

Энгельсский технологический институт (филиал) федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕССОВ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ

Методические указания к выполнению практических работ по дисциплине
«Оборудование штамповки и прессования»
для студентов направления
15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных
производств»
очная и заочная форма обучения

Энгельс 2025

Цель работы - изучение классификации прессового оборудования общего назначения для обработки листового материала давлением.

История развития кузнечно-штамповочного производства

Ковка является одним из самых древних способов обработки металлов. Для защиты от зверей и врагов, а также для охоты и обработки земли первобытный человек ковкой изготавливал из железа боевое оружие и орудия мирного труда.

Простейшими инструментами и оборудованием дляковки были молоток, клещи, наковальня и горн, известные человеку еще в доисторические времена. Так, например, Гомер в «Одиссее» описывает кузницу бога Гефеста, а на одном из римских саркофагов имеется изображениековки в древней кузнице, оснащенной примитивным оборудованием и инструментом. Кузнечная обработка металлов применялась скифами, населявшими среднюю и южную части нашей страны, уже с третьего тысячелетия до нашей эры [1,15,33].

Незначительное количество метеоритного железа, содержащего в камнях (метеоритах), падающих из атмосферы на землю, из которого изготавливались железные изделия, толкнуло человека на поиски новых способов получения железа путем восстановления его из руды. Этот процесс был связан с длительной и тяжелой проковкой кусков железа, для которой стали применяться в начале XVI века механические рычажные молоты с весом падающих частей (700-1500 Н), приводимые в движение водой рек и озер. В зависимости от того, на какую точку рычага действовало кулачковое колесо, сидевшее на одном валу с водяным, молоты назывались заднебойными или хвостовыми, среднебойными и лобовыми.

Применялись также копровые или пестовые молоты в местах, где по каким-либо причинам нельзя было воспользоваться энергией воды. Бабу таких молотов поднимали 7-10 человек за канат, перекинутый через блок, затем сразу отпускали; баба падала и наносила удар по поковке.

Паровой молот. Промышленная революция XVIII в. особенно ярко отразилась на металлургической и металлообрабатывающей промышленности. Постройка железных дорог, паровозов, вагонов, пароходов шла очень быстрыми темпами и требовала соответствующих механизмов для изготовления тяжелых и больших поковок.

В 1784 г. в Англии Уатт предложил для получения движения подвижных частей молота использовать энергию пара. Однако только в 1839 г. Джеймс Нессмит впервые сконструировал и в 1842 г. построил паровой молот, который и до настоящего времени сохранил свои основные конструктивные черты. Это был молот простого действия с несовершенным управлением и слабым использованием пара, т. е. энергия пара использовалась только для подъема подвижных частей.

За короткий промежуток времени конструкция парового молота значительно усовершенствовалась. Давление пара стало использоваться не только для подъема бабы, но и для нанесения ударов по поковке.

Для парораспределения и управления молотом были сконструированы золотниковая коробка, механизм управления и приспособления, позволяющие наносить автоматические удары. Современный паровой молот – двойного действия, с механизмом обеспечивающим возможность нанесения единичных и автоматических ударов, приводится в действие и паром и сжатым воздухом.

Благодаря ряду ценных качеств, паровые молоты получили очень широкое распространение. Паровой молот достаточно быстроходен, с успехом может применяться для ковки любой по габаритам и весу поковки, удары его могут легко регулироваться по силе и скорости, поверхность поковки после ударов получается относительно чистой и ровной. Значение паровых молотов еще более увеличилось при горячей штамповке, для которой быстроходность молота (до 120 ударов в минуту) и возможность регулирования силы и скорости ударов особенно важны.

С развитием машиностроения в XVIII и XIX в. и увеличением размера и веса поковок повышался и вес падающих частей паровых молотов. В ряде стран были сооружены паровые молоты с весом падающих частей (500-1000 кН) и выше. Так, на заводе Круппа, в Эссене (Германия) был изготовлен паровой молот с массой падающих частей (750 кН), на бывшем Путиловском и Пермском заводах (Россия) – 500 кН, на заводе Шнейдера в Крезе (Франция) – 1000 кН, на заводе Вифлеемской компании (США) – 1250 кН.

Уникальная отливка массой 6000 кН – чугунный шабот (основание, наковальня) для самого мощного в то время молота свободной ковки, массой падающих частей 500 кН, изготовлена в России в 1875 году [3]. Чтобы отлить этот шабот-гигант на Мотовилихинском заводе в Перми построили огромный литейный цех. Двадцать вагранок в течение 120 часов непрерывно плавил металл. Три месяца остывал шабот, затем был вынут из формы и с помощью только одних рычагов и блоков передвинут к месту расположения молота. (Для молотов свободной ковки отношение массы шабота к массе падающих частей должно быть в пределах 10-15 для повышения КПД удара. В рассматриваемом случае это отношение равно 12).

Дальнейшее конструирование и развитие паровых молотов шло по пути освобождения парового молота от двух его основных недостатков – низкого теплового коэффициента полезного действия и сотрясающего удара, опасного как для зданий, так и для самого молота, а также по пути специализации для выполнения отдельных кузнечных операций.

Были сконструированы и получили широкое распространение специальные молоты для горячей штамповки: с шаботом, бесшаботные молоты – с двухсторонним вертикальным или горизонтальным ударом, не требующие громоздких фундаментов и не вызывающие сотрясения зданий, молоты с нижними цилиндрами, листоштамповочные и др.

В России в настоящее время имеются специальные штамповочные молоты с массой падающих частей 300 кН (Чебаркуль), 160 и 250 кН – в Санкт-Петербурге (завод турбинных лопаток). Они имеют амортизированные фундаменты. Каждый обслуживает по 2 манипулятора (один подает заготовку из печи на молот, другой убирает штамповку с молота и подает на обрезающей пресс).

