

УДК 621.97.06

**ПЕРСПЕКТИВНОСТЬ СОЗДАНИЯ МАЛОГАБАРИТНЫХ
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ПРЕССОВ**© 2024 А.М. Дмитриев¹, Н.В. Коробова²¹ Российская академия наук, г. Москва, Россия² Московский государственный технологический университет «Станкин», г. Москва, Россия

Статья поступила в редакцию 02.12.2024

Показана структура классификации штамповочных прессов, подчеркнуты ширина и глубина приведенной их номенклатуры. Обращено внимание на обучение конструированию прессов с анализом как широты, так и глубины их конструкций. Отдано предпочтение широкому обучению в начале периода с углублением при выполнении и защите учебных проектов и лабораторного практикума. Показана прогрессивная связь между собой учебных проектов, выполняемых по специальности. Инновационный подход к конструированию специализированных прессов в статье продемонстрирован двумя разработанными их конструкциями для крупносерийного производства деталей как листовой их штамповкой, так и их формованием из металлических порошков.

Ключевые слова: виды штамповочных прессов, специализация штамповочных прессов, конструкции штампов, широта обучения конструкторов.

DOI: 10.37313/1990-5378-2024-26-6-5-13

EDN: EZYQHE

Кузнечно-прессовое машиностроение развивалось вместе с индустриализацией нашей страны. В годы реализации первых пятилетних планов развития народного хозяйства сформировалось справедливое в те годы представление, что нашу машиностроительную промышленность необходимо насыщать универсальным технологическим оборудованием – таким, которое позволяло бы выпускать широкую номенклатуру изделий. В частности, для обработки металлов давлением создавались универсальные прессы и молоты. Для производства на них конкретных видов поковок технологи создавали соответствующие штампы.

В результате такого конструкторского подхода в 1950-е – начале 60-х годов в нашей стране был осуществлен выпуск двух крупнейших в мире универсальных гидравлических прессов силой 75 тыс. т (750 МН). Главным конструктором проекта был выпускник кафедры МГТУ им. Н.Э. Баумана, осуществляющей подготовку специалистов по машинам и технологии обработки металлов давлением, проф., д.т.н. Б.В. Розанов. Названный выдающийся ученый-конструктор работал во ВНИИМЕТМАШ им. ак. А.И. Целикова. Позже, уже в 1970-х гг., под его руководством

был разработан проект изготовленного в Советском Союзе прессы силой 65 тыс. т для французской авиационной промышленности. При этом Советский Союз выиграл конкурс на создание этого прессы у США, ФРГ, Японии, Италии.

Отметим, что в последующие годы прессы, обладающие такой большой силой, не были созданы. Надо ли было создавать такие крупные прессы? Да, надо. Почему же в дальнейшем не строили прессы, обладающие такой и большей силой? По мнению авторов настоящей статьи, только пятилетнее планирование развития народного хозяйства в Советском Союзе позволяло сосредоточить средства для реализации таких проектов.

Указанная выше универсальность созданных прессов является относительной. Невозможно создать прессы, в равной степени целесообразные как для объемной, так и для листовой штамповки деталей. Это объясняется тем, что при объемной штамповке деталей, имеющих такую же площадь в плане, как при листовой штамповке, требуется многократно большая сила и, соответственно, многократно большая жесткость станины прессы, чем при листовой штамповке. Для штамповки выдавливанием прутковых и трубных деталей требуется многократно большая величина рабочего хода прессы по сравнению со штамповкой деталей, имеющих большую площадь в плане и относительно небольшую высоту. Можно привести и другие примеры относительности понятия универсальности прессы. Поэтому уточним, что указанные выше в настоящей

Дмитриев Александр Михайлович, член-корреспондент РАН, доктор технических наук, профессор, член отделения энергетики, машиностроения, механики и процессов управления РАН. E-mail: countess.olga@gmail.com
Коробова Наталья Васильевна, доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой пластического деформирования. E-mail: mt-6@yandex.ru

статье прессы были универсальными для применения в авиационной промышленности. На них штамповали деформированием объемных заготовок детали типа оребренных панелей, являющиеся составляющими частями фюзеляжей и крыльев самолетов. Универсальность прессов состояла в том, что в авиационной промышленности существует много вариантов деталей рассматриваемого типа, и штампованные поковки разных из числа этих вариантов деталей могут быть изготовлены на обсуждаемых прессах.

Прессы, относящиеся к категории универсальных [1-3], т.е. предназначенных для производства поковок широкого круга деталей с применением конкретного вида исходной заготовки и одного из видов пластического деформирования, подразделяют по типу привода, создающего энергию, необходимую для деформирования заготовки. В частности, создают механические прессы и гидравлические прессы. Исходным источником энергии в обоих этих видах прессов является электродвигатель. Однако преобразование энергии от источника до исполнительного звена происходит с применением устройств, входящих в указанные названия прессов. Также спецификой привода можно охарактеризовать универсальные установки для взрывной штамповки, установки для штамповки гидроударом, установки для электрогидравлической штамповки, установки для магнитно-импульсной штамповки. Помимо типа привода, прессы подразделяют по способу преобразования энергии от привода до исполнительного органа. В частности, создают кривошипные прессы и винтовые прессы.

