М296994

НА ДОМ НЕ ВЫДАЕТСЯ

Министерство высшего и среднего
специального образования СССР

Московское ордена Ленина и ордена Трудового
Красного Знамени высшее техническое училище им. Н.Э.Баумана

На правах рукописи.

ГУСЕЙНОВ Рамиз Ахмед оглы.

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ФОРМЫ ЛИТОЙ ЗАГОТОВКИ ИЗ ЛАТУНИ ЛС 59 - I В КОМБИНИРОВАННОМ ПРОЦЕССЕ ЛИТЬЯ-ШТАМПОВКИ

05.03.05 - Технология и машины обработки давлением

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва, 1976

Министерство высшего и среднего
специального образования СССР

Московское ордена Ленина и ордена Трудового
Красного Знамени высшее техническое училище им. Н.Э.Баумана

На правах рукописи.

ГУСЕЙНОВ Рамиз Ахмед оглы.

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ФОРМЫ ЛИТОЙ ЗАГОТОВКИ ИЗ ЛАТУНИ ЛС 59 - I В КОМБИНИРОВАННОМ ПРОЦЕССЕ ЛИТЬЯ-ШТАМПОВКИ

05.03.05 - Технология и машины обработки
давлением

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

№ 296994

НТБ МГТУ им. Н.Э. Баумана
1296994
Гусейнов Р.А. Теоретическое

Москва, 1976

Работа выполнена в Московском ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени высшем техническом училище им. Н.Э.Баумана.

Научный руководитель – заслуженный деятель науки и техники, лауреат Государственной премии, доктор технических наук, профессор Е.А.ПОПОВ

Научный консультант – кандидат технических наук, доцент В.Г.КОНДРАТЕНКО

Официальные оппоненты – доктор технических наук профессор Е.И. Семёнов

– кандидат технических наук доцент В.А. Головин

Ведущее предприятие – НИИТавтопром

ЗАЩИТА ДИССЕРТАЦИИ СОСТОИТСЯ "_____" _____ 1976г. на заседании специализированного Ученого Совета МВТУ им. Н.Э.Баумана по адресу: Москва, 2-я Бауманская ул., 5

Ваши отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенных печатью, просим направлять по указанному адресу.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке МВТУ им. Н.Э.Баумана.

Автореферат разослан "____" _____ 1976г.

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ СОВЕТА,
кандидат технических наук,
доцент О.А.БРЫЛОВ

Типография МВТУ. Тираж 100 экз. Л-101905. Зак. 1934

ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ

МВТУ им. Н. Э. Баумана БИБЛИОТЕКА

Актуальность проблемы. Основным направлением в развитии технологии штамповки цветных металлов является создание таких технологических процессов, которые позволяли бы получить поковки с заданными свойствами при наименьших затратах средств и времени. Одним из технологических процессов, удовлетворяющим этим требованиям, является комбинированный процесс литья-штамповки. Комбинированный процесс литья-штамповки включает получение литой заготовки соответствующих размеров и формы и последующую её штамповку в открытых или закрытых штампах без промежуточного нагрева или подогрева. Основным фактором, задерживающим внедрение данного процесса в промышленность, является его малая изученность и, в частности, отсутствие информации, позволяющей определить оптимальную форму литой заготовки под последующую штамповку.

Намеченные планы по увеличению выпуска продукции машиностроения и металлообработки Директивами XXУ съезда КПСС обязывают к глубокому исследованию данного процесса, предоставляющего возможность широкого внедрения этого процесса для изготовления поковок из цветных металлов и их сплавов.

Цель исследования. Целью настоящей работы является разработка методики определения оптимальной формы литой заготовки, обеспечивающей заданные механические свойства поковки на основе изучения неоднородности деформации в зависимости от влияющих факторов.

Методы исследования. Для экспериментального исследования влияния основных факторов: контактного трения, формы и размеров заготовки на поле деформаций в осаженной заготовке применен метод координатных сеток. Основные аналитические решения получены методом характеристик.

