распределение удельных усилий на поверхности заготовки в месте контакта с инструментом, а также силовые параметры процесса. Также расчетным путем было определено оптимальную геометрию инструмента (угол матрицы, высоту калибрующего пояса и радиус перехода между ними).

Исходя из полученных данных компьютерного моделирования, был разработан технологический процесс получения ствольной заготовки и спроектирована оснастка для ее изготовления путем гидроэкструзии в условиях высоких гидростатических давлений.

Конструкция штампа для гидроэкструзии с подвижной оправкой приведена на рис. 1. Матрица с бандажированным контейнером 1 установлена на направляющем конусе 3, зафиксированном в проточке нижней плиты 5 вместе с подкладным кольцом 4. Сам контейнер 1 крепится прижимным кольцом 2 с помощью болтов 15 с шайбами 16. В рабочей камере контейнера 1 вместе с заготовкой устанавливается пуансон с оправкой 14.

В верхней плите 6 установлена подкладная плита 8 с пятой 9, на которую опирается пуансон-шток 10, фиксируемый гайкой 13, вкрученной в корпус 7, который, в свою очередь, крепится болтами 17 с шайбами 18 к верхней плите 6. Для крепления нижней плиты 5 на прессе используются болтовые соединения (болт 19, гайка 20, шайба 21).

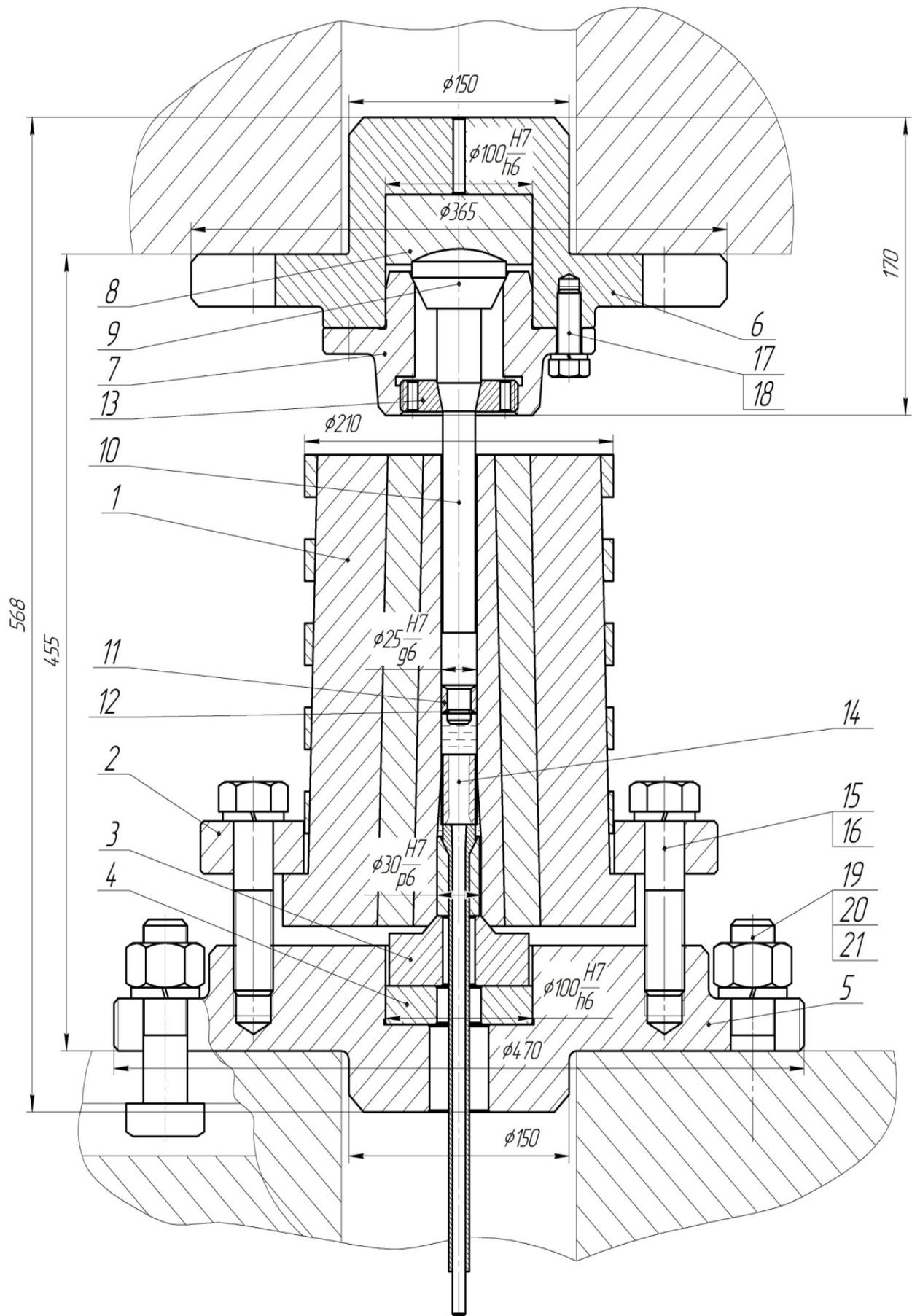


Рис. 1. Конструкция штампа для гидроэкструзии с подвижной оправкой

Штамп работает следующим образом. В бандажированный контейнер 1 устанавливается заготовка с предварительными фасками под конус матрицы, вместе с оправкой. Сменным пуансоном 10 предварительно надавливают на пуансон с оправкой 14, чтобы предотвратить последующую течь рабочей жидкости. После этого, в камеру контейнера заливается рабочая жидкость необходимого объёма. Далее устанавливают пуансон 10 с уплотнителем 11, который зафиксирован кольцом 12.