Приводные молоты. Задача создания парового молота такой конструкции, при которой значительно повысился бы тепловой КПД, не получила удовлетворительного решения, и с той же целью эксплуатации паровых молотов до сих пор остается очень высокой. В XIX в. конструкторская мысль обратилась к молотам, приводимым в действие не паром, а другими энергоносителями. Были сконструированы механические кованые молоты – пневматические, приводимые в действие сжатым воздухом [7], вырабатываемым самим молотом; пружинные, основанные на действии пружины; рессорные, основанные на действии рессоры, и рычажные, приводимые в действие механизмом кулака. Все эти молоты имеют электрический привод, с помощью которого приводится в действие молот. Для свободнойковки также были сконструированы и изготовлены гидравлические молоты, работающие под давлением воды [8].

Для горячей штамповки несложных по конфигурации и небольших по габаритам поковок были сконструированы и успешно конкурировали с паровыми фрикционные молоты с электрическим приводом, из которых наибольшее распространение получили падающие молоты с доской и молоты с ремнем, работающие под действием силы трения.

Были попытки создания электрического молота, основанного на действии соленоида. В 40-е годы XX в. появились взрывные молоты (СССР), а в 50-е – высокоскоростные газовые молоты (сначала в США, затем в Европе), основанные на идее использования двигателя внутреннего сгорания. Ввиду сложности и непригодности к работе в цеховых условиях электрические и газовые молоты пока не получили широкого распространения.

Гидравлические прессы. Сотрясение почвы и зданий, которое вызывается ударами паровых молотов, особенно тяжелых, оглушительный грохот при работе, утомляющий рабочих, являются отрицательными качествами паровых молотов. В 1861 году появились гидравлические прессы – машины дляковки крупных поковок, хотя и более тихоходные, чем паровые молоты, но не вызывающие сотрясения почвы и зданий, а также шума при работе. При работе на прессе деформирование металла производится не ударом, а постепенным давлением. Гидравлический пресс быстро завоевал себе достойное место в кузницах, особенно при ковке крупных поковок из слитков. В последние годы гидравлические прессы широко применяются и для горячей штамповки, для изготовления крупных поковок выдавливанием (в кузнице ОАО «УЗТС» – (8000 кН) гидравлический пресс). В 1861 г. построен первый гидравлический пресс, развивавший усилия 7,5 МН (750 тс). В 1895 г. в России изготовлен гидравлический пресс усилием 75 МН (7500 тс) [28].

Высокое давление, необходимое для работы прессы, создается гидравлическим путем и передается по трубам в рабочий цилиндр, плунжер которого (как

поршень у молота) передает это давление траверсе (поперечине, выполняющей такую роль, какую выполняет баба у молота). Получение и передача воды по трубам высокого давления связано с большими затруднениями. В некоторых конструкциях прессов для увеличения давления непосредственно в цилиндре применяют пар и тогда прессы называются парогидравлическими [2,6,22].

Благодаря своим высоким технологическим качествам, гидравлические прессы стали вытеснять сначала тяжелые, а затем и средние молоты. Изготовление тяжелых молотов прекратилось, а уже изготовленные заменялись прессами. Так, самый тяжелый молот, с массой падающих частей (12500 кН) на заводе Вифлиемской компании в США был заменен прессом усилием 140 МН, паровой молот завода Терни в Италии с массой падающих частей 1,08 МН был заменен гидравлическим прессом усилием 40 МН. В настоящее время изготавливаются гидравлические прессы усилиями 350-500 МН и даже 750 МН.

В настоящее время в России имеется два гидравлических прессы усилием 750 МН. Один установлен на металлургическом заводе в Самаре, другой – в Перми на Урале. Проектирование этих прессов осуществлялось под руководством профессора, доктора технических наук Б.В. Розанова.

В 1973-1974 гг. французская фирма «Интерфорж» объявила о желании приобрести сверхмощный гидравлический пресс для штамповки сложных крупногабаритных деталей авиационной и космической техники. В своеобразном конкурсе приняли участие ведущие фирмы многих стран. Предпочтение было отдано советскому проекту. Вскоре был заключен договор, и в начале 1975 года при въезде в старинный французский город Иссеуар возник огромный производственный корпус, сооруженный для одной машины – уникального гидравлического прессы усилием 650 МН. Контракт предусматривал не просто поставку оборудования, а сдачу прессы «под ключ», т. е. монтаж и пуск силами советских специалистов [3].

Точно в срок, установленный контрактом, 18 ноября 1976 года, пресс отштамповал первую партию деталей. Французские газеты называли его «машиной века» и приводили любопытные цифры.

Масса этого гиганта – 170 МН (17000 т) – в два раза превышает массу Эйфелевой башни, а высота цеха, где он установлен, равна высоте собора Парижской богородицы.

Несмотря на огромные размеры, процесс характеризуется большой скоростью штамповки, необычно высокой точностью. Накануне пуска агрегата французское телевидение показывало, как траверса массой 20 МН (2000 т) аккуратно раскалывает грецкие орехи, не повреждая их сердцевину, или задвигает поставленный «на попа» спичечный коробок, не оставляя при этом на нем ни малейших повреждений.

На церемонии, посвященной передаче прессы, выступил в то время президент Франции В. Жискард д'Эстен. Заключительные слова своей речи он произнес по-русски: «Спасибо за это отличное достижение, которое делает честь советской промышленности».

Этот пресс обошелся французской казне в 158 млн. рублей золотом в ценах 1975 года.

Кривошипные кузнечные машины. Одновременно с паровыми и приводными молотами и прессами широкое распространение в кузнечном производстве получили кривошипные кузнечные машины, выполняющие одну, две, три и более кузнечных операций.

К числу таких машин относятся горизонтально-ковочные машины, вертикально-ковочные, бульдозеры, вертикальные кривошипные прессы, прессы и ножницы для холодной резки металла, гибочные прессы, машины для холодной высадки и т. д.

Все эти машины связаны одним основным признаком – наличием у них кривошипно-шатунного механизма, с помощью которого наносится удар по поковке или оказывается давление на нее. Наиболее характерными представителями этого вида машин являются горизонтально-ковочные машины (ГКМ) и вертикальные кривошипные прессы [1,14,20,33].

ГКМ появились в 1835 году для высадки головок болтов. С течением времени область применения этих машин расширялась, изменялось и улучшалось конструктивное их оформление, и в настоящее время они широко используются для горячей высадки, осадки и прошивки крупных, средних и мелких поковок.