Научная новизна. Получены теоретические решения по определению величины и распределения деформации в любом сечении при осадке цилиндрической заготовки и полосы с прямоугольным поперечным сечением в зависимости от коэффициента контактного трения. Установлены зависимости между величинами деформации приконтактных слоев и углом при вершине клина и конуса, а также получены теоретические решения по опреде-

лению распределения деформаций в очаге пластической деформации. На основе полученных решений разработана методика определения оптимальной формы литой заготовки, исходя из требуемых механических свойств поковки, которая признана изобретением.

Практическая ценность. В результате проведенных исследований создана методика проектирования технологических процессов литья-штамповки из ЛС 59-I и, в частности, определена оптимальная форма литой заготовки для поковки "корпус" часов. Опытная партия деталей "корпус" часов, изготовленных на I-ом Московском часовом заводе из поковок, отштампованных из литых заготовок, имеющих оптимальные формы, удовлетворяли техническим требованиям, предъявляемым к их качеству.

Для расширения области применения данного процесса разработана принципиальная схема литейно-штамповочного автомата, которая признана изобретением.

Апробация работы. По основным разделам работы сделаны два доклада на научных семинарах кафедры "Машины и автоматизация обработки давлением" МВТУ им. Баумана в течение 1973 - 1976 г.г.; доклады на конференции молодых специалистов завода ЗИЛ, 1975; на III отраслевой конференции молодых специалистов ГУММАШ, 1976.

Объем работы. Диссертационная работа изложена на 100 страницах машинописного текста, включающих в себя введение, пять глав, выводы по каждой главе, общие выводы по работе. Содержит 4 таблицы, 61 рисунок и список литературы из 80 наименований.

В первой главе анализируются зарубежные и отечественные работы по исследованию комбинированного процесса литья-штамповки. В отечественной и зарубежной литературе опубликован ряд работ Кившана Ф.М., Кранкова Е.С., Festival - Wagner К., Lasu К., в которых рассматривается комплекс вопросов, связанных с исследованиями комбинированного процесса литья-штамповки. Сюда относятся теоретическое и экспериментальное исследование термомеханических параметров,

качества получаемых изделий, разработка автоматизированного оборудования и технико-экономический анализ процесса.

Одним из кардинальных вопросов исследований является определение оптимальной формы литой заготовки под последующую штамповку. Основным недостатком существующих методик является то, что форма и размеры поперечного сечения заготовки определяются через степень деформации заготовки по высоте, которая не учитывает наличия зон затрудненной деформации.

С целью разработки новой методики определения оптимальной формы литой заготовки, обеспечивающей требуемую величину и распределение механических свойств в объеме поковки после штамповки поставлены следующие задачи:

I. Определение оптимального режима литья под низким давлением для латуни ЛС 59-I, обеспечивающего максимальные механические свойства и точность размеров заготовки.

2. Установление зависимости между величиной деформации и механическими свойствами вдоль и поперек волокна предварительно деформированных литых заготовок.

3. Создание классификации поковок, получаемых комбинированным процессом литья-штамповки на основе типа применяемых технологических процессов обработки давлением.

4. Исследование влияния величины контактного трения и формы заготовки на величину и распределение деформаций в очаге пластической деформации и создание методики определения оптимальной формы поперечного сечения литой заготовки.

5. Проведение экономического анализа целесообразности внедрения данного процесса для получения поковок из цветных металлов на одном из отечественных заводов.

6. Разработка новой принципиальной схемы литейно-штамповочного автомата, позволяющего изготавливать поковки не только из цветных, но и из черных металлов и сплавов.

Во второй главе изложены результаты исследований по установлению режима литья под низким давлением и влиянию деформации на механические свойства предварительно деформированных литых заготовок. Создана экспериментальная установка, работающая в пооперационном автоматическом режиме.