Разработчики указанных выше типов машин сосредотачивают свое внимание на энергетических процессах, происходящих в «теле» разрабатываемой машины. Одной из основных их задач является достижение наибольшей энергии на выходе машины при наименьшей массе машины и наименьших потерях энергии в узлах машины. Также важной задачей является обеспечение высокопроизводительной работы создаваемой машины. При этом к менее приоритетным задачам они относят уменьшение отходов материала штампуемых заготовок при последующей обработке штампованных поковок резанием и сокращение производственного цикла изготовления изделий в целом. Помимо сокращения затрат энергии на стадии штамповки поковок, достоинством такого подхода является улучшение оцениваемого с позиций металловедения качества металла изделия в процессе перехода от исходной заготовки к штампованной поковке. Обработка давлением всегда считалась и считается средством создания изделий с особыми комплексами механических характеристик. Для изготовления штамповкой заготовок, нуждающихся в меньшей последующей

обработке резанием, разрабатывают прессы, предназначенные для выполнения на них более узкого круга штамповочных операций.

Наиболее кардинальным разделением всего парка создаваемых прессов [1] по видам технологических операций является разделение на прессы для объемной штамповки и прессы для листовой штамповки. В начале настоящей статьи было сказано, в чем состоит основное различие этих типов прессов между собой. Здесь уточним, почему необходимые силы прессов для листовой штамповки существенно меньше необходимых сил прессов для объемной штамповки при одинаковой площади в плане штампуемых изделий.

Листовой штамповке подвергают заготовки в виде металлического листа. Исходный металлический лист изготавливают в прокатных станах на металлургических предприятиях. При изготовлении деталей листовой штамповкой толщина исходной листовой заготовки в изделиях изменяется незначительно. Можно привести некоторую аналогию процесса листовой штамповки с изготовлением развертки макета объемной детали из листа бумаги и последующей её свертки в объемную деталь. При этом сила, необходимая для выполнения свертки, существенно меньше по сравнению с силой, необходимой для осуществления течения металла из деформируемой заготовки цилиндрической формы в разные области штампа для формирования участков заданной детали.

Универсальные прессы для листовой штамповки подразделяют на вырубные, пробивные, вытяжные, обтяжные.

Отдельно от разделения на прессы для объемной штамповки и прессы для листовой штамповки рассматривают прессы для гибки и правки листов и профилей, навивки пружин. Также существует широкая разновидность оборудования для резки заготовок.

Из общего парка принято выделять прессы для производства прутков, профилей и труб, а также прессы для формования изделий из металлических порошков. Можно еще упомянуть прессы для брикетирования металлических отходов. Такие прессы по их назначению используют в металлургической отрасли промышленности, а не в машиностроении. Тем не менее, создателями таких прессов являются машиностроители.

Ставя и решая задачу по уменьшению отходов материала при последующей обработке штампованных поковок резанием, было осуществлено создание следующих видов прессов для объемной штамповки, которые также относятся к категории универсальных [2, 3]. Однако их универсальность является более узкой, чем было рассмотрено выше в настоящей статье. Каждый из этих видов прессов предназначен для производства с его применением конкретного, более узкого, типажа поковок. Это, горизонтально-ковочные машины,

прессы для штамповки с обкатыванием, станы для поперечно-винтовой прокатки, прессы для поперечной прокатки клиновым инструментом, штамповочные вальцы, чеканочные прессы, обрезающие прессы, станы для раскатки колец, ротационно-ковочные машины, радиально-ковочные машины, рычажно-ковочные машины, станки для накатывания резьбы, шлицев и зубьев,

Прессы для гибки и правки листов и профилей подразделяют на листогибочные прессы и листогибочные машины с поворотной балкой. Также на валковые и роликовые листогибочные машины, валковые и роликовые правильные машины, профилигибочные машины, трубогибочные машины, машины для гофрирования труб, машины для правки растяжением, машины для навивки пружин.

Приведенное выше разделение может быть еще более углублено. В частности, валковые и роликовые листогибочные машины разделяют на валковые листогибочные машины, фальцегибочные машины, зиг-машины, многопарнороликовые профилировочно-гибочные машины. Аналогичное углубление может быть проведено почти для каждого из названных выше типов машин.

В качестве некоторого отступления от темы статьи приведем следующее обсуждение. В последние годы в выступлениях докладчиков и экспертов в области образования появился термин «компетенции». При этом, как бывало и раньше с другими терминами, появление этого термина произошло спонтанно. Пытаясь осознать смысл этого термина, авторы настоящей статьи вспомнили отрезок времени, относящийся к их трудовой жизни в МВТУ им. Баумана. В этот отрезок времени назначенный в 1986 г. новый ректор знакомился с кафедрами ВУЗа. Термин «компетенции» тогда не использовался. Во время докладов заведующих кафедрами, регулярно выносимых на заседания Ученого Совета, ректор требовал, чтобы заведующие кафедрами перечислили, разработке каких именно относящихся к специальности машин учат студентов на их кафедре. Акцентировалось внимание не на широте разновидностей, а на глубине изучения машин. Требовалось обучать студентов конструкциям конкретных отобранных из всего многообразия машин. Акцент на изучение конструкций конкретных машин и даже отдельных их узлов делался потому, что изучение машины в целом расценивалось как очень расплывчатое.

