

И 86 + 28

Московский ордена Ленина, ордена Октябрьской
Революции и ордена Трудового Красного Знамени
государственный технический университет
им. Н.Э.Баумана

На правах рукописи

ЖОГОЛЕВ КРИЙ АЛЕКСЕЕВИЧ

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА И
МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ
ХОЛОДНОГО ВЫДАВЛИВАНИЯ ОСЕСИММЕТРИЧНЫХ
ДЕТАЛЕЙ С ПОЛЫМ ОТРОСТКОМ И ФЛАНЦЕМ
В ЕГО СРЕДНЕЙ ЧАСТИ

Специальность 05.03.05 - Процессы и машины
обработки давлением

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва - 1992

Работа выполнена в Московском ордена Ленина, ордена Октябрьской революции и ордена Трудового Красного Знамени государственном техническом университете им. Н.Э.Баумана.

Научный руководитель - Заслуженный деятель науки и техники РСФСР, доктор технических наук, профессор
Попов Е.А.

Официальные оппоненты: доктор технических наук,
профессор Артес А.Э.
кандидат технических наук
Грайфер А.Х.

Ведущее предприятие - ЦНИТИМ

Защита состоится "27" XII 1992г. в 10 часов
на заседании специализированного совета К.053.15.13 в государственном техническом университете им. Н.Э.Баумана по адресу:
107005, Москва

Ваш отзыв _____ ОСИМ
выслать по у _____
С диссе _____ ВСКОГО
государствен _____
Телефон _____

Автореферат

Ученый
специализи
канд. техн.

486728



1086728

Жоголев Ю.А. Разработка т

Общая характеристика работы

Актуальность темы

Одно из эффективных средств интенсификации машиностроительного производства – снижение трудоемкости и расхода металла при изготовлении массовых и трудоемких деталей. К таким деталям относятся осесимметричные детали с полым отрезком и фланцем в его средней части типа детали "корпус ниппеля" (рис.1). Основу прогрессивной малоотходной высокопроизводительной технологии их изготовления составляют новые методы холодного выдавливания.

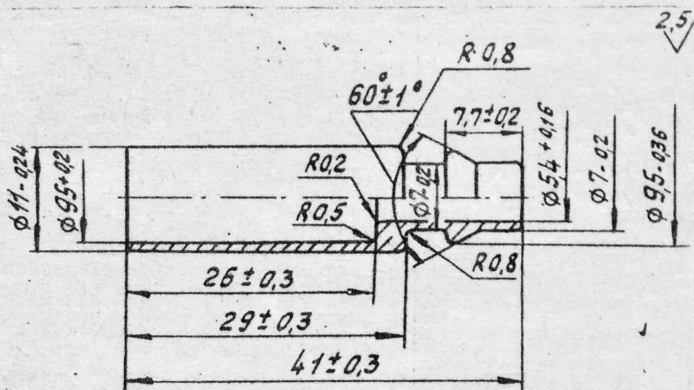


Рис. 1. Деталь „Корпус ниппеля“

Этот прогрессивный вид технологии имеет целый ряд преимуществ, основные из которых следующие:

- возможность за минимальное количество переходов получения сложных по форме и точных по размерам и качеству поверхности поковок, что позволяет полностью исключить или свести к минимуму последующую обработку резанием;
- возможность повышения коэффициента использования металла до $95 \div 98\%$;
- высокая производительность при малых затратах труда;
- упрочнение, происходящее в результате холодной деформации, позволяющее заменить труднодеформируемые с высокими механическими характеристиками металлы и сплавы на материалы более

пластичные, с низкими механическими характеристиками до начала деформирования;

— возможность резкого повышения уровня механизации и автоматизации технологических процессов.

Получение детали типа "корпус ниппеля" методом холодного выдавливания последовательным оформлением стакана, полого отрезка и фланца приводит к значительному повышению трудоемкости изготовления изделия, нерациональному использованию оснастки и оборудования. Более оптимальным технологическим процессом изготовления подобных деталей является процесс холодного комбинированного выдавливания детали из трубной или прутковой заготовки.