С целью определения оптимального режима литья под низким давлением, позволяющего получать заготовки с высокими механическими свойствами, исследовалось влияние температуры сплава при заливке, скорости нарастания давления при заполнении формы металлом, величины избыточного давления, приложенного во время затвердевания металла в форме, на качество отлитых заготовок. Влияние этих параметров на качество заготовки оценивалось по состоянию поверхности, макроструктуре и механическим свойствам отлитых заготовок.

В результате были определены оптимальные величины этих параметров (t^o = 950 - 970°С; P^o = 0,08 кг/см^{2}сек; $P_{изб.}$ = 0,6 кг/см^2) применительно к получению цилиндрических заготовок (ℓ = 60 мм, d = 30 мм).

Цилиндрические заготовки, отлитые по установленному режиму, имели следующие показатели механических свойств: $\sigma_в$ = 27 кг/мм^2; $\sigma_т$ = 16 кг/мм^2; δ = 22%; ψ = 36%.

Для установления зависимости между величиной деформации и механическими свойствами вдоль и поперек волокна предварительно деформированных литых заготовок по установленному режиму литья под низким давлением отливались цилиндрические заготовки, которые подвергались деформированию. С целью равномерного распределения деформации в объеме деформированных заготовок использовались операции осадка без контактного трения и протяжка в вырезных скругленных бойках. Из деформированных заготовок вырезались гагаринские образцы, которые подвергали стандартным испытаниям на растяжение. В результате получены диаграммы изменения механических свойств вдоль и и поперек волокна от величины деформации, которые позволяют определить необходимую величину деформации литых заготовок для обеспечения требуемых механических свойств поковок.

В третьей главе приведены результаты теоретического исследования по определению оптимальной формы литой заготовки. Для разработки методики определения оптимальной формы литой заготовки необходимо было определить класс поковок, получаемых комбинированным процессом литья-штамповки. Данный процесс по сравнению со штамповкой из проката и прессованию-

го прутка имеет некоторые особенности, поэтому с целью определения класса поковок следовало разработать классификацию.

В связи с тем, что не все металлы и сплавы позволяют получать заготовки литьем под низким давлением, поэтому применение комбинированного процесса литья-штамповки ограничивалось изготовлением поковок из цветных металлов и их сплавов. Исходя из этого анализировались поковки, охваченные существующими классификациями для машин, имеющих скорость деформирования менее 1,5 м/сек (кривошипные, горячештамповочные ; гидравлические и винтовые фрикционные прессы) , которые рекомендованы для обработки цветных металлов и сплавов. На основе этого анализа создана классификация, которая имеет три группы:

1. Поковки, получаемые осаживанием.

2. Поковки, получаемые осаживанием с незначительным выдавливанием .

3. Поковки, получаемые выдавливанием с незначительными элементами осаживания.

Данная классификация позволяет при проектировании процесса изготовления деталей методом литья-штамповки, выбрать тип технологической операции, осуществляющей конечное формоизменение в ручье штампа.

В связи с тем, что оптимальная форма литой заготовки должна обеспечивать требуемые механические свойства поковки, связанные с величиной деформации литой заготовки, исследовалась неравномерность деформации в процессе штамповки. Как известно, основными факторами, влияющими на неравномерность деформации при осадке, являются контактное трение, форма и соотношение размеров заготовки и поковки.

Учитывая то, что напряженно деформированное состояние поковок первой группы можно привести к осесимметричной или плоской задаче, исследовалось влияние контактного трения на степень неравномерности деформации при осадке цилиндрической заготовки и полосы с прямоугольным поперечным сечением. В результате анализа получены формулы (1) и (2) , соответственно определяющие величину деформации в любом