Наряду с ГКМ, обрабатывающими металл в горячем состоянии, получили широкое распространение высокопроизводительные машины этого же типа – высадочные автоматы, на которых, в большинстве случаев без нагрева заготовки, изготавливаются болты, гайки, нормали и т. д.

Вертикальные кривошипные прессы появились в XIX в. и в настоящее время широко применяются для горячей и холодной штамповки, обрезки заусенцев, для листовой штамповки.

Из вертикальных механических прессов особенно прогрессивным оказался кривошипный ковочно-штамповочный пресс (КГШП), на котором можно изготавливать поковки такого же типа, как и на штамповочных молотах, но значительно быстрее и с большей точностью.

На ГАЗе установлены, в новой кузнице, два кривошипных прессы с усилием 63 МН, на УАЗе три прессы по 16 МН, высокопроизводительный и высокоточный автомат фирмы Хатебур, выдающий 60 поковок в минуту.

Для всех кривошипных прессов, кроме ножниц, характерны процессы заклинивания, вывод из которых достаточно трудоемок.

В структуре современных кривошипных прессов предусмотрено наличие таких узлов как фрикционные муфта включения и тормоз, отказы в работе которых приводят к тяжелым последствиям для операторов.

В 80-х годах XX века были предложены безмуфтовые механизмы включения для прессов усилием до 500 кН (изобретения СССР и зарубежные патенты на безмуфтовые приводы Е.В. Кожевникова, г. Воронеж). Этим конструкциям характерны постоянные вращения главных валов и наличие «ломающихся» шатунов, что снижает их металлоемкость и затраты энергии за цикл работы,

уменьшает нагрузки в приводе и исключает их заклинивание от перегрузок по усилию. Ползун этих прессов можно возвратить в верхнее положение с любой точки хода вниз. Это исключает случаи травматизма операторов.

Винтовые прессы. Общепринято именовать современные кузнечно-штамповочные машины с винтовой парой в составе главного исполнительного механизма винтовыми прессами [1,8].

Современные винтовые машины обладают небольшой линейной скоростью ползуна в начале удара и этот факт явился причиной (в историческом плане), обусловившей отнесения винтовых машин к машинам статического (квазиударного) действия, т. е. к прессам. Другой отличительный признак, сближающий винтовые машины с кривошипными и гидравлическими прессами, – замкнутая силовая конструкция станины и главного исполнительного механизма.

У винтовых прессов нет и шабота – характерной детали молотов. Нендобность шабота объясняется незначительным количеством движения у ползуна перед ударом вследствие малой его скорости, а также замкнутой силовой конструкцией, позволяющей воспринимать удар всей массой винтового пресса.

Аккумулятором кинетической энергии, преобразующейся в период рабочего хода (удара) в работу пластической деформации металла независимо от конструктивного устройства винтового пресса и типа привода, является маховик.

Для привода винтовых прессов используют электродвигатели и передающие механизмы: механические фрикционные, электрические и гидравлические или пневматические [8].

Винтовые фрикционные прессы. Первый фрикционный пресс изобретен Г. Симоном в Германии (1877 г.). Наибольшее распространение в промышленности получили двухдисковые винтовые прессы с лобовым фрикционным передаточным механизмом.

Электровинтовые прессы, Первый электровинтовой пресс с круговым статором был изобретен, сконструирован и изготовлен в СССР в 1932 г. по предложению профессора А.Т. Головина. В 1960 году изобретен электровинтовой пресс с дуговым статором профессором В.Е. Стоколовым (СССР).

Особенности отечественных электровинтовых прессов заключается в непосредственном электрическом приводе исполнительного механизма без промежуточных механических или гидравлических передач. Электровинтовые дугогостаторные прессы усилием 250-10 000 МН изготавливает Чимкентский завод пресс-автоматов (ЧЗПА).

Гидровинтовые прессы. Первый гидровинтовой пресс с приводным гидроцилиндром, воздействующим на винт, изобретен в 1914 г. Е. Бьером и с гидромотором вращательного движения, воздействующим на винт, – 1916 г. Г. Конкурандой в Австрии. Первый гидровинтовой пресс с комбинированным воздействием на поковку усилия гидроцилиндра и кинетической энергией рабочих частей изобретен в 1949 г. профессором А.И. Зиминим [1,8].

Освоение серийного выпуска гидравлических прессов усилием до 16 МН осуществляется с 1968 г. ЧЗПА и усилием до 160 МН Воронежским производственным объединением по выпуску тяжелых механических прессов.

Следует отметить – во всех винтовых прессах процесс заклинивания отсутствует.

Ротационные кузнечные машины. Целый ряд ковочно-штамповочных операций оказалось возможным выполнять на машинах, сконструированных по принципу прокатных станов, т. е. с помощью вращающихся валков. Протяжка труб, прутков круглого, квадратного, прямоугольного сечения с большего на меньший размер, правка, раскатка и другие операции в горячем и холодном состоянии успешно выполняются на различных ротационных кузнечных машинах – ковочных вальцах, обжимных, специальных прокатных, кольцераскаточных и других машинах, обладающих высокой производительностью [1,8,28].

Из этих машин наиболее часто встречаются ковочные вальцы, на которых пруток или окончательно протягивается или подготавливается для последующей горячей штамповки на прессах, молотах.

Оборудование и приспособления для механизации ковочных и штамповочных работ. Мощные и производительные кузнечно-прессовые машины, на которых в кузницах свободнойковки изготавливают тяжелые поковки весом в сотни тонн, а в кузницах горячей штамповки – миллионы штампованных деталей для современного массового производства автомобилей, самолетов, тракторов, комбайнов и т. д., потребовали широкой механизации ковочных и штампованных молотов. Мостовые краны, кантователи, манипуляторы (железные руки), шаржир-машины (предназначены для посадки тяжелых слитков в печь и подачи нагретых слитков к кузнечному агрегату под манипулятор) и другие машины, которые выполняют все операции по перемещению поковок и заготовок.

В кузнечных цехах горячей штамповки для перемещения мелких и средних штамповок применяют конвейеры: подвесные, пластинчатые и ленточные; тележки; автокары и электрокары; местные краны и т. д.