Однако, несмотря на значительные преимущества процессов холодного выдавливания над традиционными видами механической обработки деталей, холодное выдавливание осесимметричных деталей с полым отрезком и фланцем в его средней части, ввиду сложности процесса формоизменения, пока мало изучено. Поэтому расширение технологических возможностей холодного выдавливания деталей указанного типа является важным и актуальным.

Настоящая работа является составной частью работ, выполняемых по поручению Бюро Совета Министров СССР по машиностроению и Государственному заказу Министерства химической промышленности СССР на разработку технологии и создание оборудования для массового производства осесимметричных деталей с полым отрезком и фланцем в его средней части.

Цель работы заключается в разработке научно обоснованной методики проектирования технологических процессов изготовления деталей с полым отрезком и фланцем в его средней части и использовании разработанной методики для проектирования технологии изготовления подобных деталей на специализированных высокопроизводительных автоматах в условиях крупносерийного и массового производства.

Методика исследований. Результаты работы получены на основе теоретических и экспериментальных исследований. При выборе метода исследования учитывалось, что процесс холодного выдавливания осесимметричных деталей с полым отрезком и фланцем в его средней части является нестационарным по всему ходу пуансона и должен рассматриваться в каждый конкретный момент времени. Параметры формоизменения и силового режима зависят от всей преамбулы процесса. Поэтому в качестве метода исследования использован энергетический метод верхней оценки с применением вариацион-

ных принципов, согласно которому при жесткопластической модели свойств материала течение материала среди всех возможных полей скоростей соответствует такому, при котором обеспечивается минимальная мощность деформирования. Достоверность результатов теоретического исследования и их сходимость с результатами эксперимента определяются степенью соответствия принятых расчетных схем действительной картине течения металла. Для выбора расчетных схем и подбора подходящих функций скоростей течения использован экспериментально-аналитический метод координатных сеток, позволяющий оценить физическую картину поведения металла, определить форму и границы очагов деформации. По искажению координатной сетки подобраны аналитические выражения для скоростей течения металла, с учетом граничных условий и условия пластичности.

Научная новизна заключается в разработке методики определения кинематического состояния заготовки и основных параметров процесса холодного выдавливания осесимметричных деталей с полым отроостком и фланцем в его средней части. В результате теоретических и экспериментальных исследований определено влияние соотношений геометрических параметров инструмента и заготовки, условий трения на поверхностях контакта на кинематику течения металла, процесс формоизменения и силовой режим.

В процессе разработки технологического процесса создано принципиально новое устройство для изготовления осесимметричных полых ступенчатых деталей, по которому принято решение Государственной научно-технической экспертизы изобретений ВНИИГПЗ о выдаче авторского свидетельства на изобретение и выдаче патента авторам изобретения.

Практическая значимость работы состоит в разработке и внедрении в промышленность высокоэффективных технологических процессов холодного выдавливания осесимметричных деталей ступенчатой формы с полым отроостком и фланцем в его средней части из дефицитных сплавов цветных металлов. Использование результатов теоретических и экспериментальных исследований позволяет в первом приближении дать оценку конечному формоизменению и усилию деформирования путем вариации внешних факторов и выявить оптимальные условия протекания процесса.

Реализация работы. Результаты проведенных исследований апробированы в производственных условиях на Серпуховском опытном заводе кузнечно-прессового оборудования. Технологический процесс и методика расчета основных параметров холодного выдавливания

осесимметричных деталей с полым отростком и фланцем в его средней части использованы Центральным проектно-конструкторским бюро кузнечно-прессового машиностроения при создании специального холодноштамповочного многопозиционного автомата в соответствии с планом работ по Государственному заказу на создание научно-технической продукции.

Автомат предназначен для формообразования детали за четыре технологических перехода.

На позиции отрезки осуществляется отрезка мерной заготовки обрезным ножом закрытого типа и отрезной матрицей.

