

АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ ВЫТЯЖКИ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ С ЦЕЛЬЮ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ИХ КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССА

Приведен обзор конструкций инструмента для вытяжки деталей из листового материала, показаны его конструктивные преимущества и недостатки, показано влияние различных конструктивных параметров матрицы и пуансона на напряженно-деформированное состояние при вытяжке.

Ключевые слова: пуансон, матрица, заготовка, вытяжка.

Введение. Процессы листовой штамповки получили широкое применение в различных отраслях промышленности, благодаря высокой производительности и экономической эффективности. В автомобильной промышленности значительное количество деталей разнообразных форм изготавливается операцией вытяжки, для которой, особенно актуальной является задача разработки научных основ построения рациональных технологических процессов, дающих минимальные трудоемкость и себестоимость изготовления заданных деталей при наилучшем их качестве. Проектирование и отладка технологических процессов с операциями вытяжки часто связаны с большими трудностями. При вытяжке возможное формоизменение заготовки, как правило, ограничивается ее разрушением в том месте, где действуют наибольшие по величине растягивающие напряжения $\sigma_{p \max}$, поэтому при изучении операции вытяжки особое внимание уделяется выяснению факторов, влияющих на величину $\sigma_{p \max}$, и оценке степени этого влияния. Особое направление рационального построения или улучшения процесса вытяжки заключается в создании наиболее благоприятных условий деформирования металла с целью снижения растягивающих напряжений в опасном сечении [1, 2].

Обзор последних источников исследований и публикаций. Получение деталей вытяжкой без прижима имеет ряд преимуществ перед вытяжкой с прижимом — упрощение конструкции матрицы, уменьшение усилия вытяжки, снижение расходов на технологическую подготовку производства и наладку. Большой вклад в разработку и изучение данного вопроса внесли отечественные ученые Е.А. Попов [1], М.В. Сторожев [2], в работах которых приводятся методики определения напряженно-деформированного состояния, определение границ использования различных методов вытяжки, влияние различных факторов процесса на получение качественных деталей, В.П. Романовский [3], М.Е. Зубцов [4], где рассматриваются различные конструкции инструмента для интенсификации вытяжки.

Выделение нерешенных ранее частей общей проблемы. В зависимости от способа штамповки (с прижимом или без прижима) стараются путем изменения конструктивных параметров матрицы и пуансона уменьшить или увеличить величину меридиональных растягивающих напряжений. В первом случае для предотвращения разрушения заготовки в опасном сечении, во втором случае для обеспечения устойчивости фланца.

Постановка задачи. Расширить возможности бесприжимной листовой штамповки возможно путем критического анализа существующих конструкций штампов для вытяжки и формы заготовок, формирования на основе этого общих рекомендаций и подходов к проектированию штамповой оснастки и технологических переходов вытяжки.

Основной материал и результаты. Для того чтобы можно было работать при большом (выгодном) радиусе закругления матрицы (большие радиусы закругления дают возможность уменьшить коэффициенты вытяжки и сократить число операций), не опасаясь образования складок, применяют штампы с дополнительным радиусным (тороидальным) прижимом, который во время работы прижимает заготовку и по закругленной части матрицы [4] (рис. 1).

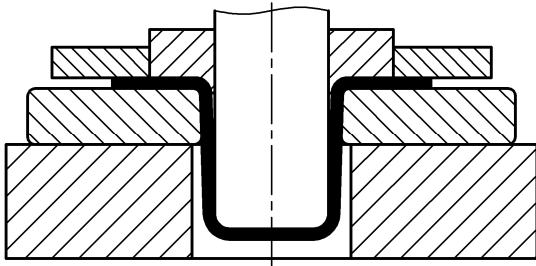


Рис. 1. Конструкция штампа с дополнительным радиусным прижимом

Подобный способ вытяжки уменьшает растяжение материала в опасном сечении (у дна) изделия, увеличивает степень деформации при вытяжке (уменьшает коэффициенты вытяжки), устраняет складкообразование и несколько уменьшает максимальное усилие вытяжки, вследствие чего стойкость штампа повышается. Недостатком этого способа является трудность изготовления радиусного прижима, что несколько ограничивает его применение.