Для нагрева заготовок в кузнечных цехах применяют пламенные печи, работающие на газе (мазуте) и электрические – индукционные и сопротивления.

В наиболее экономически развитых странах кузнечные машины составляют до 1/3 общего станочного парка, в то время или 25-30 лет назад они составляли 10-15 %. Число типоразмеров современных кузнечных машин достигает нескольких десятков наименований.

Машиностроение требует более быстрого роста производства кузнечно-прессовых машин по сравнению и ростом производства металлорежущих станков, значительного увеличения выпуска кузнечно-прессового оборудования, особенно мощных гидравлических, механических, ковочно-штамповочных и чеканочных прессов, горизонтально-ковочных машин и высадочных автоматов.

Русские ученые, машиностроители и изобретатели внесли крупный вклад в теорию и практику ковочно-штамповочного производства и кузнечного оборудования. Так, первые русские кузнецы Марк Васильевич Сидоров и оружей-

ник Василий Антонович Пастухов уже в начале XIX в. применили на Тульском заводе процесс горячей штамповки железа. Д.К. Чернов и С.И. Губкин являются создателями современной теории обработки металлов давлением и теории кузнечных машин.

Своего национального кузнечного машиностроения в дореволюционной России не существовало, однако, теоретическая мысль русских инженеров в анализе работы кузнечных машин была на сравнительно большой высоте для своего времени.

Элементы расчета молотов разработали русские инженеры-ученые: проф. И.А. Тиме (1872 г. – работа по молотам), проф. П.М. Мухачев (1902), проф. Я.Н. Маркович (1913), проф. Гавриленко (1925) и др.

Научная мысль русских ученых стала быс тро развиваться после Октябрьской революции. Теория кузнечных машин-орудий, анализ их рабочего цикла связана с именами таких советских ученых, как проф. Я.Н. Маркович, создавшего оригинальную и строго научную теорию расчета паровых молотов, пневматических молотов. Эта теория была развита далее и усовершенствована в трудах проф. А.И. Зимина (уточненный метод теоретического анализа парового молота, теория фрикционного прессы).

Доктор технических наук М.В. Сторожев предложил теорию гидравлических и кривошипных прессов, инженер Гирш и проф. В.И. Залесский разработали теорию кривошипных гибочных машин и теорию горизонтально-ковочных машин. Проф. Е.П. Унксон – теорию пружинного и пневматического молотов, проф. И.В. Климов – теорию бесшаботного молота и уточненный метод теплового расчета паровых молотов [12] и т. д.

Дальнейшее развитие ковочно-штамповочного производства, как самого прогрессивного метода обработки металлов, связано с дальнейшим внедрением механизации и автоматизации не только технологических и транспортных операций, но и нагрева. Широко используются прецизионные методы ОМД, такие как выдавливание и т. д., способное давать чистовую деталь с минимальной механической обработкой резанием, например, шлифовкой.

В связи с этим приобретают исключительно важное значение конструкции кузнечно-прессовых машин, способных на основе механизации и автоматизации повысить точность и чистоту поковок до такого состояния, которое исключало бы необходимость дальнейшей механической обработки. Явные и неоспоримые преимущества горячей штамповки перед свободной ковкой выдвигают и другую задачу – создать кузнечные машины не только высокопроизводительные, но и способные штамповать любые поковки, независимо от массы и габаритов. Примером высокопроизводительной и высокоточной машины может служить автомат фирмы «Хатебур», установленный на ОАО «УАЗ» (г. Ульяновск).

Классификационная маркировка кузнечно-штамповочных машин

Система условного маркирования основана на разделении кузнечно-штамповочных машин по главным конструктивным признакам или технологическому назначению на 12 видов, каждому из которых присваивается самостоятельный знак-буква [8]:

1. А – автоматы кузнечно-прессовые;
2. Б – прессы пакетировочные и брикетировочные;
3. В – машины ковочные;
4. Г – оборудование гидравлическое;
5. Д – прессы гидравлические для неметаллических веществ;
6. И – машины гибочные и правильные;
7. К – прессы кривошипные;
8. М – молоты;
9. Н – ножницы и хладноломы;
10. П – прессы гидравлические для металла;
11. С – вальцы ковочные;
12. Ф – прессы винтовые, реечные и рычажные.

Внутри вида машины подразделяются на группы по общим конструктивным или технологическим признакам. Каждая группа получает определенный однозначный порядковый номер от 1 до 0. Для примера в таблице приводится групповая классификация кривошипных, гидравлических прессов для металла и молотов (см. табл. 1).

Таблица 1

Групповая классификация кривошипных и гидравлических прессов и
молотов

№ гр.	Кривошипные прессы (К)			Гидравлические прессы для металла (П)	Молоты (М)
1	Одностоечные			Ковочные и гибочные	Паровоздушные ковочные
2	Двухстоечные	Простого действия	Однокривошипные	Для объемной штамповки	Паровоздушные штамповочные
3			Двукривошипные	Для листовой штамповки простого действия	Листоштамповочные
4			Четырехкривошипные	Для листовой штамповки двойного действия	Пневматические
5		Двойного действия	Однокривошипные	Для штамповки резиной	Падающие
6			Двукривошипные	Для механосборочных цехов	Рессорно-пружинные
7			Четырехкривошипные	Чеканочные и калибровочные	Бесшаботные
8	Чеканочные и горячештамповочные			Для истечения металлов	—
9	Обрезные			—	—
0	Специальные			Специальные	Специальные

Каждая группа разбивается на типы по второстепенным конструктивным признакам или технологическому назначению. Каждый тип машины получает порядковый номер от 1 до 0. Например, в восьмой группе кривошипных прес-сов выделяют пять типов машин: чеканочные с нормальным ходом (под индексом 3), то же с увеличенным ходом – 4, горячештамповочные для горячей объемной штамповки в открытых штампах – 5, Для горячего выдавливания – 6, горячештамповочные двойного действия для горячей объемной штамповки в разъемных штампах – 8.