Если опереться на этот опыт, то «компетенции» – это знание не просто конструкций машин, относящихся к рубрикам классификаций по разным техническим областям, аналогичных приведенной выше классификации разновидностей прессов. Это должно быть очень детализированное знание. При этом неизбежно сильное сужение знания конструкций всех машин,

относящихся к данной специальности.

Альтернативой изложенному подходу является ознакомительное изучение конструкций всех прессовых машин из классификации, фрагменты которой приведены выше в настоящей статье. При выполнении учебных студенческих проектов в задании конструктору будущей машины формулируется только проблема, которая должна быть решена с помощью создаваемой им машины. Далее будущий конструктор уточняет для себя это задание, имея полный классификатор машин, а также сведения о географическом расположении предприятия, для которого проектируется машина. В частности, возможные источники энергии, близость и специфика металлургических заводов и т.п. Двигаясь с учетом этих сведений, конструктор «углубляется» по классификации, фрагмент которой был приведен выше, рассматривая альтернативные варианты возможных конструкций узлов будущей машины. В этом «углублении» и решении частных вопросов он обладает полной самостоятельностью и может принимать решения на уровне научной и технической новизны.

Таким действиям традиционно обучали в МВТУ (с октября 1988 г. – МГТУ) им. Баумана. Говоря о подготовке специалистов по машинам и технологии обработки металлов давлением, отметим, что студенты дважды за годы своей учебы знакомились с конструкциями прессовых машин из приведенной выше классификации. Первое знакомство проходило при изучении курса по технологии конструкционных материалов в течение начальных годов обучения. С 4-го курса студентов обучали уже на профилирующих по их специальностям кафедрах. Выполненные студентами курсовые проекты защищали обязательно перед комиссией из нескольких преподавателей кафедры в присутствии других студентов из группы. Преподаватели и студенты задавали тому, кто защищал проект, много вопросов. Очень ценилась оригинальность технических решений. В структуру проекта по кузнечным машинам непременно включали 1, 2 или 3 (в зависимости от сложности детали) рабочих чертежа оригинальных деталей машины. Эти чертежи выполнялись для специалистов станкоинструментальных цехов, которые будут изготавливать в дальнейшем детали будущих прессов. При этом наличие нескольких преподавателей в комиссии позволяло внимательно проверить размерные цепи, простановку допусков и посадок на чертежах, материалы и термическую обработку деталей пресса, а также тщательность расчетов, приведенных в расчетно-пояснительной записке.

Курсовые проекты в учебном плане специальности были расставлены по курсам обучения в такой последовательности, что первые по очередности из них включали в себя задания по

технологии штамповки, а следующие по кузнечно-штамповочному оборудованию. Те студенты, которые успешно справились с курсовым проектом по оборудованию, продолжали этот проект на этапе дипломного проектирования. Другие студенты, не достигшие успеха в курсовом проекте по оборудованию, при получении задания на дипломное проектирование «отступали» к продолжению одного из своих прежних проектов по технологии.

На преддипломном курсе учебы студенты специальности в качестве лабораторных работ выполняли цикл исследования отдельного прессы или молота. Это можно назвать лабораторным практикумом. Исследуемые прессы были достаточно крупными: 100...400 тс (1...4 МН). Студентов, выполнявших цикл работ в рамках указанного исследования, объединяли в группы по 6-8 человек. В каждой группе студенты сами выбирали бригадира. После этого, пользуясь изданным методическим руководством, студенты каждой группы производили частичную разборку-сборку и исследование предоставленной их группе машины. Выполняемая в течение дня (6...8 ч) каждая лабораторная работа из цикла являлась продолжением части исследования, проведенного группой на предыдущей неделе. Предоставленный группе для описываемого исследования пресс или молот в другие дни недели был задействован в лабораторных работах по технологии, выполняемых на младших курсах. Поэтому после каждого проведенного этапа исследования он должен был находиться в полностью рабочем состоянии. Преподаватель всегда присутствовал в помещении лаборатории, но только изредка отвечал на вопросы, которые ему имел право задать бригадир студенческой группы. Вопросы касались организационных моментов. Учебными мастерами на кафедре работали студенты, обучавшиеся по вечерней форме образования. Они учились на младших курсах и мало чем могли помочь исследователям. Студенты-вечерники старших курсов работали уже на промышленных предприятиях.

В цикле проводимых исследований, например, кривошипного прессы измеряли размеры маховика, после чего рассчитывали момент его инерции, при работе прессы измеряли скорости вращения входящего, главного и промежуточного валов прессы, измеряли моменты сопротивления на каждом из валов. Изменения скорости вращения сопоставляли с вкладом, вносимым инерцией маховика в работу деформирования заготовки. Строили графики изменения скоростей вращения валов в процессе штамповки в зависимости от изменения технологической нагрузки. Для имитации нагрузки использовали специально изготовленные нагрузочные гидроцилиндры с возможностью регулирования дав-

ления жидкости.

Каждой группе студентов предоставляли комплект измерительной аппаратуры. Этими же комплектами пользовались аспиранты кафедры, проводившие исследования созданных ими штамповочных машин. Поэтому комплекты измерительной аппаратуры периодически заменяли по мере их морального устаревания и появления более современных приборов.

Результаты проведенного исследования каждая группа докладывала (защищала) на конференции перед преподавательским составом кафедры и своими коллегами из других исследовательских групп. При этом с докладом должен был выступить каждый студент, и каждый студент получал индивидуальную оценку. Для своего доклада каждый студент оформлял иллюстративный материал. Бригадир распределял между студентами своей группы темы докладов таким образом, чтобы получился цельный отчет о проведенном исследовании машины.