сечении осаженной цилиндрической заготовки и полосы с прямоугольным сечением

$$\delta_z = \frac{2}{3} \ln \frac{\sqrt{H_к^3}\sin\alpha - D_{зо}\sqrt{H_0}\left(\sqrt{1-K^2\sin^2\alpha} - \cos\alpha\right)}{\sqrt{H_0^3}\sin\alpha - D_{зо}\sqrt{H_0}\left(\sqrt{1-K^2\sin^2\alpha} - \cos\alpha\right)}, \qquad (1)$$

$$\delta_z = \frac{1}{2} \ln \frac{H_к^2\sin\alpha - B_{зо}\sqrt{H_0}\left(\sqrt{1-K^2\sin^2\alpha} - \cos\alpha\right)}{H_0^2\sin\alpha - B_{зо}\sqrt{H_0}\left(\sqrt{1-K^2\sin^2\alpha} - \cos\alpha\right)}, \qquad (2)$$

где δ_z – величина логарифмической деформации,

$H_к$ – конечная высота осаженной заготовки,

H_0 – исходная высота заготовки,

$D_{зо}$ ($B_{зо}$) – исходный диаметр / ширина / заготовки,

$\alpha = arctg\, 2f$,

f – коэффициент контактного трения,

$K = \frac{\rho}{r_з}$

ρ – радиус, координирующий рассматриваемую точку купола,

$r_з$ – радиус заготовки.

Для уменьшения неравномерности деформации, связанной с наличием застойных зон в деформируемом теле, необходимо уменьшить или коэффициент контактного трения или величину контактной площади. Так как величину коэффициента контактного трения при горячей штамповке существенно уменьшить не представляется возможным, то целесообразно уменьшить величину контактной площади. Очевидно, что для обеспечения минимальной площади контакта, поверхность контакта должна быть заменена для удлиненных поковок пересекающимися плоскостями, а для осесимметричных – конусообразной поверхностью. При этом углы между пересекающимися плоскостями и у вершин конуса должны иметь определенные значения, зависящие от требуемых величин деформации приконтактных слоев. Для определения этих зависимостей рассматривалась осадка заготовок, имеющих клиновидное поперечное сечение. При анализе использовался метод характеристик, который

позволил получить соответствующие выражения (3) и (4), определяющие распределение деформации в очаге пластической деформации клина и конуса

$$\delta_z = -\ell n \frac{[\Delta H(1+2\sin\psi)+2z\sin\psi]2(1+\sin\psi)[tg\alpha+tg(135^\circ-\psi)]}{\{4\cos\psi(1+\sin\psi)[tg\alpha+tg(135^\circ-\psi)](\Delta H+z)+\Delta H(1+2\sin\psi)-z\}tg\alpha}, \quad (3)$$

$$\delta_z = -2\ell n \frac{[\Delta H(1+2\sin\psi)^2+4z\sin\psi(1+\sin\psi)][tg\alpha+tg(135^\circ-\psi)]\times}{\{4\cos\psi(\Delta H+z)(1+\sin\psi)(3+6\sin\psi+4\sin^2\psi)[tg\alpha+tg(135^\circ-\psi)]+} \quad (4)$$

$$\frac{\times(3+6\sin\psi+4\sin^2\psi)}{+(1+2\sin\psi)^2\Delta H-2z(1+\sin\psi)\}tg\alpha},$$

где δ_z – величина логарифмической деформации,

ΔH – величина осадки,

z – апликата точек поверхности купола,

α – угол при вершине клина (конуса),

ψ – угол поворота линий скольжения.

При $z = 0$ получены соответствующие зависимости (5) и (6) величины деформации приконтактных слоев от угла α.

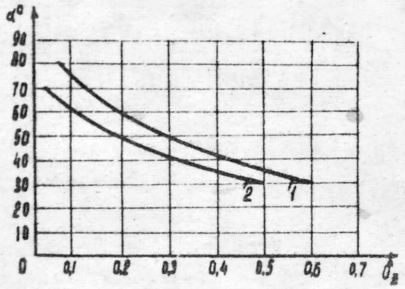
$$\delta_z = -\ell n \frac{2(1+2\sin\psi)[tg\alpha+tg(135^\circ-\psi)](1+\sin\psi)}{\{4\cos\psi(1+\sin\psi)[tg\alpha+tg(135^\circ-\psi)]+(1+2\sin\psi)\}tg\alpha}, \quad (5)$$

$$\delta_z = -2\ell n \frac{(3+6\sin\psi+4\sin^2\psi)(1+2\sin\psi)^2[tg\alpha+tg(135^\circ-\psi)]}{\{4\cos\psi(1+\sin\psi)[tg\alpha+tg(135^\circ-\psi)](3+6\sin\psi+4\sin^2\psi)+(1+2\sin\psi)^2\}tg\alpha}. \quad (6)$$

Решения этих уравнений относительно δ_z приведены на рис. I.

