

УДК 621.7.043/.044

Е. А. Куимов, В. Д. Перевощиков

ОСОБЕННОСТИ ШТАМПОВКИ ВЫСОКОПРОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ХОЛОДНОМ СОСТОЯНИИ НА СФЕРОДВИЖНОМ ПРЕССОВАТЕЛЕ

Технология изготовления деталей традиционно состоит из двух основных этапов – это получение заготовки и последующая ее механическая обработка. В зависимости от серийности производства, габаритов и материала детали, а также ряда других факторов, назначается способ получения заготовки. Кроме технических параметров процесса изготовления детали решающим являются экономические показатели, в частности минимизация стоимости производства без снижения технических параметров готовой детали. Одним из вариантов производства заготовки в серийном производстве является обработка металлов давлением в холодном состоянии, при которой заготовка в результате имеет форму и размеры максимально приближенные к готовой детали, что снижает затраты на дальнейшую механическую обработку. Однако такой способ требует использования оборудования большой мощности. Предлагается вместо полнообъемной штамповки применить локальное нагружение заготовки инструментом и постепенно перемещать очаг деформации по периметру заготовки по заданной траектории. На этом принципе основана сферодвижная штамповка качающимся пуансоном, которым можно выполнять операции осаживания, прямого и обратного прессования, прессования колец или сочетания нескольких операций.

Ключевые слова: себестоимость, деформация, штамповка, нагружение, сферодвижная, шероховатость, заготовка, точность, оснастка, осаживание, пересаживание, прессование, выталкиватель, матрица, пуансон, давление, прессователь.

Прогрессивность того или иного технологического процесса определяется его трудоемкостью и энергетическими затратами, а в конечном итоге себестоимостью изготовления продукции.

Изготовление любой детали начинается с получения заготовки – 1-й этап и 2-й этап последующая ее механическая обработка. Соотношение трудозатрат

на каждом из этапов зависит от серийности производства, его особенностей, материала детали и других факторов. Оптимальным вариантом было бы получать готовую деталь на первом этапе [1]. Однако, такое может быть только для простых по форме деталей, получаемых в массовом производстве. Современное же производство на 70% в основном серийное: мелкосерийное и среднесерийное, реже крупносерийное для которых характерны традиционные способы получения заготовок пластическим деформированием в горячем состоянии или литьем. Наиболее прогрессивными способами получения заготовок пластической деформацией в горячем состоянии являются: безоблойная штамповка, штамповка на горизонтально ковочных машинах, горячее выдавливание, вальцовка заготовок и поперечно клиновья прокатка [2]. Последние способы обеспечивают максимальное приближение заготовки к форме готовой детали, при этом, коэффициент использования металла «КИМ» достигает до 0,55, а значит больше половины веса заготовки уходит в стружку при последующей механической обработке.

Наибольшее приближение заготовок к форме готовой детали мы получаем при холодном пластическом деформировании. КИМ достигает до значений равных 0,97 [3]. При этом одновременно повышаются прочностные характеристики материала, сопротивляемость детали циклическим знакопеременным нагрузкам и другие положительные факторы. Однако для объемной холодной штамповки требуются пресса большой мощности. На практике метод в основном применяется для прессования цветных металлов и их сплавов. Предельное значение прочности штампуемого материала находится в пределах $\sigma_{\text{в}} = 600 \dots 700 \text{ н/мм}^2$, что соответствует марке стали 35.

Решение проблемы заключается в уменьшении очага деформации, то есть в локальном нагружении заготовки инструментом и перемещении очага деформации по периметру детали по заданной траектории. На этом принципе основана сферодвижная штамповка качающимся пуансоном, которым можно выполнять операции осаживания, прямого и обратного прессования, прессования ко-

лец и сочетания нескольких операций. Схема штамповки обкаткой на сферодвижном прессователе изображена на рисунке 1.