Одним из результатов описанного лабораторного практикума являлось развитие у студента, планирующего поступать в аспирантуру, представления о том, какое исследование созданной непосредственно им в период его учебы в аспирантуре машины он проведет до написания диссертации.

Заканчивая наше некоторое отступление от темы статьи, отметим, что иностранные термины типа «компетенции» появлялись в русском языке парами. Например, – появление в конце 1980 гг. терминов «маркетинг» и «менеджмент». Появлялись они в выступлениях чиновников, при этом выступавшие иногда путали их местами. Парным термином термину «компетенции» и при этом полярным ему по смыслу в наши дни является термин «инновации». Описанный выше лабораторный практикум сильно стимулировал будущего аспиранта-конструктора применить непременно инновационный подход к созданию им при учебе в аспирантуре своей прессовой машины. При инновационном подходе разработка, изготовление, сборка и наладка машины могут быть менее трудоемкими в результате большей рациональности конструкции машины с позиций конкретно поставленной задачи.

Приведенная выше классификация произведена начиная от прессы, обладающих большей универсальностью, и переходя к прессам, обладающим меньшей универсальностью и большей специализацией [4, 5]. Тем не менее, все указанные прессы относятся к универсальным, поскольку для изготовления на них штампованных заготовок конкретных деталей каждый из этих прессы необходимо оснастить штампом. Конструкция и качество изготовления штампа в значительной степени определяет качество производимых на прессе поковок.

Прессы, особенно обладающие большими но-

минальными силами, являются технологически машинами с большим сроком их эксплуатации. В период этого срока совместно с названными прессами используют заменяемые штампы, в том числе штампы разных конструкций. Штампы разных конструкций периодически устанавливаются на прессы для производства требуемой партии тех или иных штампованных поковок. Срок службы штампов является значительно меньшим по сравнению со сроком службы прессов. Помимо разных габаритов и разных сроков службы, выдача «путьков в жизнь» для прессов и штампов различается оформлением различной разрешающей документации: очень сложной и объемной для прессов и значительно менее сложной для штампов.

В результате указанных выше условий прессы изготавливают на специализированных прессостроительных предприятиях. Для большинства прессов, названия которых были приведены в настоящей статье выше, разработаны и утверждены Государственные стандарты. Некоторые из этих стандартов являются недостаточно понятными из-за утвержденных в них диапазонов сил прессов рассматриваемой конструкции. Например, если рассмотреть [6, 7] то можно убедиться, что в промышленности ведущее место занимают кривошипные прессы. Среди них широко распространены горячештамповочные прессы (КГШП). Однако согласно стандарту их выпускают с силами 6300 – 63000 кН. При таких силах осуществляют горячую объемную штамповку крупных и очень крупных поковок. Для выпуска менее крупных поковок конструкции КГШП в стандарте не отражены.

Целесообразность создания мелких прессов подтвердил опыт Оренбургского завода, выпустившего в середине 80-х годов партию прессов силой 50 кН. Эти прессы вызвали активный спрос потребителей.

Рассматривая конструкции гидравлических прессов, отметим, что различие в них заключается, в первую очередь, в количестве узлов, приводимых в движение от гидравлического привода. В простейшем варианте гидравлического пресса таким узлом может быть только один ползун, совершающий возвратно-возвратно-поступательное движение в зависимости от подачи жидкости в две разные полости гидроцилиндра: полость рабочего хода и полость возвратного хода. Ползун и гидроцилиндр установлены на станине, имеющей форму рамы.

Существенным функциональным отличием гидравлических прессов от кривошипных является график изменения допустимой силы на ползуне по ходу перемещения ползуна. У кривошипного пресса номинальная сила, указанная в его технической характеристике, развивается вблизи окончания рабочего хода пресса, на котором осуществляется деформирование штампуе-

мой заготовки. У гидравлического пресса с безаккумуляторным приводом номинальная сила может быть приблизительно постоянной на протяжении всего рабочего хода ползуна пресса. Величина этой силы определяется сопротивлением штампуемой заготовки ее деформированию.

Прессы, особенно гидравлические, как устройства для создания рабочей силы могут использоваться на протяжении многих лет. В советский период истории нашей страны это было бы невозможно из-за соблюдения принципа социалистического ценообразования, когда оборудование амортизировало капиталовложение на его создание путем переноса частями на цену произведенной на нем продукции. После завершения регламентированного периода амортизации капиталовложения оборудование подлежало утилизации.

В настоящее время гидравлических прессов, которые могут рассматриваться как приводы для работы штампов, немало. Особо выделим технологические процессы штамповки, в которых требуется создание комбинированного нагружения заготовки. К реализации указанных операций имеют место два подхода. Первый – использование универсальных прессов и применение штампов специальных конструкций, создающих комбинированное нагружение заготовки. Второй – создание специализированных прессов, у которых в конструкцию заложены приводы механизмов, перемещающие с требуемыми силами и ходами рабочие инструменты для заданного нагружения заготовки.