После отрезки заготовка транспортируется самым ножом на первую позицию штамповки, где осуществляется переталкивание, а затем осадка заготовки пуансоном в матрице.

На вторую и последующие позиции штамповки заготовка транспортируется механизмом переноса. На второй позиции пуансоном в матрице осуществляются вначале прямое выдавливание отростка, а затем обратное выдавливание втулки.

На третьей позиции штамповки в матрице пуансоном осуществляется окончательное формообразование детали с фланцем на полном отростке и производится прошивка отверстия. Выдра выбрасывается через противоположный пуансон в лоток для отходов.

На четвертой позиции штамповки осуществляется калибрование отверстия детали пуансоном и донной поверхности втулки противоположным пуансоном.

После этого деталь выталкивается в лоток для готовых изделий, по которому скатывается в тару.

Апробация работ. Основные положения работы доложены и обсуждены на научных семинарах кафедры МТ-6 МГТУ им. Н.Э. Баумана, ЦБКМ, ОКБ и др.

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 4 печатные работы, получено одно авторское свидетельство СССР с уведомлением ВНИИПИЗ об удовлетворении ходатайства о выдаче патента.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения и общих выводов, списка литературы и приложения. Работа изложена на 185 страницах машинописного текста, содержит 60 рисунков, 7 таблиц, список использованной литературы включает 78 наименований, приложение на 14 страницах.

Содержание работы

В первой главе приведен литературный обзор по современному состоянию изучаемого вопроса. Показана актуальность решения поставленной задачи. На основании выводов из анализа теории и практики холодного выдавливания и рассмотрения особенностей деформирования осесимметричных деталей с полым отростком и фланцем в его средней части сформулированы основные задачи исследования. Решение этих задач заключается в следующем:

- определении закономерностей формоизменения при различных схемах холодного выдавливания в зависимости от соотношений геометрических параметров инструмента и заготовки, механических характеристик обрабатываемого материала, условий трения на контактных поверхностях для отыскания рациональных способов регулирования течения;
- оценке предельного формоизменения за один переход на основе определения кинематического и деформированного состояния и современных теорий разрушаемости при пластическом деформировании;
- разработке методик определения усилий деформирования и контактных давлений на инструмент, необходимых для выбора оборудования и расчета инструмента на прочность;
- разработке методик определения напряжений и упругих деформаций в рабочем инструменте с целью обеспечения его прочности и жесткости посредством создания оптимальных предварительных натягов;
- широком использовании возможностей ЭВМ в расчетах процессов холодного выдавливания.

К наиболее часто встречающимся схемам холодного выдавливания относятся осесимметричные схемы комбинированного выдавливания. Наиболее разработанными являются схемы деформирования, приведенные в работах Ф.А.Коммеля, Л.Д.Сленина, Л.Г.Степаненко, В.М.Колесникова, Х.Х.Мянда, В.В.Грязнова, R. Geiger и др. В машиностроении применяется большое количество деталей, схема формоизменения которых может быть комбинацией двух и более типичных схем.

Однако ни одна из известных схем формоизменения и их комбинаций не позволяет получать холодным выдавливанием без дополнительной механической обработки осесимметричные детали с полым отростком и фланцем в его средней части типа детали "корпус нипеля". Процессы холодного комбинированного выдавливания подобных деталей ранее не исследовались, а имеющаяся информация не позво-

ляет выполнить расчеты, дающие положительные результаты выполняемых работ.

Во второй главе разработана методика теоретического исследования, на основе предварительных экспериментальных данных выбраны расчетные схемы и обоснованы принятые допущения. Подобраны подходящие функции скоростей течения и дано математическое описание кинематического состояния заготовки. Теоретический анализ формоизменения и силового режима проведен на основе энергетического метода с использованием вариационных принципов. Для этого получены математические выражения мощностей внешних и внутренних сил в зонах пластической деформации. Ввиду сложности полученных аналитических выражений мощностей решения выполнены с использованием ЭВМ. Приведены результаты расчетов и анализ закономерностей изменения основных параметров, характеризующих кинематическое состояние, формоизменение и силовой режим холодного выдавливания детали с полым острым концом и фланцем в его средней части в зависимости от изменения различных факторов.