Во время рабочего хода происходит сжатие рабочей жидкости до необходимого давления, которое приводит в движение пуансон с оправкой 14. При этом давление действует на свободную поверхность заготовки, которое создает в заготовке дополнительное напряжённое состояние. Заготовка проходит через матрицу вместе с оправкой, что позволяет получить точный размер внутренней поверхности отверстия на выходе из матрицы.

Была разработана и изготовлена соответствующая штамповая оснастка (рис. 2), которая устанавливается на гидравлический пресс ДБ2432 усилием 1600 кН. Сравнивая экспериментальные данные с результатами, полученными расчетным путем, следует отметить, что разница составила менее 10 %, что подтверждает адекватность полученных расчетов.

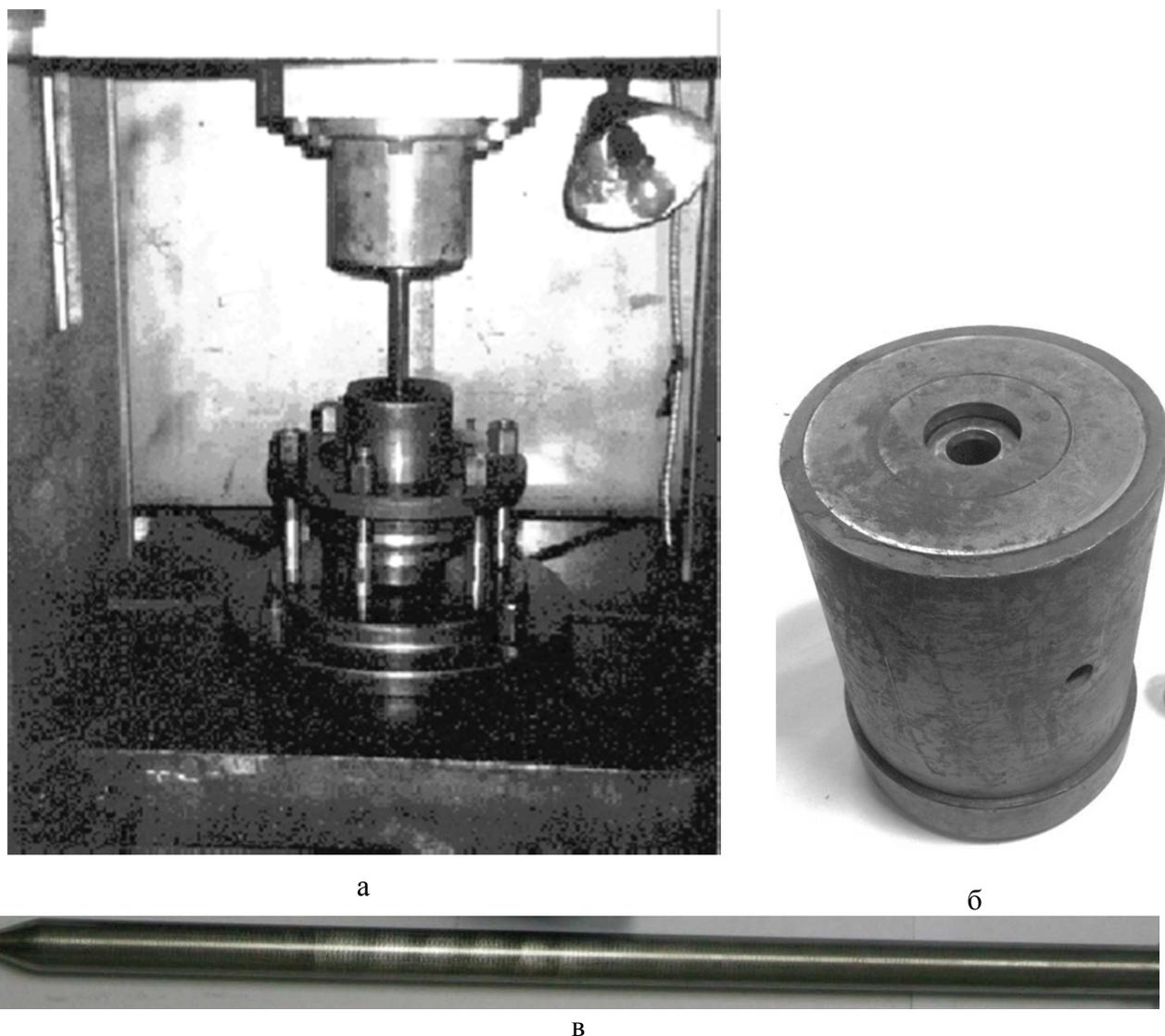


Рис. 2. Производственный штамп (а) на прессе ДБ2432 и его составляющие детали: б – бандажированный контейнер; в – оправка

На рис. 3 показаны ствольные заготовки, полученные методом гидроэкструзии на гладкой подвижной оправке через коническую матрицу.