Примером первого подхода является штамп, разработанный группой конструкторов под руководством Е.П. Добрякова [5, 8]. В указанных работах штамп очень сложной конструкции был установлен на пресс-автомат марки ДА1536 для производства порошковых деталей. Этот пресс, имеющий простейшую описанную выше схему, назван автоматом благодаря наличию бункера, в котором находится подготовленная для формования на прессе порошковая шихта, а также системы устройств, предназначенных для подачи этой шихты в матрицу штампа. Возможность устанавливать в рабочее пространство этого пресса штампов различной конструкции позволила формировать на прессе широкий круг деталей из металлических порошков. Примером второго подхода является разработка малогабаритных специализированных прессов [9].

В настоящей статье первый рассмотренный выше подход применен авторами при разработке технологического процесса и создания штампа для производства деталей типа глубоких стаканов с протяженной конической придонной частью, переходящей в цилиндрическую часть. Вытяжка такой детали из плоской круглой заготовки производится с соблюдением последовательности формоизменяющих переходов,

показанной на рис. 1. Описанная форма рассматриваемой детали видна на рис. 1 в позиции д).

Переход от позиции 1, в) к позиции 1, д) (см. рис. 1) заключается в вытяжке придонной части детали, имеющей коническую форму. Он является наименее изученным по сравнению с другими переходами. Традиционные методы штамповки из листовых заготовок деталей конической формы с дном характеризуются многопереходностью [10]. Объясняется это следующим. Штампуемый деталь рассматриваемой формы пуансон имеет рабочую часть, соответствующую конической части детали, т.е. форму усеченного конуса. В начале штамповки пуансон соприкасается с заготовкой своим торцом, имеющим наименьший диаметр. Пустота матрицы, в которой производится вытяжка детали, имеет диаметр, соответствующий наибольшему диаметру штампуемого стакана. Таким образом, между рабочим торцом пуансона и полостью матрицы имеет место большой зазор. Расположенная напротив этого зазора значительная кольцевая часть круглой заготовки находится вне контакта с пуансоном и матрицей, и при деформировании в ней под действием тангенциальных сжимающих напряжений образуются гофры. В центральной части заготовки, расположенной под торцом пуансона, имеющим наименьший диаметр, происходит значительное местное утонение, возможен даже разрыв заготовки.

В связи со сказанным выше, в настоящее время детали конического типа штампуют, постепенно увеличивая высоту конической части детали в течение нескольких переходов. На рис. 2 приведена иллюстрация из работы [10] такого формоизменения заготовки. Показанная ногопереходность обусловлена предельной величиной формоизменения заготовки от перехода к переходу, которое можно произвести без разрыва материала.

Авторами настоящей статьи разработаны операции вытяжки рассматриваемой детали в матрице с изменяющимся диаметром полости. Заготовкой для последующей вытяжки являются цилиндрический стакан или стакан, имеющей коническую часть, диаметр дна которой существенно больше диаметра дна готовой детали, а высота конической части соответственно меньше. Матрица в каждый момент прохождения конической части пуансона через некоторую плоскость ее поперечного сечения имеет в этой плоскости диаметр, равный диаметру поперечного сечения пуансона этой плоскостью, плюс двойная толщина стенки заготовки. По мере увеличения диаметра конической части пуансона, проходящей через эту плоскость, изменяется диаметр полости матрицы. При этом, в отличие от вытяжки, например, в эластичную среду, дно заготовки и уже вытянутая придон-

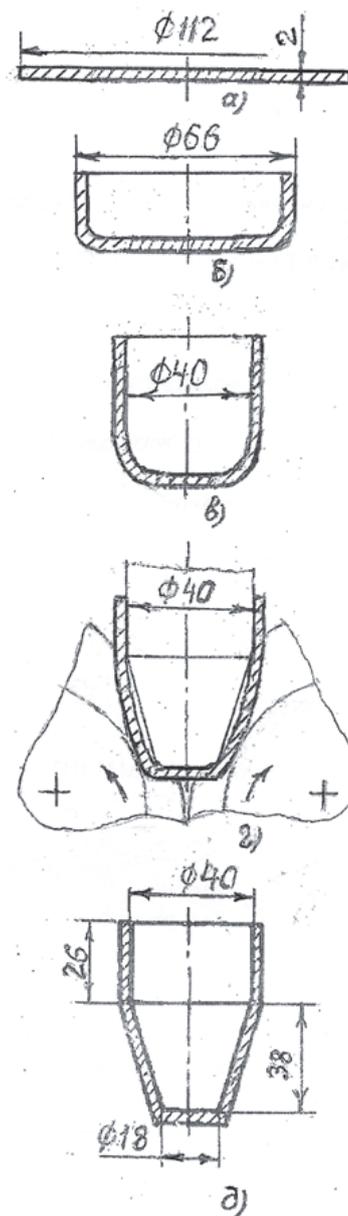


Рис. 1. Последовательность формоизменяющих переходов вытяжки из круглой заготовки детали с конической придонной частью

ная коническая часть детали не испытывают сопротивления со стороны эластичной среды. Если бы это сопротивление имело место, КПД штамповки был бы уменьшен.