При выполнении теоретических исследований проводились сравнения с результатами исследований, приведенными в работах А.Г. Овчинникова, Х. Кудо и др. Так, в начальной стадии обратного выдавливания наблюдается появление пластических деформаций вблизи острых кромок пуансона, аналогичное рассматриваемым в упомянутых работах. Непосредственно под торцом пуансона при определенном радиусе очка матрицы образуется область затрудненной деформации. Основным фактором, определяющим размеры этой области, являются условия контактного трения на торце пуансона. Сравнивая искажения координатной сетки, замечаем, что четкая граница, разделяющая недеформируемую часть заготовки от пластически деформируемой, отсутствует. Скорости деформации постепенно обращаются в нуль в полосе конечных размеров, где упругие и пластические деформации соизмеримы между собой. С изменением радиуса очка матрицы меняется характер распределения скорости течения частиц металла, а следовательно, распределение деформаций. При установившемся течении металла, выдавливаемого пуансонами в трубной и прутковой заготовках можно выделить области, аналогичные показанным в работах А.Г. Овчинникова при выдавливании ступенчатым пуансоном или гладким цилиндрическим пуансоном с плоским торцом. Схожесть условий внешнего нагружения и характера течения металла, с учетом результатов экспериментальных исследований, позволили принять расчетные схемы, принятые за основу при разработке математических моделей за-

зависимости напряженного состояния и усилия деформирования от технологических факторов путем совместного решения уравнений равновесия, кинематических, уравнений связи между напряжениями и скоростями деформаций при соблюдении условия пластичности.

Полученные теоретические и графические зависимости позволяют определить в первом приближении удельные усилия для конкретных соотношений геометрических размеров деталей типа изделия "корпус ниппеля" без проведения трудоемких опытных работ, могут быть использованы для расчетов при выборе инструментальной оснастки и определении потребной мощности используемого оборудования.

В третьей главе изложена методика экспериментальных исследований. Для исследований особенностей кинематики течения использован экспериментально-аналитический метод координатных сеток. Разработана экспериментальная установка, позволявшая в широком диапазоне изменять варьируемые параметры. Дан план эксперимента.

Экспериментальные исследования проводились с целью решения следующих задач:

1. Установление закономерностей влияния на кинематику течения, формоизменения и силовой режим холодного комбинированного выдавливания деталей типа "корпус ниппеля" различных факторов:

- а) соотношения геометрических параметров инструмента и заготовки;
- б) механических свойств материала заготовки;
- в) условий трения на поверхностях контакта.

2. Оценка достоверности результатов теоретических исследований.

Влияние соотношения геометрических параметров инструмента на кинематику течения металла изучалось при выдавливании составных образцов диаметром 11 мм и высотой 13 мм с нанесенной на меридиальную плоскость половинок координатной сетки с шагом $0,5 \pm 0,02$ мм.

Экспериментальные исследования проводились на установке, состоящей из гидравлического пресса П-125, универсального штампа со специальными датчиками и устройствами для выталкивания заготовок из очага матрицы или снятия ее с рабочей поверхности пуансона и регистрирующей аппаратуры, включающей усилитель ТА-5 и осциллограф Н-115.

Разработанная методика экспериментальных исследований позволяет проводить исследования кинематического состояния, процесса

формоизменения и силового режима при холодном комбинированном выдавливании осесимметричных деталей с полым отростком и фланцем в его средней части в широком диапазоне соотношений геометрических параметров инструмента и заготовки, при изменении характера упрочнения материала заготовки, а также при различном характере подготовки его поверхности. Методика позволяет оценить способность широко распространенного в промышленности сплава АМг-2 к пластическому деформированию выдавливанием в холодном состоянии.