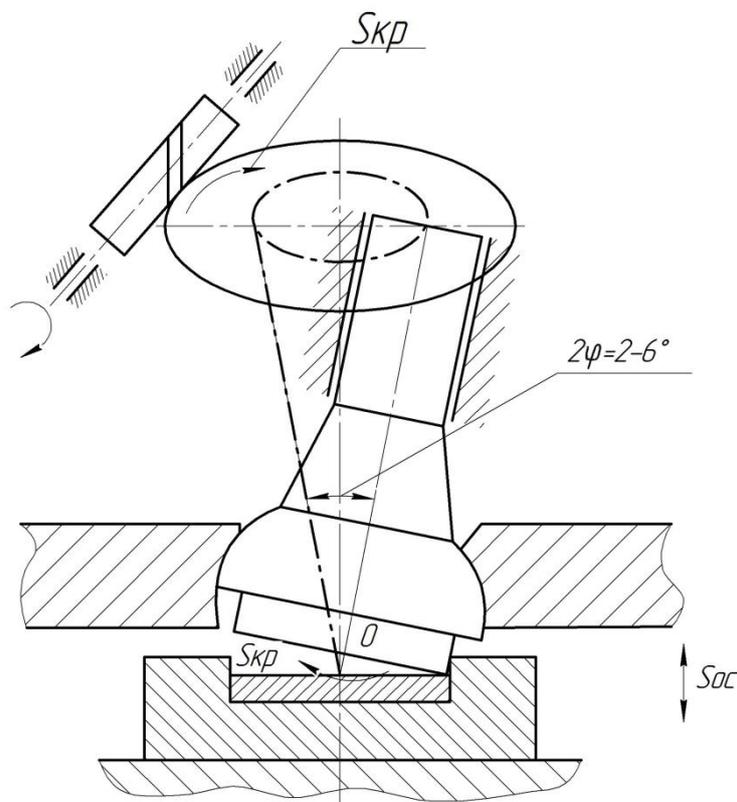


Рис. 1. Схема штамповки на сферодвижном прессователе

Процесс локального нагружения позволяет создавать удельные давления в зоне контакта инструмента до $1800...2500 \text{ Н/мм}^2$, а следовательно пластически деформировать в холодном состоянии высокопрочные материалы. При этом требуемое техническое усилие снижается в 15 раз, а вес прессов меньше в 10 раз по сравнению с объемной штамповкой на кривошипных или гидравлических прессах. Технологические возможности процесса сферодвижного прессования: точность до 12 качества, шероховатость поверхности до 5 класса ($Rz 20$).

В качестве примера рассмотрим особенности процесса изготовления ответственной детали «Стакан» из стали 12Х18НВФА весом 0,192 кг методом сферодвижного прессования на прессе РХW-100АА6, позволяющий создавать номинальное давление до 160000 кгс, наибольший диаметр изделия до 100 мм.

Эскиз детали представлен на рисунке 2.