При вытяжке цилиндрических деталей без прижима и без утонения стенок из относительно толстого материала (при $(s/D) \cdot 100 > 2,0$) на первой операции рабочая часть матрицы выполняется либо по сферической поверхности (с радиусом закругления r_m на рис. 2, а), либо по конической, переходящей через закругление r_m в цилиндрическую часть (рис. 2, б). Угол наклона входной части матрицы с одной стороны к вертикали составляет обычно 30° (дополнительный угол к горизонтали составляет 60°). На последующих операциях при работе без прижима (при $(s/d_{n-1}) \cdot 100 > 1,5$) рабочая часть матрицы выполняется по сферической поверхности (с радиусом r_{nm} рис. 2, в). Цилиндрическая часть матрицы для сравнительно небольших размеров деталей ($d < 50$ мм) изготавливается высотой $a = 6 \dots 15$ мм; выемка $b = (2 \dots 10) \cdot s$; просвет t — не менее $1,5 \dots 2$ мм [5].

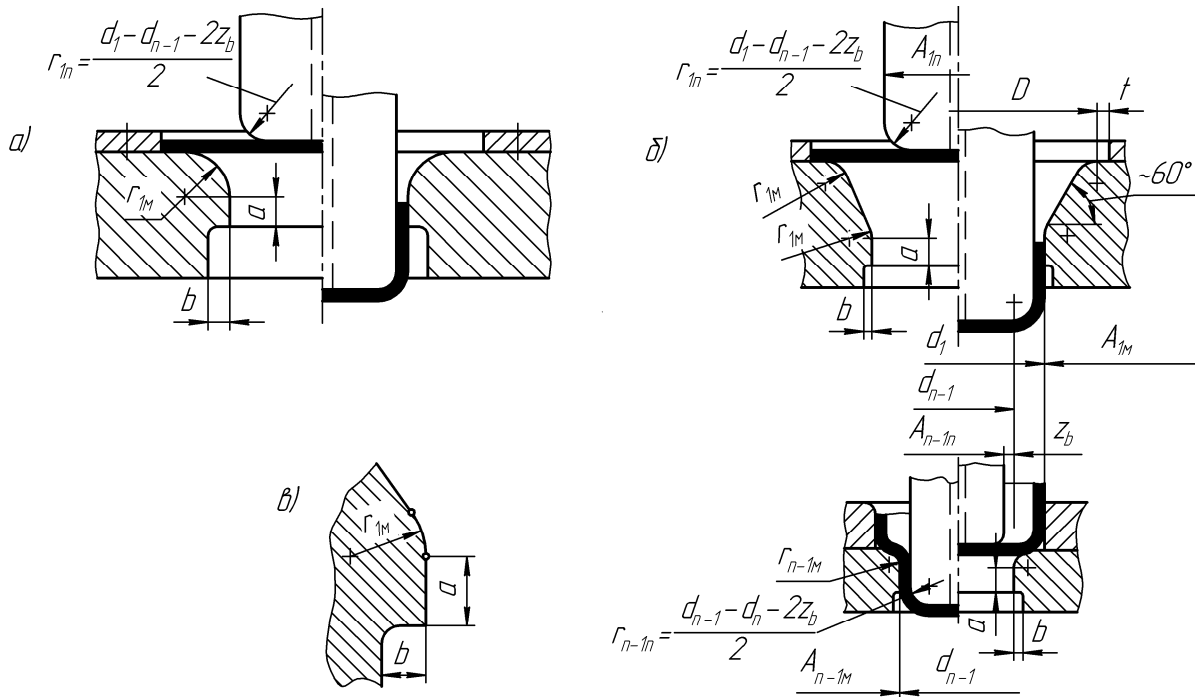


Рис. 2. Рабочие части штампа

Применение конической матрицы для штамповки без прижима позволяет увеличить площадь соприкосновения заготовки с поверхностью матрицы во время деформации, тем самым увеличить силы трения и соответственно растягивающие меридиональные напряжения, что обеспечивает вытяжку без складкообразования.