Каждый тип машины подразделяется на размеры с присвоением третьего двухзначного номера от 00 до 59 при увеличении основного параметра машины. При этом основные параметры машин устанавливают по 10-му ряду предпочтительных чисел (ГОСТ 8032-86): 0,1; 0,125; 0,16; 0,2; 0,25; 0,315; 0,4; 0,5; 0,63; 0,8 с последующим увеличением параметра в 10, 100, 1000 и 10000 раз (табл. 2).

Исходная модель машины данного вида, группы, типа и размера принимается в качестве базовой, что специально оговаривается при утверждении проекта машины соответствующими инстанциями. Марка базовой модели имеет 5 знаков. Например, кривошипный горячештамповочный пресс с номинальным усилием 10 МН маркируется К8540. Все остальные модели машин одного типоразмера, отличающиеся от базовой некоторыми параметрами (размеры штампового пресс-транспорта, числа ходов и т. п.) или не принципиальными изменениями в конструкции, классифицируются как модификации базовой модели с добавлением шестого индекса – буквы в конце марки. Например: К8540А.

Если в производство вводится модель машины того же типоразмера, но с принципиальными различиями в конструкции узлов или со значительными изменениями главных параметров, что вызывается особенностями технологического назначения, то такая модель классифицируется как параллельная базовой. Ее марка дополняется буквой перед цифрами группы, типа и размера. Например, кривошипный горячештамповочный пресс номинальным усилием 10 МН, являющейся моделью, параллельной базой, маркируется индексами КБ8540А.

При присвоении марки автоматизированному комплексу впереди марки главной кузнечно-штамповочной машины в составе этого комплекса добавляют буквы АК, а обрабатываемому центру – буквы ОЦ. Например: ОЦК0126Ф4 – пресс дыропробивной координатно-револьверный.

Если кузнечно-штамповочная машина снабжена программным управлением, то в конце ее марки добавляется буква – П. Например: К0122АП – кривошипный дыропробивной координатно-револьверный пресс, модифицированный по не принципиальным признакам с программным управлением.

Таблица 2

№ ряда	Усилие, Н	№ ряда	Усилие, кН	№ ряда	Усилие, кН	№ ряда	Усилие, МН	№ ряда	Усилие, МН	№ ряда	Усилие, МН
00	1000	10	10,0	20	100	30	1,00	40	10,0	50	100
01	1250	11	12,5	21	125	31	1,25	41	12,5	51	125
02	1600	12	16,0	22	160	32	1,60	42	16,0	52	160
03	2000	13	20,0	23	200	33	2,00	43	20,0	53	200
04	2500	14	25,0	24	250	34	2,50	44	25,0	54	250
05	3150	15	31,5	25	315	35	3,15	45	31,5	55	315
06	4000	16	40,0	26	400	36	4,00	46	40,0	56	400
07	5000	17	50,0	27	500	37	5,00	47	50,0	57	500
08	6300	18	63,0	28	630	38	6,30	48	63,0	58	630
09	8000	19	80,0	29	800	39	8,00	49	80,0	59	800

Классификация кузнечно-штамповочных машин по кинематике исполнительного механизма

В основу классификации кузнечно-штамповочных машин положен характер изменения скорости рабочих частей машины за время рабочего хода. Такая классификация по характеру изменения скорости рабочих частей впервые была предложена А.И. Зиминым [10].

Согласно этой классификации все кузнечно-штамповочные машины подразделяются на пять основных групп (рис. 1.1).

ГРУППА 1 – молоты, характеризуются так называемой нежесткой кривой изменения скорости рабочих частей машины. В зависимости от сопротивления деформации изменяется время рабочего хода t_p и величина хода подвижных частей, а следовательно, и форма кривой скорости. Такие кривые изменения скорости называются нежесткими.

Винтовые прессы (фрикционные винтовые прессы с механическим приводом и винтовые пресс-молоты с гидравлическим приводом) имеют такую же нежесткую кривую изменения скорости рабочих частей во время рабочего хода, как и молоты, разница лишь в различных абсолютных значениях скорости. Поэтому винтовые прессы также относятся к машинам группы 1, хотя их называют прессами.

ГРУППА 2 – гидравлические прессы, имеют также нежесткую кривую изменения скорости рабочих частей машины. У этой группы машин рабочий ход может начинаться с какой-то начальной или нулевой скорости. Максимальные скорости рабочих частей прессы сравнительно невелики (до 0,3 м/сек).

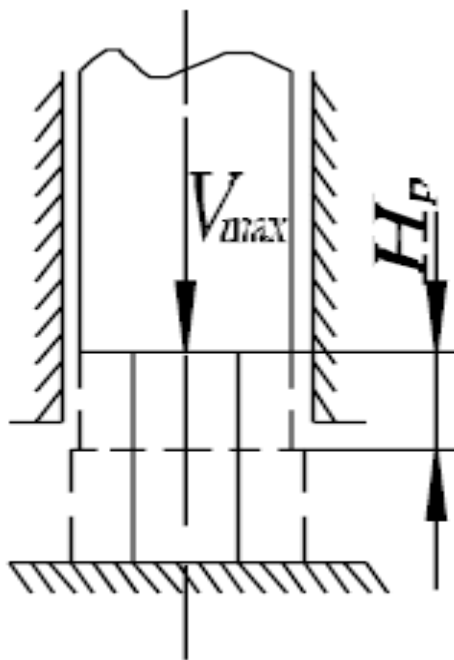
ГРУППА 3 – кривошипные машины. Рабочие части этих машин за время рабочего хода имеют жесткую кривую изменения скорости, форма которой за-

висит от кинематики привода. Скорость рабочих частей небольшая, – до 0,5 м/сек.

ГРУППА 4 – машины ротационного типа, имеющие постоянную скорость рабочих частей (окружную скорость), которая достигает 8 м/сек. Это прокатные станы, машины поперечно-клиновой и продольной прокатки, роликовые ножницы, станы для получения гнутых профилей, валковые гибочные машины.

ГРУППА 5 – импульсные штамповочные машины и машины для гидравлической, пневматической и вакуумной штамповки, которые имеют нежесткую кривую изменения скорости рабочих частей за очень короткое время рабочего хода. Импульсное штамповочное оборудование может осуществлять деформирование непосредственно рабочим телом (воздухом, газами, жидкостью, магнитным полем и т. п.). Для штамповки взрывом применяют специальные твердые ВВ или горючие смеси. Скорость рабочего хода тела при этом достигает 300 м/сек.