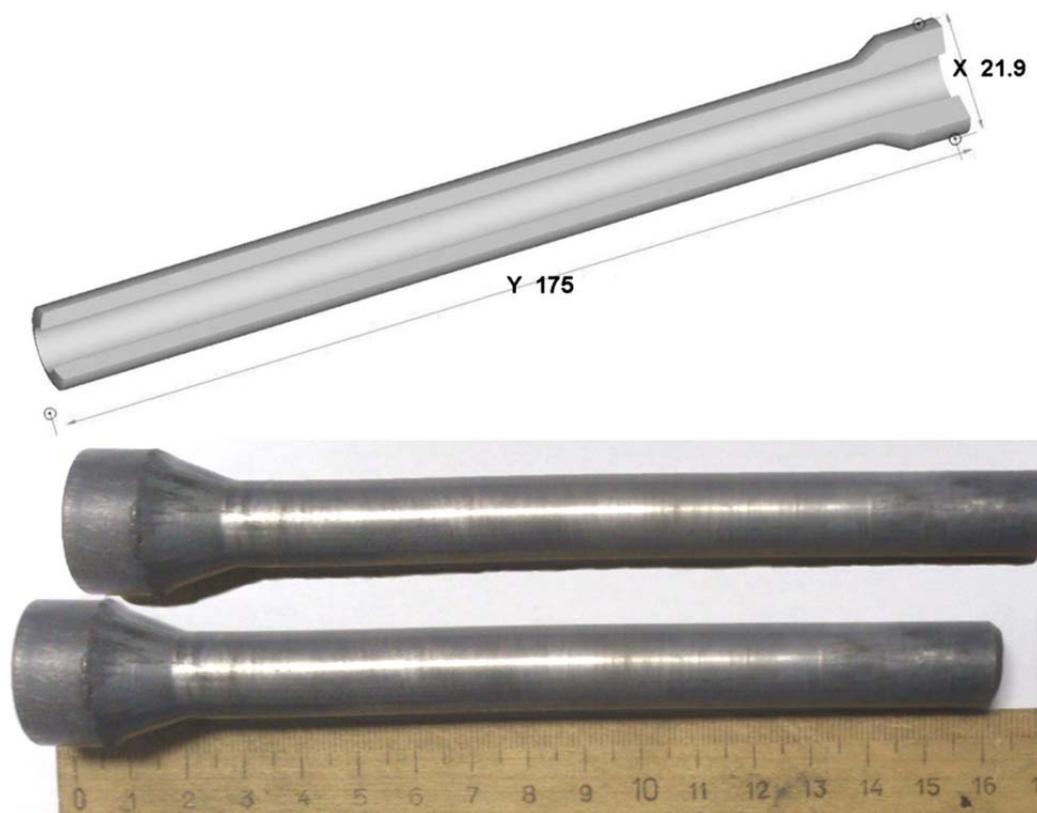


Рис. 3. Ствольные заготовки, полученные путем гидроэкструзии на гладкой оправке

### ВЫВОДЫ

Используя полученные результаты компьютерного моделирования, было спроектировано и изготовлено штамповое оборудование для реализации процесса гидроэкструзии ствольной заготовки на гладкой подвижной оправке.

Разработанная технология получения ствольных заготовок из стали 30ХН2ФМА позволяет снизить себестоимость изготовления изделий и повысить продуктивность производства стволов стрелкового оружия. Это достигается путем исключения из технологического процесса методов получения заготовок глубоким сверлением на специальном оборудовании.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Туктанов А. Г. *Технология производства стрелково-пушечного и артиллерийского оружия* / А. Г. Туктанов. – М. : Машиностроение, 2007. – 375 с.
2. *Некоторые вопросы больших пластических деформаций металлов при высоких давлениях* / Б. И. Береснев, Л. Ф. Верецагин, Ю. Н. Рябинин и др. – М. : Изд-во АН УССР, 1960. – 80 с.
3. Пью Х. Л. *Механические свойства материалов под высоким давлением. Т. 1* / под ред. Х. Л. Пью. – М. : Изд-во «Мир», 1973. – 296 с.
4. *Деформации металлов жидкостью высокого давления* / Уральский В. И., Плахотин В. С., Шефтель Н. И. и др. – М. : Металлургия, 1976. – 423 с.
5. *Deform<sup>tm</sup> 3D. Version 6.1 User's Manual Scientific Forming Technologies Corporation, 2008j.* – 420 s.

Розов Ю. Г. – канд. техн. наук, доц. ХНТУ.

ХНТУ – Херсонский национальный технический университет, г. Херсон.

E-mail: rozovu@mail.ru

*Статья поступила в редакцию 26.02.2013 г.*