В последнее время на первых операциях вытяжки без прижима вместо конического захода стали применять матрицы, у которых рабочая поверхность выполнена по форме эвольвенты, на которой расположены кольцевые канавки в виде ступенек (рис. 3) [3]. Такая форма рабочей полости матрицы позволяет достигнуть более высокой степени деформации

за одну операцию. Ступенчатая форма профиля способствует при вытяжке без прижима лучшему удержанию смазки на поверхности штампуемой детали [3], что несколько уменьшает контактное трение, а, следовательно, и несколько повышает стойкость матрицы.

С целью устранения утолщения металла по высоте и увеличения глубины вытяжки на первой операции применяют штампы с конусным складкодержателем и конструкцией матрицы показанной на рис. 4, [4].

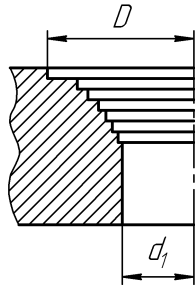


Рис. 3. Конструкция матрицы для первого перехода

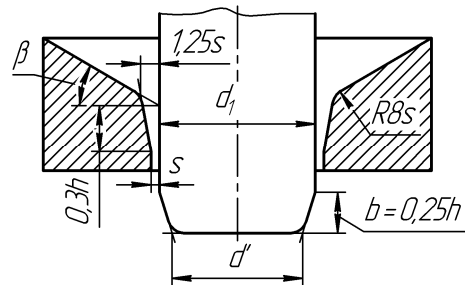


Рис. 4. Конструкция матрицы при вытяжке детали с большим фланцем

Интенсификация процесса вытяжки в этом случае объясняется двумя причинами: 1) конусный складкодержатель, осуществляя формовку заготовки, позволяет за одну операцию произвести двухпереходную вытяжку (конусная чашка-стакан); 2) применение конусного складкодержателя уменьшает угол охвата вытяжной кромки матрицы заготовкой, что, в свою очередь приводит к снижению напряжений. Зазор между пуансоном и матрицей в нижней части матрицы позволяет получить толщину стенки у верха вытянутого стакана – заготовки, равную толщине исходной заготовки. Выравнивание толщины в этом случае происходит в период, когда усилие вытяжки значительно меньше максимального.

При вытяжке деталей с широким фланцем во избежание чрезмерного возрастания давления прижима необходимо уменьшать контактную площадь прижима, что достигается применением буртика на матрице (рис. 5, слева) или выточки на прижиме (рис. 5, справа). Высота буртика или выемки $c = (0,2 \dots 0,5) \cdot s$ [4].

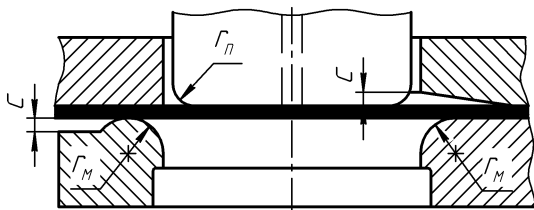


Рис. 5. Конструкция прижима при вытяжке детали с большим фланцем

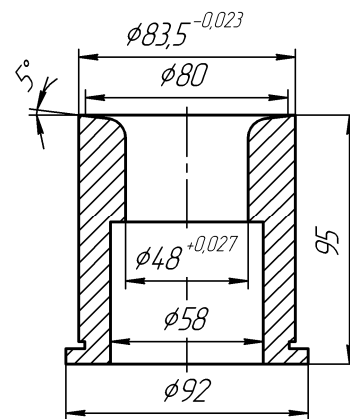


Рис. 6. Матрица с конусным торцом

Для повышения качества поверхности деталей и обеспечения высокой стойкости матриц при вытяжке осесимметричных деталей применяется конструкция вытяжной матрицы с конусным торцом $\alpha = 5^\circ$ и плоским прижимом рис. 6, [6].