Кроме приведенной классификации существует классификация кузнечно-прессовых машин по технологическому, конструктивному и другим признакам



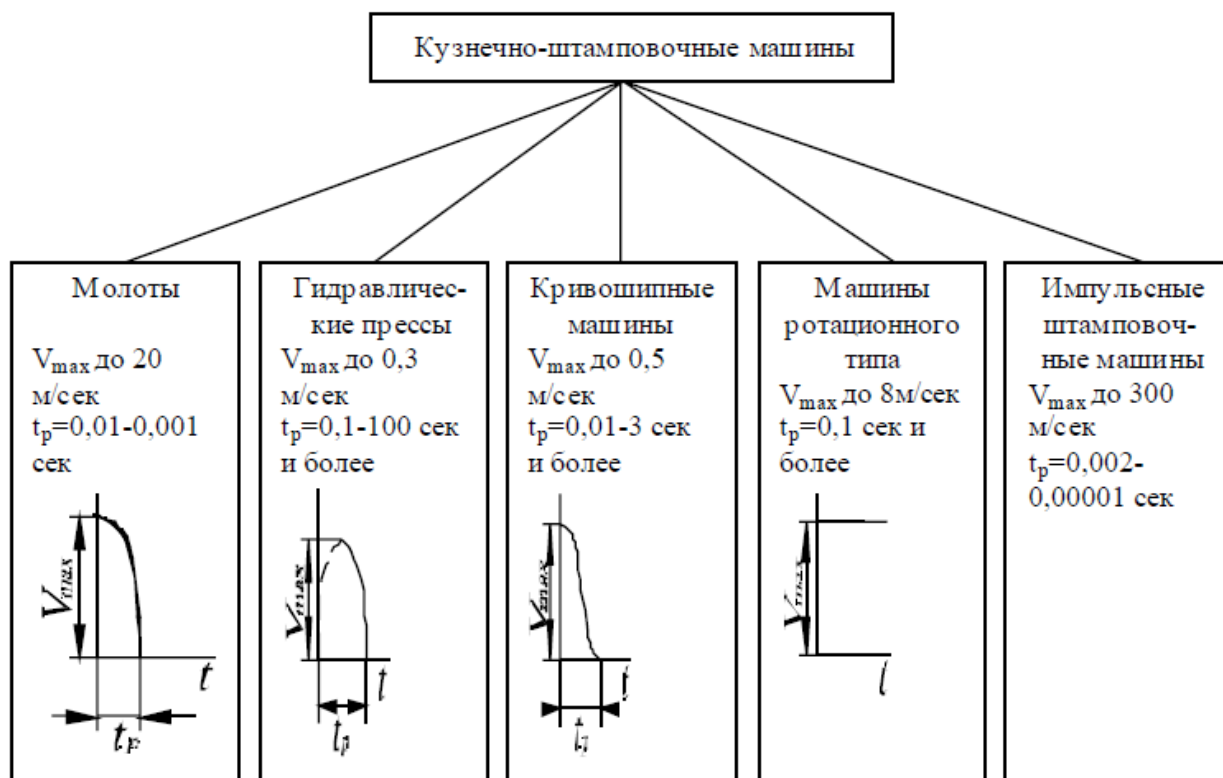


Рис.1. Классификация кузнечно-штамповочных машин по кинематике рабочего хода

Рассмотрим структуру современных кузнечных машин (рис. 1.2).