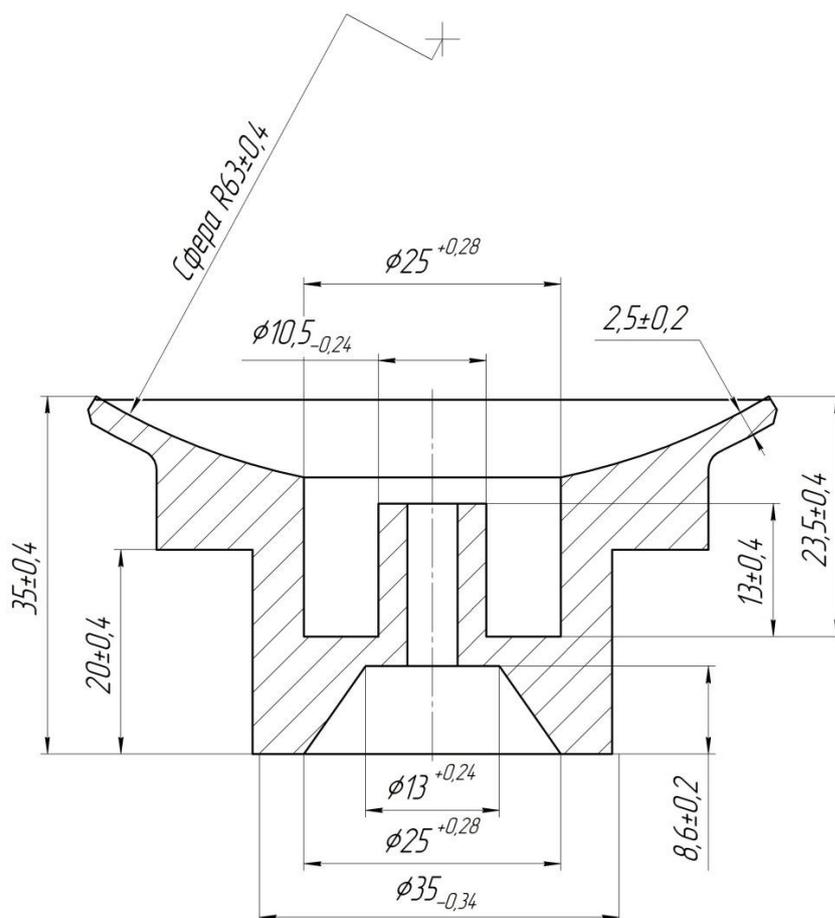


Рис. 2. Эскиз детали «Стакан». Материал детали – сталь 12Х18НВФА, масса – 0,192 кг

По старой технологии заготовку детали «Стакан» получали горячей штамповкой, эскиз заготовки представлен на рисунке 3, масса заготовки 0,84 кг, КИМ=0,24, шероховатость поверхности заготовки первый класс Rz 320. С переходом на новую технологию получения заготовки на сферодвижном прессователе в холодном состоянии масса заготовки уменьшилась до 0,34 кг, КИМ вырос до значения 0,56. Точность заготовки выросла до 12 квалитета, а шероховатость поверхности до 5 класса (Rz 20). Эскиз заготовки показан на рисунке 4. Как видно, большинство поверхностей получается окончательно и не требуют последующей обработки. Механически обрабатываются лишь два центральных отверстия малого размера. На заготовке получается окончательно сферическая поверхность заданной толщины $2,5 \pm 0,2$ мм, а так же шестигранная поверхность с допуском 0,4 мм.

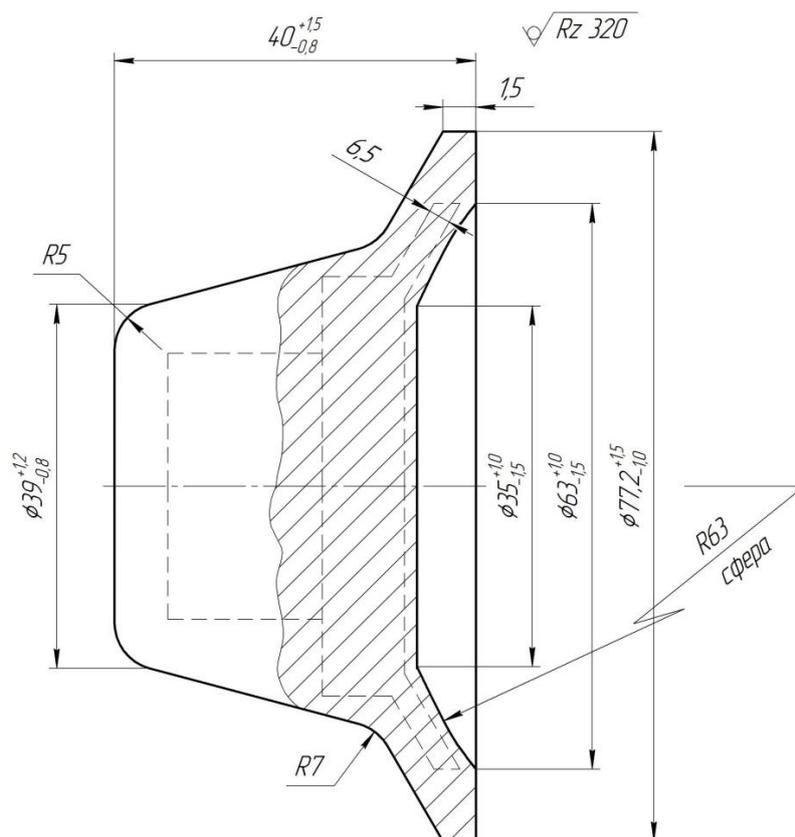


Рис. 3. Эскиз заготовки детали «Стакан», полученной методом горячей штамповки

Оснастка для сферодвижного прессования значительно проще, (рис. 5), в которой отсутствуют сложные объемно-криволинейные поверхности для оформления поверхностей детали. Оснастка представлена лишь поверхностями вращения, которые просто изготовить точением, а после термообработки обработать шлифованием, что во много раз дешевле, чем изготовление оснастки для объемной горячей штамповки.