Перспективным направлением в обработке металлов давлением является создание дополнительных напряжений в процессе деформирования. Вытяжка с дополнительным нагружением позволяет разгрузить опасное с точки зрения разрушения сечение. Для этого к кромке заготовки прикладывается сжимающая нагрузка, действующая в радиальном

направлении и заталкивающая заготовку в отверстие матрицы, в результате чего приложенное к пуансону усилие вытяжки уменьшается. Для дополнительного нагружения используют разнообразные устройства.

В устройстве, показанном на рис. 7, а, радиальный подпор создается при сжатии эластичного (например, полиуретанового) кольца 6 усилием P , приложенным к прижимному кольцу 5. Высота кольца 6 при этом уменьшается и происходит перемещение его материала в направлении отверстия матрицы. Кромка заготовки дополнительно нагружается, а пуансон 4 втягивает заготовку 1 в отверстие матрицы 2.

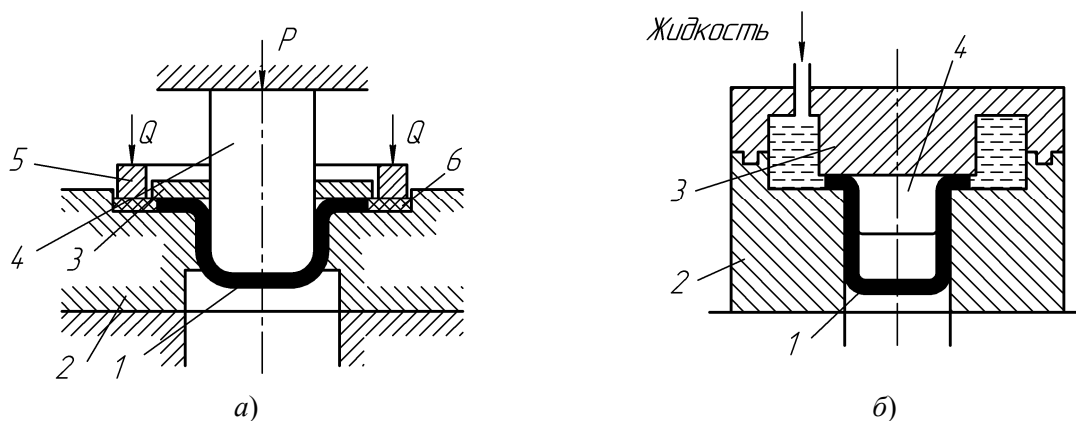


Рис. 7. Устройство для вытяжки с дополнительным нагружением в радиальном направлении:
а) с помощью эластичного элемента; б) жидкостью высокого давления

На рис. 7, б жидкость, оказывая давление на торцевую поверхность заготовки, выдавливает последнюю в зазор между пуансоном и матрицей, в результате чего образуется деталь типа стакана. При такой схеме нагружения радиальные растягивающие напряжения; вызывающие разрушение заготовки, отсутствуют, вследствие чего могут быть получены детали с отношением высоты к диаметру, равным 7...10. Строго говоря, этот процесс уже не является вытяжкой и более правильно назвать его прессованием.

Выводы. Из изложенного выше следует, что изменением геометрических параметров рабочих частей вытяжных штампов и приложением дополнительного воздействия можно добиться значительного влияния на напряженно-деформированное состояние различных по конфигурации деталей, улучшить качество вытяжки и повысить стойкость штампов. Разработка технологических процессов должна базироваться на расчете действительных напряжений с учетом важнейших технологических факторов — смазка, геометрия вытяжных штампов и т. п. Для операций вытяжки без прижима следует увеличивать меридиональные напряжения путем увеличения сил трения на контактных поверхностях, что достигается за счет формы и геометрии матрицы.