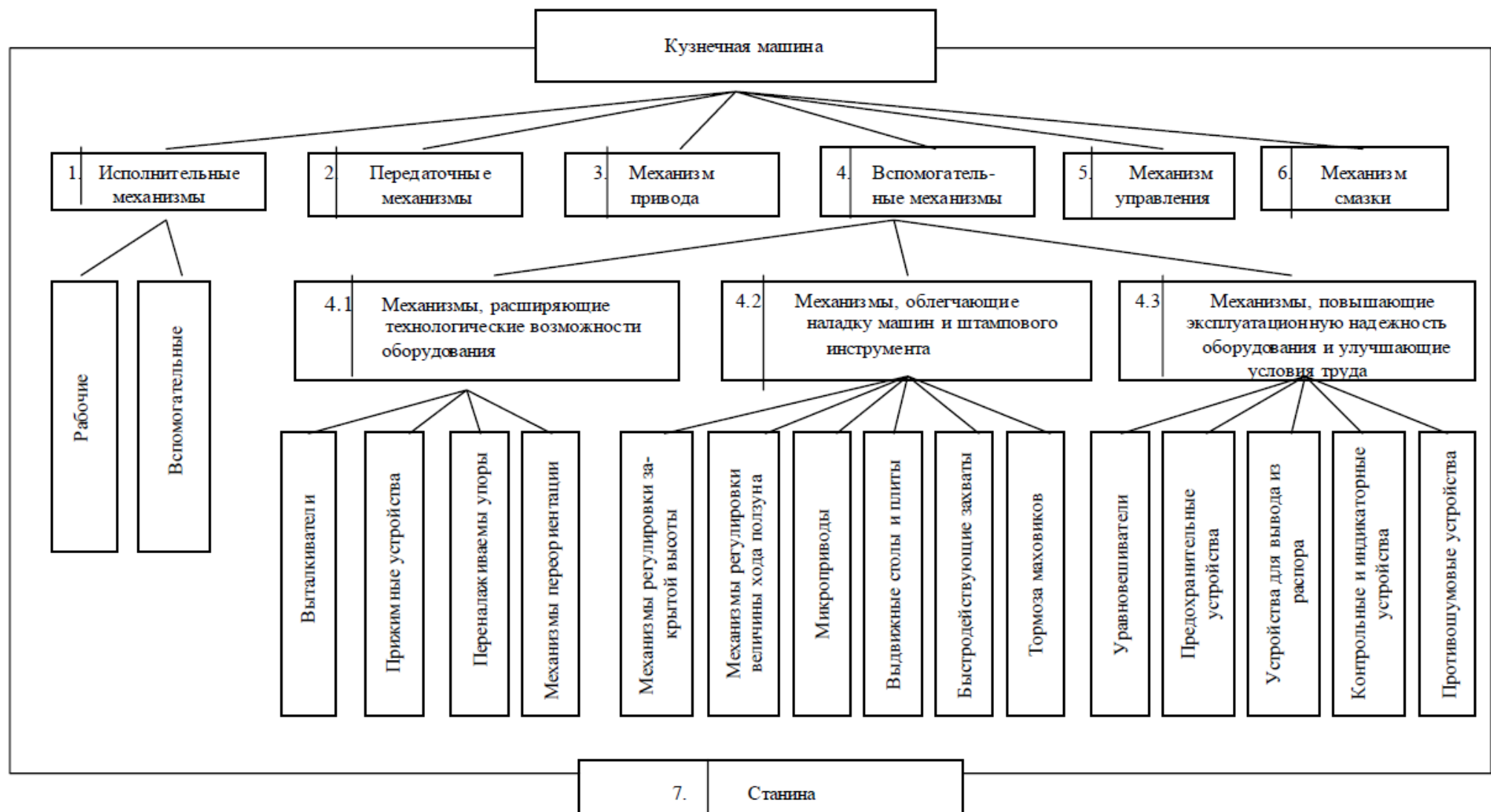


Рис.2. Структура кузнечных машин

Кривошипные прессы общего назначения

На кривошипных прессах общего назначения выполняют операции вырубки и пробивки, неглубокой вытяжки, гибки и обрезки, а также другие технологические процессы холодной и горячей штамповки, не требующие применения специализированного оборудования. Несмотря на наличие сравнительно большого количества видов прессов, различных по своему технологическому назначению, 90 % всего парка кривошипных машин составляют кривошипные прессы общего назначения.

В зависимости от конструктивного оформления станины различают открытые и закрытые прессы (рис. 3).

В открытых прессах станина имеет С-образную форму, штамповое пространство имеет доступ с трех сторон и удобно для обслуживания. Однако, несимметричное нагружение станины обуславливает ее значительные деформации и возникновение перекосов.

В закрытых прессах применяют станину в виде симметричной рамы, это обеспечивает снижение деформаций и при центральной нагрузке исключает перекосы.

Открытые прессы могут быть одно- и двухстоечными. У первых станина имеет замкнутое коробчатое сечение, у вторых – состоит из двух несущих стоек, соединенных местными ребрами и приливами. Это дает возможность предусмотреть сквозной проем на уровне штампового пространства для облегчения удаления отштампованных деталей.

Одностоечные прессы имеют две модификации – с неподвижным или подвижным столом. Прессы открытые двухстоечные могут быть наклоняемые и ненаклоняемые.

Наклоняемые прессы устанавливают на специальные стойки, на которых вся конструкция пресса вместе со станиной может поворачиваться так, что плоскость стола составляет угол 30-350 к горизонту; это облегчает удаление деталей после штамповки.

Наклоняемые и ненаклоняемые прессы могут быть одно- и двухкривошипными. У двухкривошипных прессов ползун, имеющий сравнительно большую длину, подвешен на двух шарнирах, соединенных с двумя идентичными кривошипно-шатунными механизмами.

Закрытые прессы также различают по числу точек подвеса ползуна: одно-, двух-, и четырехкривошипные. Число кривошипных механизмов определяет размеры штампового пространства и пресса в целом. Существенной особенностью конструкции привода пресса является расположение его валов. Применяют перпендикулярное и параллельное фронту пресса расположение валов. При этом то или иное расположение валов в закрытых прессах может быть принято независимо от числа кривошипов. Двух- и четырехкривошипные закрытые прессы выполняют с верхним и нижним расположением привода.

Открытые прессы. В промышленности преобладает штамповка мелких и средних деталей, это и обусловило большое распространение открытых прес-

сов. До 89-85 % парка кривошипных прессов составляют эти сравнительно простые и удобные в эксплуатации прессы.

Прессы ненаклоняемые с параллельными фронту расположением коленчатого вала за последнее время находят все большее применение, постепенно вытесняют одностоечные прессы. Это происходит благодаря более удачной компоновке коленчатого вала, который не имеет консольного эксцентрика, а это позволяет уменьшить размеры вала, увеличить длину хода и сделать работу на прессе более безопасной. Ненаклоняемые открытые прессы наиболее часто применяют при усилиях 63-400 тс. (0,63 ÷ 4 МН). Применение с тол-рога существенно увеличивает штамповое пространство.

Одностоечный пресс с рогом применяют при выполнении операций, которые невозможно осуществить при обычной конструкции стола, например, в мелкосерийном производстве при выполнении таких операций, как отгибка кромки, фальцовка, обработка крупных кольцеобразных деталей (типа ободов) и т. д.