На основании полученной информации о влиянии этих факторов на величину и распределение деформации разработана методика определения оптимальной формы заготовки, которая заключается в следующем: для определения формы и размеров заготовки для поковок, у которых требуется обеспе –

чить повышенные механические свойства в центральной зоне, используется неравномерность деформации.



I – для клина, 2 – для конуса.

Рис. I .

Для обеспечения хорошей заполняемости ручья штампа поперечное сечение заготовки должно иметь форму, приближающуюся к форме поперечного сечения поковки. Учитывая, что незначительный уклон боковых поверхностей заготовки существенно не будет влиять на характер очага пластической деформации при свободной осадке, поэтому для определения размеров заготовки считаем справедливым формулы (I) и (2) , учитывающие влияние контактного трения на неравномерность деформации, решать относительно высоты исходной заготовки H_0 при известных значениях f и К. Неизвестную величину $D_{зо}$ ($B_{зо}$) при этом следует выразить через объемы (площади поперечного сечения) заготовки, которые равны суммам объемов (площадей поперечных сечений) поковки и заусенца и высоты заготовки H_0 в виде

$$D_{зо}(B_{зо}) = f[V_з(S_з); H_0] . \qquad (7)$$

После определения высоты заготовки H_0 из формул (I) и (2) определяются широтные размеры $D_{зо}$ ($B_{зо}$) из выражений (7).

Формы и размеры поперечного сечения поковки и заготов-

ки, определенной по вышеизложенной методике, показаны на рис. 2.

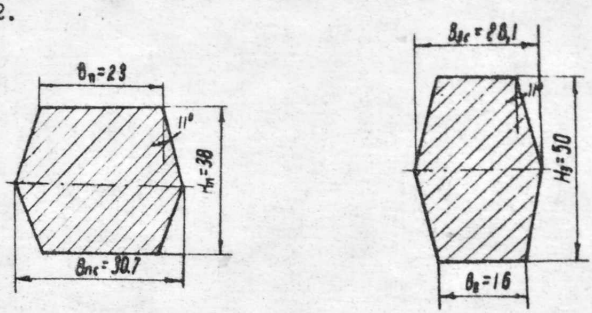


Рис. 2

Для поковок, у которых требуется обеспечить механические свойства по всему сечению, контактная поверхность заготовки выполняется для удлиненных поковок пересекающимися плоскостями, а для осесимметричных – конусообразной поверхностью.

После определения из зависимости (рис. I) величины угла α при вершине клина и конуса, исходя из требуемой величины деформации, определяется высота заготовки $H_З = \frac{H_п}{e^{\varepsilon_i}}$, а широтные размеры – из условия заполняемости ручья штампа, выраженного для осесимметричных и удлиненных поковок соответственно

$$\begin{aligned} V_з &= V_п + V_{заус.} \\ S_з &= S_п + S_{заус.} \end{aligned} \qquad (8)$$

Формы и размеры поковки и заготовки, определенные по данной методике, показаны на рис. 3.