На рис. 1, 2 тонкими линиями очерчены диаметральные разрезы изменяющегося контура полости матрицы и контура пуансона. Изменение диаметра полости матрицы в процессе штамповки обеспечивается благодаря использованию в качестве матрицы полости кованых вальцов, схематично показанных на рис. 3. Вальцы приводятся в движение посредством совершающего рабочий ход пуансона штампа. В конструкции вальцов имеется рабочая полость, в которой осуществляется формообразование детали, также вальцы имеют осевое ци-

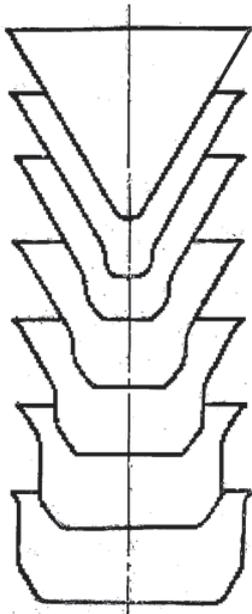


Рис. 2. Постепенное увеличение конической части при вытяжке детали

линдрическое отверстие для выталкивания на заключительном этапе штамповки изготовленной детали силой, приложенной со стороны ее донной части. Зубчатые сегменты валцов, расположенные с их сторон, противоположных рабочей полости, предназначены для взаимодействия с применяемыми в конструкции штампа зубчатыми рейками. При взаимодействии зубчатых сегментов валцов с зубьями реек создается сопротивление повороту валцов и таким образом оказывается давление на заготовку при изменении диаметра матрицы. Сопротивление перемещению зубчатых реек осуществляется системой телескопических пневмоцилиндров

Схема действия элементов рабочих элементов штампа [10], применяемого в позиции 1, 2 формоизменения заготовки, показана на рис. 3.

При вытяжке в расширяющейся матрице на первом этапе (рис. 3, а) валцы совершают движение в направлении, показанном на рис. 3, а стрелкой ω , и осуществляемой крутящим моментом $M_{кр}$. В это же время пуансон совершает незначительное движение назад, как показано стрелкой v_n , оказывая сопротивление, величина которого ($P_{сопрот}$) достаточна для того, чтобы происходило формоизменение заготовки. Для создания сопротивления величиной $P_{сопрот}$ пуансон установлен в верхней плите штампа с опорой на пакет тарельчатых пружин.

На втором этапе формоизменения заготовки (рис. 3, б) пуансон движется вниз, проталкивая заготовку через валцы, которые поворачиваются со скоростью, показанной стрелкой ω , в направлении, противоположном направлению их поворота на первом этапе. При этом в конструкции штампа создается сопротивление повороту валцов.

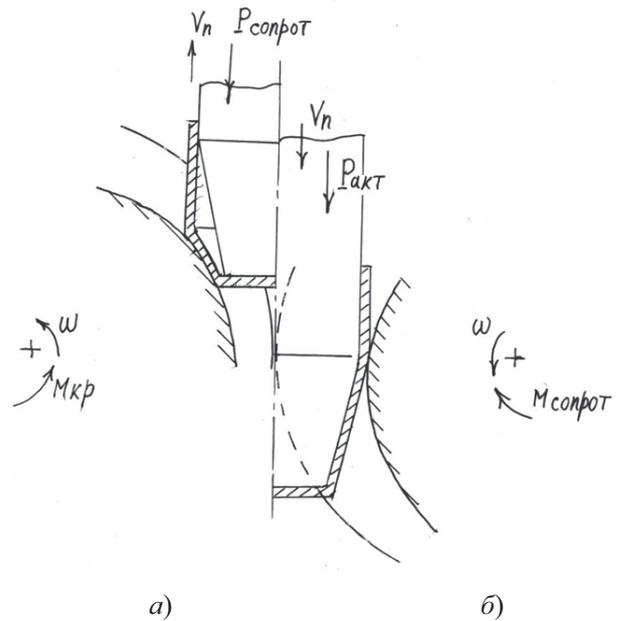


Рис. 3. Схема действия рабочих элементов штампа

Величина момента оказываемого сопротивления ($M_{сопрот}$) повороту валцов создает силу, достаточную для формоизменения заготовки.

Необходимость в двухэтапном деформировании вызвана следующим. Если нет первого этапа и заготовку, имеющую дно с диаметром, незначительно меньшим диаметра ее цилиндрической части, устанавливают на валцы, развернутые так, что диаметр образованного ими отверстия соответствует наименьшему диаметру детали, и проводят вытяжку проталкиванием заготовки через матрицу, то острые кромки фильеры валцов врезаются в дно заготовки, что приводит к браку.

Конструкции штампов для осуществления вытяжки конических деталей в матрице с изменяющимся диаметром полости приведены в работе [10]. Также разработанная авторами настоящей статьи конструкция штампа, в которой используются валцы с изменяющимся размером выполненной в них полости для производства деталей сложной формы из порошковых сталей, приведена в работе [11].

Примером второго указанного выше в настоящей статье подхода к реализации комбинированного нагружения штампуемой заготовки является создание малогабаритных специализированных прессов (рис. 4), которые содержат приводы механизмов, перемещающие с требуемыми силами и ходами рабочие инструменты.

Показанный на рисунке пресс 4 [5] предназначен для формования высокоплотных стаканов из железного порошка. В прессе главный гидроцилиндр 2 является одновременно станиной. Главный гидроцилиндр содержит два поршня: 4 и 7. Шток 1 поршня 4 является гиль-

зой вспомогательного гидроцилиндра с поршнем 3 и штоком 6, на котором установлен пуансон 11, второй пуансон 5 установлен на штоке 1.

Поршень 7 неподвижно соединен с матрицейдержателем 8, в котором находится матрица 9. Третий пуансон 11 (контрпуансон) установлен на станине 2.