В четвертой главе приводятся результаты экспериментальных исследований, дан анализ и их сравнение с результатами теоретических исследований.

Экспериментальные результаты показали хорошую сходимость с расчетными данными, подтвердили правильность принятых при теоретических исследованиях расчетных схем и допущений. Изучение кинематики течения методом координатной сетки позволило установить закономерности течения металла при холодном комбинированном выдавливании деталей с полым отростком и фланцем в его средней части. Установлено влияние соотношения геометрических параметров инструмента и заготовки, характера подготовки поверхности заготовки на особенности процесса формоизменения и его конечные параметры. Изучен характер изменения силового режима при различных условиях деформирования. Определено, что наибольшее влияние на кинематическое состояние заготовки оказывает соотношение геометрических параметров инструмента.

Данные эксперимента подтвердили ряд закономерностей, отмечаемых в работах В.А. Головина, А.Г. Овчинникова и других исследователей, при использовании цилиндрического пуансона с плоским торцем.

Жесткая область непосредственно под торцем пуансона практически всегда присутствует для всех соотношений размеров инструмента. Наибольшее упрочнение заготовки наблюдается вблизи острых кромок пуансона. Наличие неравномерного упрочнения (интенсивности деформации) приводит к затрудненному течению металла и, как следствие, вовлечению новых слоев в зону пластического деформирования, напряжение текучести которых еще равно первоначальному (неупрочненному) состоянию. Скорости течения (скорости деформации) обращаются в нуль или малы в полосе конечных размеров, где упругие и пластические деформации соизмеримы между собой. Однако принятая в теоретическом анализе модель жесткопластического тела

приводит к понятию узкой условной границы, разделяющей пластические области, либо пластическую и жесткую области между собой. Неравномерное распределение скоростей течения, приводящее к возникновению растягивающих напряжений, и интенсивный рост угловых деформаций, при определенных значениях радиусов матриц и пуансонов, могут привести к появлению трещин при комбинированном выдавливании малопластичных металлов и сплавов.

Результаты экспериментов показали, что условия трения существенного влияния на характер течения не оказывают.

В пятой главе разработаны рекомендации по проектированию технологических процессов изготовления деталей с полым отрезком и фланцем в его средней части методом холодного выдавливания.

Рекомендуемый технологический процесс включает операции отрезки, термической обработки, подготовки поверхности заготовок и холодное комбинированное выдавливание детали из трубной заготовки за два перехода в штампе или из прутковой заготовки за четыре перехода в холодноштамповочном многопозиционном автомате.

При изготовлении детали из трубной заготовки на первом переходе производят комбинированное выдавливание полости стакана и полого отрезка заготовки, на втором переходе выполняют формообразование фланца в средней части полого отрезка путем осадки стенок полого отрезка и перераспределения металла во фланец. При этом в полость отрезка помещают скользящий сердечник, который исключает складкообразование на внутренней поверхности полости отрезка.

При изготовлении детали из прутковой заготовки в холодноштамповочном многопозиционном автомате на первом технологическом переходе штамповки осуществляют выравнивание торцев заготовки и образование на ней заходной фаски.

На втором технологическом переходе производят обратное выдавливание полости стакана и прямое выдавливание отрезка заготовки.

На третьем технологическом переходе штамповки выполняют обратное выдавливание полости полого отрезка и формообразование фланца в его средней части, прошивку отверстия и удаление отхода ("выдры") через отверстие в противоположном пуансоне.

На четвертом технологическом переходе выполняют калибрование отверстия, фланца и внутреннего торца полости стакана.

Объем заготовки для каждого типа детали рассчитывается исходя из заданных геометрических параметров изделия. Окончательный

объем заготовки определяется с учетом технологических отходов. Исходными данными при расчете являются соотношения геометрических параметров детали и условия трения на контактных поверхностях. При определении длины полого отрезка прутковой заготовки необходимо учесть влияние объема фланца.