Как уже говорилось ранее, сферодвижным прессованием можно выполнять различные операции: осаживание простое, осаживание фланцев, пересаживание (вертикальное перемещение одних частей материала по отношению к другим, при сохранении неизменной его толщины), прессование колец (оформление внутренних поверхностей колец на выталкивателе), прямое прессование, обратное прессование.

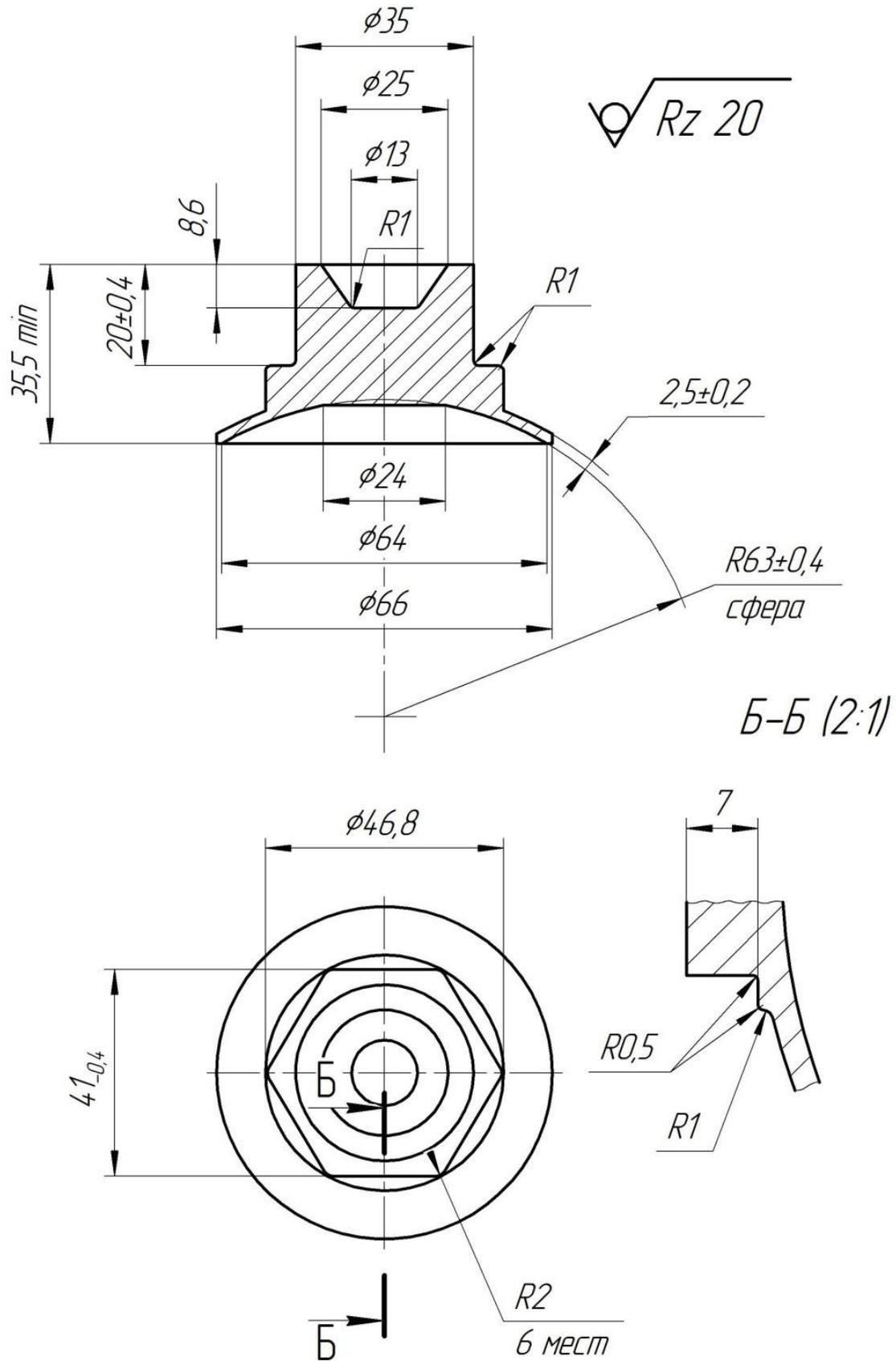
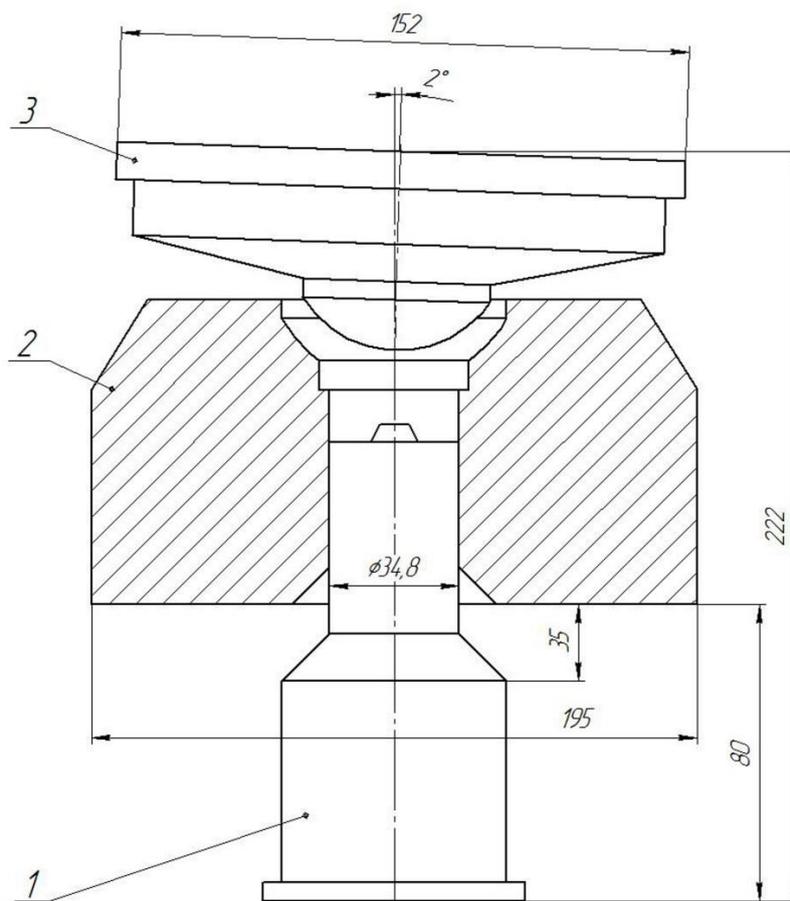