Пресс работает следующим образом. В матрицу 9 засыпают металлический порошок, смешанный с пластификатором. Подачей жидкости в рабочие полости гидроцилиндров инструменты отводят в положение, при котором торец пуансона 5 находится выше торца пуансона 11 и является оправкой, формирующей полость в заготовке. Матрица находится в нижнем положении (рис. 4, справа).

При рабочем ходе вначале подается жидкость в полость Б, при этом полость Г соединяется со сливом, а входы в полости А и В закрыты. Матрица 9 поднимается, и пуансон 10 закрывает ее горловину. Затем подают рабочую жидкость в полость В, при этом полость Б соединяют со сливом. Входы в полости А и Г закрыты. Пуансон 11 поднимается и уплотняет стенку формируемого стакана. После окончания уплотнения стенки подают рабочую жидкость в полость Г, при этом полость Б соединяют со сливом, а входы в полости А и В закрыты. Матрица перемещается вниз и активно направленными напряжениями контактного трения дополнительно уплотняет стенку формируемого стакана. Затем подают рабочую жидкость в полость А при соединенной со сливом полости Б и закрытых входах в полости В и Д. При этом пуансоны 5 и 11 калибруют дно стакана.

После окончания формования последовательной подачей жидкости в одну из полостей каждого гидроцилиндра при соединении другой со сливом и одновременном перекрытии входов в оставшиеся две полости производят раскрытие штампа и извлечение изделия. Преимуществом пресса, показанного на рис. 4, является его работа от одного насоса.

Таким образом, современные технологические процессы производства высококачественных деталей обеспечены разработанным отечественным прессовым оборудованием. При этом простота сборки производимых специализированных прессов позволяет изготавливать их для собственных нужд машиностроительным предприятиям, не специализированных на выпуске прессов, а заинтересованных в наличии описанных прессов для производства продукции, соответствующей профилю этих предприятий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Машиностроение. Энциклопедия. Машины и оборудование кузнечно-штамповочного и литейного производства. Т. IV-4 / Ю.А. Бочаров, И.В. Матвеевко и др. [под общ. ред. Ю.А. Бочарова, И.В. Матвеевко]. – М.: Машиностроение. – 2005. – 926 с.

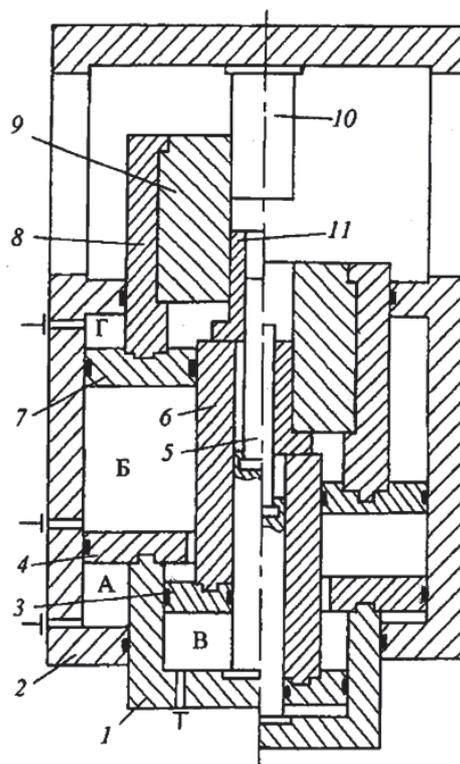


Рис. 4. Компактный многофункциональный гидропресс

2. Живов, Л.И. Кузнечно-штамповочное оборудование: Учебник для вузов [под ред. Л.И. Живова] / Л.И. Живов, А.Г. Овчинников, Е.Н. Складчиков. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. – 560 с.
3. Бочаров, Ю.А. Кузнечно-штамповочное оборудование: Учебник для вузов / Ю.А. Бочаров. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 480 с.
4. Степанов, Б.А. Технологические особенности и специализированное оборудование для штамповки с кручением / Б.А. Степанов, А.Г. Матвеев. – М.: Изд-во Политех. ун-та, 2021. – 134 с.
5. Дмитриев, А.М. Технологичность конструкций создаваемых малогабаритных специализированных прессов / А.М. Дмитриев, Н.В. Коробова, А.Ю. Аксененко, Н.С. Толмачев // Сборка в машиностроении, приборостроении. – 2012. – № 11. – С. 3-9.
6. Свистунов, В.Е. Кузнечно-штамповочное оборудование. Кривошипные прессы: Учебное пособие / В.Е. Свистунов. – М.: Изд-во МГИИндустр. ун-та, 2008. – 697 с.
7. Бурдуковский, В.Г. Оборудование кузнечно-штамповочных цехов. Кривошипные машины: учеб. пособие / В.Г. Бурдуковский, Ю.В. Игнатович. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2018. – 168 с.
8. Волкогон, Г.М. Прогрессивные технологические процессы штамповки деталей из порошков и оборудование / Г.М. Волкогон, А.М. Дмитриев, Е.П. Добряков и др. – М.: Машиностроение, 1991. – 320 с.
9. Дмитриев, А.М. Расширение применения штамповки холодным выдавливанием путем разработки прессов, создающих активно направленные силы контактного трения / А.М. Дмитриев, Н.В. Коробова, Н.С. Толмачев // Станкоинструмент. – 2024. – № 4 (037). – С. 48-54.