Непараллельность торцев заготовки должна быть не более 0,01 мм. Неперпендикулярность торцев к оси заготовки не должна превышать $0^{\circ}5'$. Шероховатость поверхностей — не более 2,5 по шкале *Ra*. Точность выполнения диаметрального размера — по *h9*, высоты по *h11*. Зазор между заготовкой и матрицей должен находиться в интервале 0,01 — 0,05 мм.

Термическая обработка заготовок производится для повышения показателей штампуемости. С этой целью для сплава АМг-2 принят отжиг: нагрев до $310 \pm 10^{\circ}\text{C}$, выдержка в течение 1 часа, охлаждение на воздухе.

Подготовка поверхности заготовок включает три этапа:

- а) удаление дефектов и очистка поверхности от окалин;
- б) образование на поверхности заготовки промежуточного слоя, так называемого носителя смазки;
- в) нанесение технологической смазки на заготовку.

Толщина подмазочного слоя должна быть не менее 0,1 мкм. Этим требованиям при обработке заготовок из сплава АМг-2, бронз, латуней во многом отвечает покрытие, наносимое пассивированием.

Требованиям к смазке, наносимой на подмазочный слой при холодном комбинированном выдавливании сплава АМг-2, в наибольшей степени отвечает Циатим 201.

Рекомендации включают требования к штамповой оснастке для выдавливания, основными элементами которой, приводящими к изменению формы заготовки, являются матрица, пуансон и противоупансон. Наиболее нагруженной деталью, подвергающейся большому износу, является матрица. Поэтому при ее изготовлении недопустимы острые углы и особенно подрезы в месте перехода от цилиндрической поверхности очка матрицы к торцевой поверхности дна. Для уменьшения усилия выталкивания и компенсации неравномерного износа стенки рабочей полости матрицы ее следует изготавливать с уклоном 30–40 минут. Шероховатость рабочих поверхностей должна быть не более 0,8 по шкале *Ra*. При изготовлении пуансонов и противоупансонов свободная часть их должна быть возможно короче, а переходы от одной поверхности к другой должны быть возможно более плавными. Для их изготовления рекомендуется использовать стали

10

типа РСМ5, предел прочности которых на сжатие не больше 3500 МПа, твердость НРС 61-62. Для вставок матриц рекомендуются стали Х12М или Х12Ф1, предел прочности на сжатие которых после закалки до твердости НРС 59-61 составляет 2950 МПа.

Увеличение прочности матриц достигается за счет напрессовки на них бандажей с определенным натягом. В результате матрице сообщается предварительная нагрузка, противоположная по знаку распорному усилию, вызываемому напряжениями при выдавливании. При штамповке с удельными усилиями, превышающими 2000 МПа, рекомендуется применять матрицы с двумя и более бандажами. При определении размеров матрицы и бандажей рекомендуется отношение наружного радиуса к внутреннему 1,6. Для напрессовки бандажей в холодном состоянии их рекомендуется выполнять коническими с углом наклона образующей $1^{\circ}30' \pm 5$ на сторону. Боковые поверхности матрицы и бандажей должны быть тщательно шлифованы, а углы сопрягаемых конусов должны совпадать, иначе не будет обеспечено прилегание посадочных поверхностей друг к другу и предварительное напряжение окажется недостаточным по величине и неравномерно распределенным.

При выборе материала для рабочего инструмента необходимо учитывать следующее:

а) карбидная неоднородность в структуре стали должна быть не более 3-го балла для пуансонов и противополопуансонов и не более 4-го балла для вставок матриц;

б) излом должен быть однородным и мелкозернистым;

в) карбидная сетка не допустима;

г) не должно быть пустот, пузырей, шлаковых включений, посторонних примесей;

д) на микрошлифе не должно быть пятен остаточного аустенита (после закалки).

В рекомендациях разработаны конструкции универсального штампа и инструмента, обеспечивающие процесс выдавливания детали из трубной и прутковой заготовок на одиночных прессах или многопозиционных холоднштамповочных автоматах.