Рис. 4. Эскиз заготовки детали «Стакан», полученной штамповкой в холодном состоянии на сферодвижном прессователе



1 – Выталкиватель, 2 – Матрица, 3 – Пуансон.

Рис. 5. Оснастка для сферодвижного прессования детали «Стакан»

Данное многообразие выполняемых операций обеспечивается четырьмя видами колебательных движений, предусмотренных на прессе (рисунок б): 1 – колебательное движение по окружности. При таком колебании давление направляется вдоль радиуса пуансона и перемещается по всей торцевой поверхности заготовки согласно круговому движению водящего радиуса. При этом имеется возможность регулировать угол отклонения пуансона по необходимости. Способ применяется для прессования круглых симметричных дисков, фланцев; 2 – колебания по прямой, то есть в одной плоскости. В данном случае пуансон колеблется в одной плоскости отклоняясь от вертикали на два градуса. При таком колебании пуансона материал течет в плоскости колебаний. Этот вид колебаний применяется для несимметричных деталей с удлиненными фланцами; 3 – колебания по спирали. При этом виде колебаний давление пере-

мещается не только по радиусу пуансона но еще и по ротационному радиусу наружу и к центру, описывая спиральную линию. Этот вид колебаний рационально применять при прессовании вогнутых радиусных поверхностей; 4 – колебания по многолистной кривой. При этом виде колебаний давление перемещается по поверхности прессуемой детали, описывая многолистную кривую. Такие колебания способствуют радиальному течению металла и применяются для деталей с выступами и ребрами. Очень эффективно при прессовании зубчатых колес, обеспечивается хорошая симметрия профиля зуба.