10. *Дмитриев, А.М.* Разработка операции листовой штамповки и конструкции штампа для изготовления глубоких стаканов с конической придонной частью / А.М. Дмитриев, Н.В. Коробова // Заготовительные производства в машиностроении. – 2022. – Т. 20. – № 3. – С. 116-125.
11. *Дмитриев, А.М.* Применение вальцов с фигурными полостями для формования высокоплотных изделий из порошковых сталей / А.М. Дмитриев, Н.В. Коробова // Вестник МГТУ «Станкин». – 2020. – № 4 (55). – С. 35-39.

PROSPECTS OF CREATING SMALL-SIZED SPECIALIZED PRESSES

© 2024 A.M. Dmitriev¹, N.V. Korobova²

¹ Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

² Moscow State Technological University “Stankin”, Moscow, Russia

The structure of the classification of stamping presses is shown, the width and depth of their specified nomenclature are emphasized. Attention is paid to training in the design of presses with an emphasis on both the breadth and depth of analysis of their designs. Preference is given to extensive training at the beginning of the period with deepening in the implementation and protection of training projects and a laboratory workshop. The progressive connection between educational projects performed in the specialty is shown. An innovative approach to the design of specialized presses is demonstrated. In the article by two designs developed by them for large-scale production of parts both by their sheet stamping and their molding from metal powders.

Keywords: types of stamping presses, specialization of stamping presses, stamp designs, breadth of training for designers.

DOI: 10.37313/1990-5378-2024-26-6-5-13

EDN: EZYQHE

REFERENCES

- Mashinostroenie. Enciklopediya. Mashiny i oborudovanie kuznechno-shtampovochnogo i litejnogo proizvodstva. T. IV-4 / Yu.A. Bocharov, I.V. Matveenkov i dr. [pod obshch. red. Yu.A. Bocharova, I.V. Matveenkov]. – M.: Mashinostroenie. – 2005. – 926 s.
- Zhivov, L.I.* Kuznechno-shtampovochnoe oborudovanie: Uchebnik dlya vuzov [pod red. L.I. Zhivova] / L.I. Zhivov, A.G. Ovchinnikov, E.N. Skladchikov. – M.: Izd-vo MG TU im. N.E. Bauman, 2006. – 560 s.
- Bocharov, Yu.A.* Kuznechno-shtampovochnoe oborudovanie: Uchebnik dlya vuzov / Yu.A. Bocharov. – M.: Izdatel'skiy centr «Akademiya», 2008. – 480 s.
- Stepanov, B.A.* Tekhnologicheskie osobennosti i specializirovannoe oborudovanie dlya shtampovki s krucheniem / B.A. Stepanov, A.G. Matveev. – M.: Izd-vo Politekh. un-ta, 2021. – 134 s.
- Dmitriev, A.M.* Tekhnologichnost' konstrukcij sozdavaemykh malogabaritnykh specializirovannykh pressov / A.M. Dmitriev, N.V. Korobova, A.Yu. Aksenenko, N.S. Tolmachev // Sbornik v mashinostroyeni, priborostroyeni. – 2012. – № 11. – S. 3-9.
- Svistunov, V.E.* Kuznechno-shtampovochnoe oborudovanie. Krivoshipnye pressy: Uchebnoe posobie / V.E. Svistunov. – M.: Izd-vo MGIndust. un-ta, 2008. – 697 s.
- Burdukovskij, V.G.* Oborudovanie kuznechno-shtampovochnykh cekhov. Krivoshipnye mashiny: ucheb. posobie / V.G. Burdukovskij, YU.V. Ignatovich. – Ekaterinburg: Izd-vo Ural. un-ta, 2018. – 168 s.
- Volkogon, G.M.* Progressivnye tekhnologicheskie processy shtampovki detalej iz poroshkov i oborudovanie / G.M. Volkogon, A.M. Dmitriev, E.P. Dobryakov i dr. – M.: Mashinostroenie, 1991. – 320 s.
- Dmitriev, A.M.* Rasshirenie primeneniya shtampovki holodnym vydavlivaniem putem razrabotki kontaktного treniya / A.M. Dmitriev, N.V. Korobova, N.S. Tolmachev // Stankoinstrument. – 2024. – № 4 (037). – S. 48-54.
- Dmitriev, A.M.* Razrabotka operacii listovoj shtampovki i konstrukcii shtampa dlya izgotovleniya glubokih stakanov s konicheskoy pridonnoy chast'yu / A.M. Dmitriev, N.V. Korobova // Zagotovitel'nye proizvodstva v mashinostroyeni. – 2022. – Т. 20. – № 3. – С. 116-125.
- Dmitriev, A.M.* Primenenie val'cov s figurnymi polostyami dlya formovaniya vysokopltnykh izdelij iz poroshkovykh staley / A.M. Dmitriev, N.V. Korobova // Vestnik MG TU «Stankin». – 2020. – № 4 (55). – С. 35-39.

Aleksandr Dmitriev, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Technical Sciences, Professor, member of the Department of Power Engineering, Mechanical Engineering, Mechanics and Control Processes of the Russian Academy of Sciences.

E-mail: countess.olga@gmail.com

Natalia Korobova, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Plastic Deformation.

E-mail: mt-6@yandex.ru