В приложении к диссертации приводится расчет экономической эффективности от внедрения в народное хозяйство технологического процесса в автомата холоднштамповочного специального многопозиционного для изготовления деталей типа "корпус ниппеля" методом холодного выдавливания.

1. Предложен способ штамповки осесимметричных деталей с полым отростком и фланцем в его средней части, который позволяет повысить производительность и снизить трудоемкость процессов изготовления деталей по сравнению с механической обработкой более чем в 200 раз, увеличить коэффициент использования материала с 0,2 до 0,98, улучшить эксплуатационные характеристики изделия.

2. Разработана расчетная схема и методика определения кинематического состояния заготовки при холодном комбинированном выдавливании осесимметричных деталей с полым отростком и фланцем в его средней части из трубной и прутковой заготовок, которая позволяет определить распределение скоростей течения, скоростей деформаций по объему заготовки, установить влияние технологических факторов на состояние пластичности материала в данный момент деформирования и возникновение возможных мест нарушения сплошности заготовки.

3. Разработана методика расчета формоизменения и силового режима процесса, которая позволяет, не прибегая к эксперименту, определить в первом приближении характер формоизменения и усилия выдавливания, оценить стойкость инструмента и подобрать пресс.

4. Установленные математические зависимости мощностей внутренних сил от технологических факторов дают возможность для каждой конкретной детали выявить оптимальные технологические параметры процесса ее штамповки, обеспечивающие выполнение требований на изделие при минимальных затратах материала и энергии, при гарантированной стойкости инструмента.

5. Экспериментальные исследования, проведенные на основании разработанной методики, позволяют установить влияние соотношений геометрических размеров инструмента и заготовки, механических характеристик обрабатываемого материала и характера подготовки поверхности заготовки на основные параметры процесса холодного комбинированного выдавливания деталей указанного типа. Определено, что наибольшее влияние на процесс оказывают соотношения геометрических параметров инструмента. Установленные зависимости дают возможность на практике управлять процессом. Расхождения между расчетными и экспериментальными данными составляют не более 20%, что подтверждает правомерность принятой расчетной схемы и предложенной методики исследования процесса.

6. Разработанные рекомендации по проектированию технологи-

ческих процессов холодного комбинированного выдавливания осесимметричных деталей с полым отростком и фланцем в его средней части позволяют определить исходные данные для разработки технологических процессов изготовления деталей указанного типа и технического задания на проектирование оснастки.

7. Технологический процесс изготовления осесимметричных деталей с полым отростком и фланцем в его средней части, разработанный на основе выполненных теоретических и экспериментальных исследований, опробован в промышленных условиях на Серпуховском опытном заводе кузнечно-прессового оборудования. Ожидаемый экономический эффект от внедрения в народное хозяйство технологического процесса и специального многопозиционного холоднштамповочного автомата для изготовления деталей типа "корпус ниппеля" составляет 1,86 млн. руб.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Жоголев Ю.А. Силовой режим холодного выдавливания детали при схеме с тремя степенями свободы истечения металла // Известия вузов. Машиностроение. - 1990. - № 8.

2. Жоголев Ю.А., Пискарев М.Ю. Холодное выдавливание деталей из трубной заготовки // Известия вузов. Машиностроение. - 1991. - № 1.

3. Жоголев Ю.А., Пискарев М.Ю., Федченко Е.С. Методика определения силового режима и формоизменения при комбинированном выдавливании детали из трубной заготовки // Известия вузов. Машиностроение. - 1992. - № 1.

4. Жоголев Ю.А. Опыт холодного выдавливания цилиндрической детали с полым отростком и фланцем в его средней части // Кузнечно-штамповочное производство. - 1992. - № 9.

5. А.с. (СССР). Устройство для изготовления осесимметричных полых ступенчатых деталей / Ю.А. Жоголев, Н.М. Бухер, В.Г. Ермаков, Ю.П. Камбаров, А.Ф. Меркин.

Подписано к печати 12.11.92 г. Заказ 581. Объем 0,75. Тир. 100 экз.
Типография МГТУ.