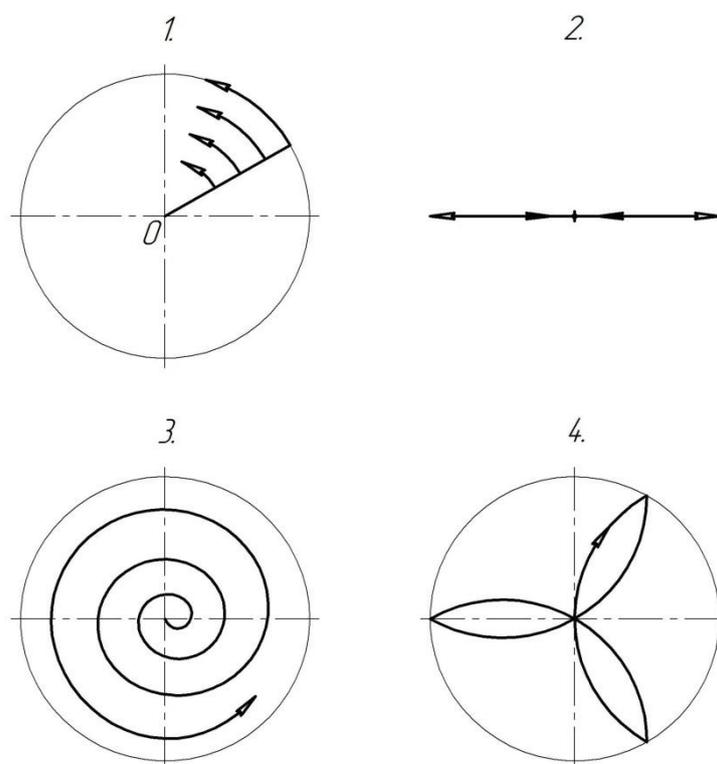


Рис. 6. Виды колебательных движений пуансона.

При выборе угла колебаний пуансона желательно брать наибольшее его значения два градуса, что увеличивает эффективность прессования. Увеличение угла колебаний с одного градуса до двух даёт почти такой же эффект, как увеличение давления в полтора раза. Применение колебаний с углом меньшим одного градуса является нецелесообразным.

При проектировании оснастки на пресс РХW-100ААВ следует учитывать следующие особенности: а) По возможности верхняя поверхность штампуемой

детали должна быть плоской. При наличии у детали выступов и углублений должны быть плавные переходы с минимальным радиусом 2 мм, б) Отклонение центра колебаний от теоретической плоскости не должно превышать 5 мм, в) Выступ на верхней поверхности детали должен иметь диаметр больше чем диаметр заготовки, г) Толщина обратно прессованных деталей должна быть не более 25 мм, д) Максимальная высота детали после штамповки должна быть не более 45мм.

Расчет заготовки под сферодвижную штамповку ведется исходя из объема детали.

1. Объем исходного материала должен быть равен объему детали с припуском на механическую обработку плюс объем заусенцев. Заусенцы необходимы, чтобы исключить полное перекрытие матрицы пуансоном, а так же из-за наличия допусков на вес заготовки.

2. Длина заготовки при свободном осаживании должна быть меньше 1,8 диаметра исходной заготовки, т. е. $l_{\text{заг}} \leq 1,8 d_{\text{заг}}$.

3. Если выполняется головка, то длина заготовки под матрицей должна быть не более двух диаметров исходной заготовки $l_{\text{осад}} \leq 2 d_{\text{заг}}$.

Согласно выше приведенных рекомендаций, исходная заготовка, для штамповки на сферодвижном прессователе детали «Стакан», будет цилиндрический стержень диаметром 34 мм и высотой 39 мм с допуском по десятому качеству.

Список литературы

1. *Русаков Б. П., Силичев А. Н., Степаков Е. В.* Ковка и штамповка на специальном оборудовании. СПб.: Машиностроение, 1982. С. 96.
2. *Кокорин В. Н.* Специальные способы обработки металлов давлением / Ульяновск: УлГТУ, 2006. 36 с.
3. *Куимов Е. А., Перевоицков В. Д., Жуйков В. А.* Технологические особенности процесса электрогидроимпульсной штамповки в мелкосерийном производстве // Advanced Science: науч. журн. Киров, Изд-во ВятГУ, 2014. № 1(4). С. 75–86.

КУИМОВ Евгений Александрович – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой технологии машиностроения, Вятский государственный университет. 610000, г. Киров, ул. Московская, 36.

E-mail: kuimov@vyatsu.ru

ПЕРЕВОЩИКОВ Владимир Дмитриевич – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технологии машиностроения, Вятский государственный университет. 610000, г. Киров, ул. Московская, 36.

E-mail: usr00304@vyatsu.ru