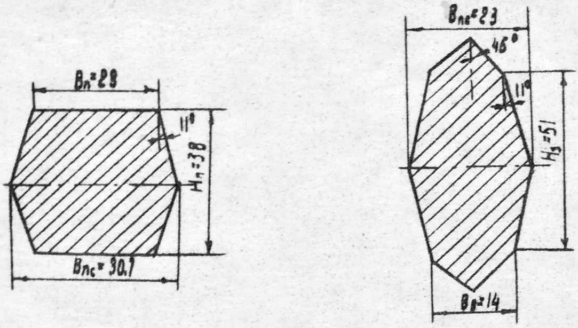


Рис. 3

В главе IУ изложены результаты экспериментального исследования по определению точности теоретических решений, полученных в третьей главе. При проведении экспериментов в качестве моделирующего материала использовался свинец. Эксперименты проводились на универсальной испытательной машине УИМ - 50. При этом использовался экспериментальный штамп, состоящий из двух частей, центрируемых в процессе штамповки направляющими планками. Рабочая поверхность нижней части штампа выполнена плоской, верхней части - фигурной в виде трапеции с углом наклона 11^{0}.

В основу методики определения характера течения металла в очаге деформации и распределения деформаций в нем, положена возможность поэтапного рассмотрения процесса осадки. Для обеспечения максимальной величины контактного трения контактные площадки заготовок и инструмента обезжиривались ацетоном, а для обеспечения минимального трения смазывались солидолом.

Зависимости, полученные в результате экспериментального исследования, сопоставлялись с теоретическими, в результате чего установлены следующие:

I. Формула (I) с достаточной точностью предсказывает величину деформации в центральной зоне осаженной цилиндрической заготовки по определенной величине степени деформа-

ции. Погрешность расчета при $\varepsilon = 35\%$ составляет 20%, а при $\varepsilon = 51\%$ – всего 0,4%.

2. Решение (2), определяющее величину деформации и её распределение по объему осаженной полосы с прямоугольным поперечным сечением в зависимости от коэффициента контактного трения при $\varepsilon = 50\%$ с погрешностью 9% определяет величину деформации в центральной зоне.

3. Погрешность теоретического решения (3) по определению распределения усредненной деформации в объеме осаженной клиновидной заготовки до величины угла при вершине клина $\alpha \leq 60^0$ не превышает 15%.

4. Теоретическая зависимость (5) между углом α при вершине клина и величиной средней деформации приконтактного слоя до $\alpha = 60^0$ может быть использована для практических расчетов.

5. Формула (4), определяющая распределение усредненной высотной деформации, при осадке конусообразной заготовки до величины угла при вершине конуса $\alpha = 60^0$ имеет погрешность, не превышающую 15 ÷ 20%.

6. Решение для конической заготовки с углом при вершине до величины $\alpha = 60^0$ достаточно точно определяет величину усредненной деформации приконтактного слоя.

7. Оптимальные формы и размеры поперечных сечений заготовки обеспечивают требуемую величину и распределение деформации в объеме поковки при минимальном объеме заусенца, усилии и работе деформирования.

В главе У рассмотрены вопросы определения оптимальной формы литой заготовки для поковки "корпус" часов, приведены результаты технико-экономического расчета по внедрению данного процесса на I-ом Московском часовом заводе и представлена разработка принципиальной схемы литейно-штамповочного автомата.

Основным техническим требованием, предъявляемым к поковкам "корпус" часов, является обеспечение высокой плотности металла по всему поперечному сечению. Появление малейших пор, обнаруженных с помощью микроскопа на поверхно-

сти детали, приводит к её браку. Эти поры обычно появляются после финишной обработки, что приводит к большим потерям трудозатрат.

В связи с тем, что измерение плотности металла связано с определенными трудностями в заводских условиях, техническое требование предъявляют к его механическим свойствам, которое заключается в обеспечении $\sigma_в$ = 40 кг/мм^2 и δ =20%.

Из зависимости механических свойств предварительно деформированных литых заготовок от величины деформации установлено, что для получения вышеуказанных свойств необходимо обеспечить по всему поперечному сечению поковки деформацию величиной не менее ε = - 0,35. Исходя из этого требования, была определена оптимальная форма литой заготовки. Опытная партия поковок, полученная из этих заготовок, была передана на I-ый Московский часовой завод для изготовления деталей. Технический контроль утвердил актом испытаний высокое качество изготовленных деталей.