Литература

1. Попов, Е.А. Основы теории листовой штамповки [Текст] / Е.А. Попов. – М.: Машиностроение, 1977. – 278 с.
2. Сторожев, М.В. Теория обработки металлов давлением [Текст] / М.В. Сторожев, Е.А. Попов. – М.: Машиностроение, 1977. – 424 с.
3. Романовский, В.П. Справочник по холодной штамповке [Текст] / В.П. Романовский. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1979. – 520 с.
4. Зубцов, М.Е. Стойкость штампов [Текст] / М.Е. Зубцов. – Л.: Машиностроение, 1971. – 200 с.
5. Справочник конструктора штампов: Листовая штамповка [Текст] / Под общ. ред. Л.И. Рудмана. – М.: Машиностроение, 1988. – 496 с.
6. Королев, В.И. О влиянии геометрических параметров инструмента на способность к глубокой вытяжке тонколистового молибдена и его сплавов [Текст] / В.И. Королев, А.И. Галахов // Кузнечно-штамповочное производство. – 1972. – № 4. – С. 17–18.

7. Калюжний, О.В. Визначення максимального зусилля деформування та потовщення фланця при витягуванні з диференційованим радіальним підпором фланця [Текст] / О.В. Калюжний // *Обработка материалов давлением: сб. науч. тр. – Краматорск: ДГМА, 2012. – № 1 (30). – С. 38–44.*

8. Ершов, В.И. Совершенствование формоизменяющих операций листовой штамповки [Текст] / В.И. Ершов, В.И. Глазков, М.Ф. Каширин. – М.: Машиностроение, 1990. – 312 с.

© Р.Г. Аргат

Р.Г. Аргат, ст. викл.

Кременчуцкий национальный университет им. Михаила Остроградского

АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ ІНСТРУМЕНТУ ДЛЯ ВИТЯЖКИ ЦИЛІНДРИЧНИХ ДЕТАЛЕЙ З МЕТОЮ УДОСКОНАЛЕННЯ ЇХ КОНСТРУКЦІЇ ДЛЯ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ПРОЦЕСУ

Наведено огляд конструкції інструменту для витягування деталей з листового матеріалу, показані його конструктивні переваги і недоліки, показано вплив різних конструктивних параметрів матриці і пуансона на напружено-деформований стан при витягуванні.

Ключові слова: пуансон, матриця, заготівля, витяжка.

R.G. Argat, Senior Lecturer

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University

STRUCTURAL ANALYSIS TOOL FOR EXTRACT CYLINDRICAL PARTS IN ORDER TO IMPROVE THEIR DESIGN FOR INTENSIFICATION OF THE PROCESS

The review of design tool to extract parts from sheet material, showing its design advantages and disadvantages, showing the effect of various design parameters of the die and punch on the stress-strain state of the draw.

Keywords: punch, die, billet, extract.

УДК 621.7.044

Т.В. Гайкова, ст. преп., Р.Г. Пузырь, к.т.н., доц.

Кременчугский национальный университет им. Михаила Остроградского

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СКЛАДКООБРАЗОВАНИЯ ПРИ ВЫТЯЖКЕ НИЗКИХ КОРОБЧАТЫХ ДЕТАЛЕЙ

Приведены результаты теоретических исследований, направленные на исследование вытяжки коробчатых деталей за один переход и выявлены основные конструктивные и технологические параметры процесса, влияющие на складкообразование во фланцевой части заготовки, определены зоны возможного возникновения складок на начальном этапе деформирования.

Ключевые слова: вытяжка, заготовка, деформация, напряжения, перемещения.

Введение. Применение деталей типа тонколистовых коробок нашло широкое распространение во всех отраслях промышленности, включая машиностроение, автомобилестроение, авиастроение, приборостроение и т. д. (поддоны металлорежущих станков, топливные баки, крышки люков, корпуса приборов, электрические контакты). Поэтому