В результате технико-экономического расчета по внедрению данного процесса на этом заводе для изготовления поковок "корпус" часов установлено, что годовой экономический эффект составляет 64 тыс. рублей, а срок окупаемости дополнительных капиталовложений менее одного года.

Так как главным направлением развития комбинированного процесса литья-штамповки является изготовление поковок из черных металлов и их сплавов, была разработана принципиальная схема литейно-штамповочного автомата, на котором можно изготавливать поковки как из цветных, так и черных металлов и их сплавов.

На основе данной схемы с участием автора разработан проект автомата для изготовления поковок шатуна автомобиля "Москвич". На установку выдано авторское свидетельство.

Общие выводы.

I. Основными факторами, влияющими на качество литых заготовок под низким давлением, являются величина избыточного давления, скорость его нарастания и температура сплава

при заливке. На основании проведенных экспериментов установлено, что оптимальные величины этих параметров применительно к получению цилиндрических заготовок с размерами $\ell = 60$ мм, $d = 30$ мм составляют $P_{изб.} = 0{,}6$ кг/см^2, $P^{o} = 0{,}08$ кг/см^{2}сек, $t^{o} = 950 + 970^{0}$С.

2. Отличия штамповки поковок из литых заготовок по сравнению со штамповкой из прессованных прутков, связанные с подготовкой исходной заготовки, требуют определения типа технологических операций, применяемых при их обработке. Разработанная классификация поковок позволила установить, что этими операциями являются осаживание и выдавливание.

3. Неравномерность деформации литой заготовки, вызванная действием контактных сил трения и разницей конфигурации заготовки и поковки, приводит к неравномерному распределению механических свойств в объеме поковки.

4. Для оценки неравномерности механических свойств в поковке необходимо иметь возможность определить неравномерность распределения деформации с учетом основных влияющих факторов. Приближенная оценка неравномерности деформации может быть выполнена по формулам (I) и (2), полученным в работе.

5. Наиболее важным фактором, влияющим на поле деформации, является соотношение между формой литой заготовки и формой получаемой поковки.

6. Соотношение формы заготовки и формы поковки должно определяться желаемым распределением механических характеристик в объеме готовой поковки.

7. Основным фактором, определяющим величину деформации в центральной зоне поковки, получаемой осадкой, является степень деформации, которая должна определяться с учетом неравномерности деформации, вызываемой наличием зон затрудненной деформации, что может быть выполнено с использованием формул (I) и (2), полученных в работе.

8. Увеличение деформации в приконтактных торцевых участках заготовки может быть обеспечено изменением формы этих участков и, в частности, приданием им формы конуса для осесимметричных поковок и формы, образованной пересечением плоскостей для поковок удлиненной формы.

9. Распределение и величина деформации в торцевых участках при деформировании заготовок указанных форм, существенно зависит от угла между образующими торцевого участка. Этот угол в зависимости от заданной величины деформации может быть найден по формулам (3), (4), (5) и (6), полученных в работе.

10. На основании исследований установлено, что для получения поковок из черных металлов и их сплавов литьем-штамповкой необходимо сочетать непрерывное литье с дискретной штамповкой. Разработанная принципиальная схема литейно-штамповочного автомата приведена в работе.

Основное содержание диссертации опубликовано в следующих работах:

1. Ежев А.С., Гусейнов Р.А., Кранков Е.С. Определение формы литых заготовок из латуни для последующей штамповки. Труды МВТУ № 229. Машины и технология обработки металлов давлением. Выпуск II, М., 1976.

2. Ежев А.С., Гусейнов Р.А., Кранков Е.С. Установка для получения заготовок литьем с последующей штамповкой. Авторское свидетельство № 530740 "Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки" 1976 №37.

3. Гусейнов Р.А., Аллахвердиев К.И. Оптимальная литая заготовка под последующую штамповку. АзНИИНТИ, 1976, № 16.