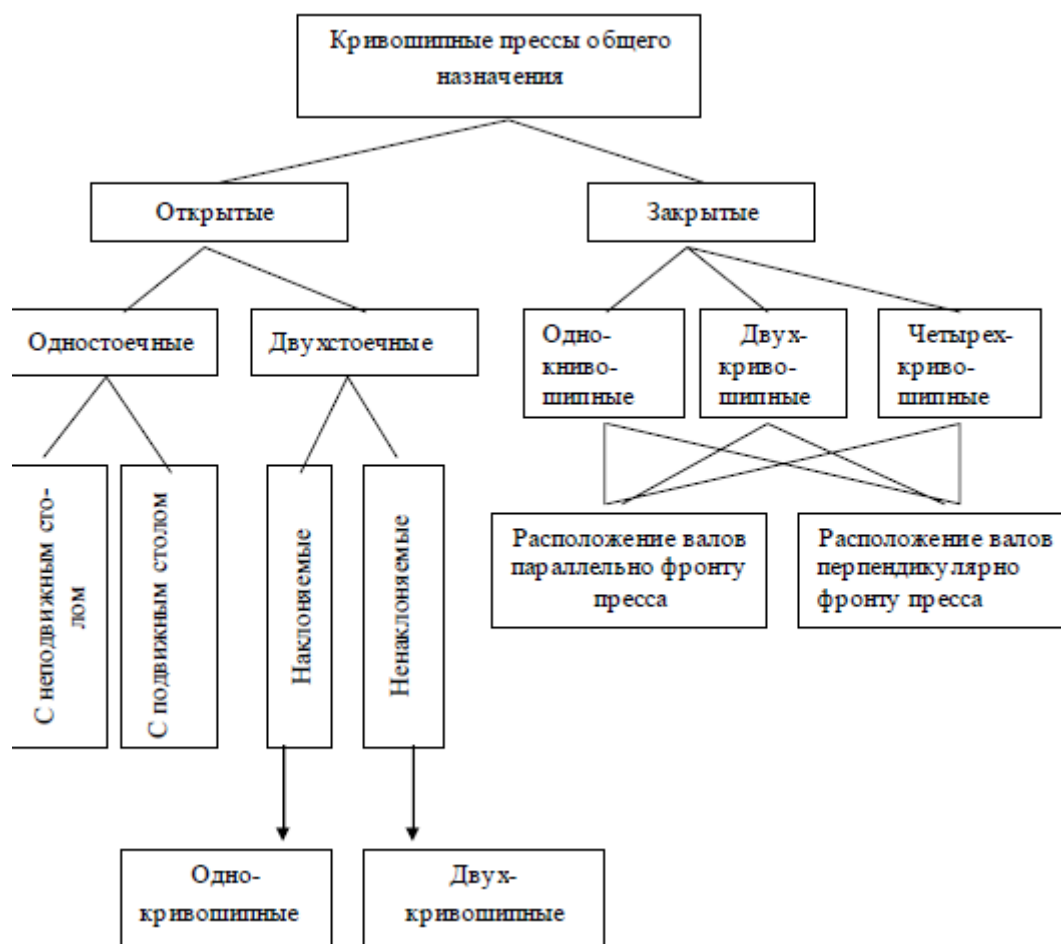


Рис. 3. Классификация конструкций кривошипных прессов общего назначения

Для крупногабаритных штампов и манипулирования громоздкими деталями применяют двухстоечные прессы с передвижным столом и номинальными усилиями 10-160 тс. (0,63-1,6 МН). Применение передвижного стола снижает

общую жесткость пресса и точность взаимной фиксации частей штампа. Поэтому такие прессы не используют для точных штамповочных работ.

Прессы с двухстоечной станиной наклоняемые усилием 63-160 тс из-за универсальности и удобств в эксплуатации нашли наибольшее распространение. Основные параметры открытых прессов регламентируются ГОСТом 9408-86.

Станины открытых прессов могут быть литыми и сварными. Для прессов малых усилий, выпускаемых сравнительно крупными сериями, целесообразными являются литые чугунные станины (500-700 кН). Прессы больших усилий имеют сварную стальную станину. Одностоечные открытые станины обладают более высокой жесткостью (на 30-40 %) чем двухстоечные станины, поэтому общая жесткость однос тоечных прессов на 15-20 % выше жесткости двухс тоечных прессов того же усилия.

Оптимальную жесткость открытых прессов определяют по эмпирической формуле $C=16 \sqrt{P_n}$ тс/мм или $1,6 \sqrt{P_n}$ кН/ мм

Установкой стяжных болтов можно повысить жесткость станины примерно в 1,5 раза, но они затрудняют обслуживание пресса. Регулирование стола по высоте позволяет приблизительно в 2 раза увеличить минимальную закрытую высоту пресса.

Стол имеет боковые приливы, при помощи которых он может отводиться в сторону, в случае необходимости. При этом в отверстие стойки, которое прикрывается столом, заводится рог, после чего пресс может быть использован для технологических процессов, где использование рога необходимо. (Рог увеличивает жесткость стола.) В прессах больших усилий стол опирается на два винта, регулируемые гайками, связанными между собой зубчатой передачей.

Станины однос тоечных и двухстоечных ненаклоняемых прессов устанавливают непосредственно на фундамент. Станины наклоняемых прессов устанавливают в спец. стойках, служащих также базой механизма регулировки положения наклона станины.

У открытых однокривошипных прессов регулировка хода осуществляется за счет промежуточной эксцентиковой втулки, насаженной на кривошипный вал.

Общий радиус кривошипа определяется суммированием наружного эксцентриситета втулки e_n и эксцентриситета кривошипной шейки e_v . Максимальная длина хода составляет $H_{\max} = 2(e_n + e_v) = 2 r_{\max}$.

Минимальная длина хода $H_{\min} = 2(e_n - e_v) = 2 r_{\min}$.

Промежуточная длина хода зависит от фиксируемого угла поворота эксцентриковой втулки относительно оси кривошипа, эксцентрик фиксируется с помощью полумуфт. Наличие эксцентрика приводит к необходимости значительно увеличивать рабочий диаметр верхней головки шатуна, что оказывается на величине к. п. д. кривошипного механизма (увеличивает потери на трение).

Закрытые прессы. Высокая жесткость закрытых двухстоечных станин позволяет выполнять закрытые листоштамповочные прессы усилиями 40-3500 тс (0,4-35 МН). Эти прессы характеризуются большими размерами штампового пространства, поэтому они, в сравнении с открытыми пресами, обладают большими технологическими возможностями, но, одновременно, и меньшим числом

ходов и большей длиной хода. Эти прессы строятся в быс троходном и тихоходном вариантах.

Основные параметры одно- и двухкривошипных прессов 100-1600 тс (1,0-16,0 МН) при длине хода 130-800 мм и числе ходов 6-40 в минуту. Номинальные усилия четырехкривошипных прессов 1000-6300 тс (10-63 МН) при длине хода 250-1000 мм и числе ходов 5-18 в минуту.

Однокривошипные прессы предназначены для выполнения вырубных, вытяжных и других операций холодной штамповки, а так же для обрезки облоя после горячей штамповки.

Сравнительно малое число ходов этих прессов обуславливает наличие в системе привода двух-трех ступеней зубчатых передач.

Конструкция привода в известной степени определяет компоновку прес-са, его габаритные размеры и другие эксплуатационные качества.

Листоштамповочные прессы

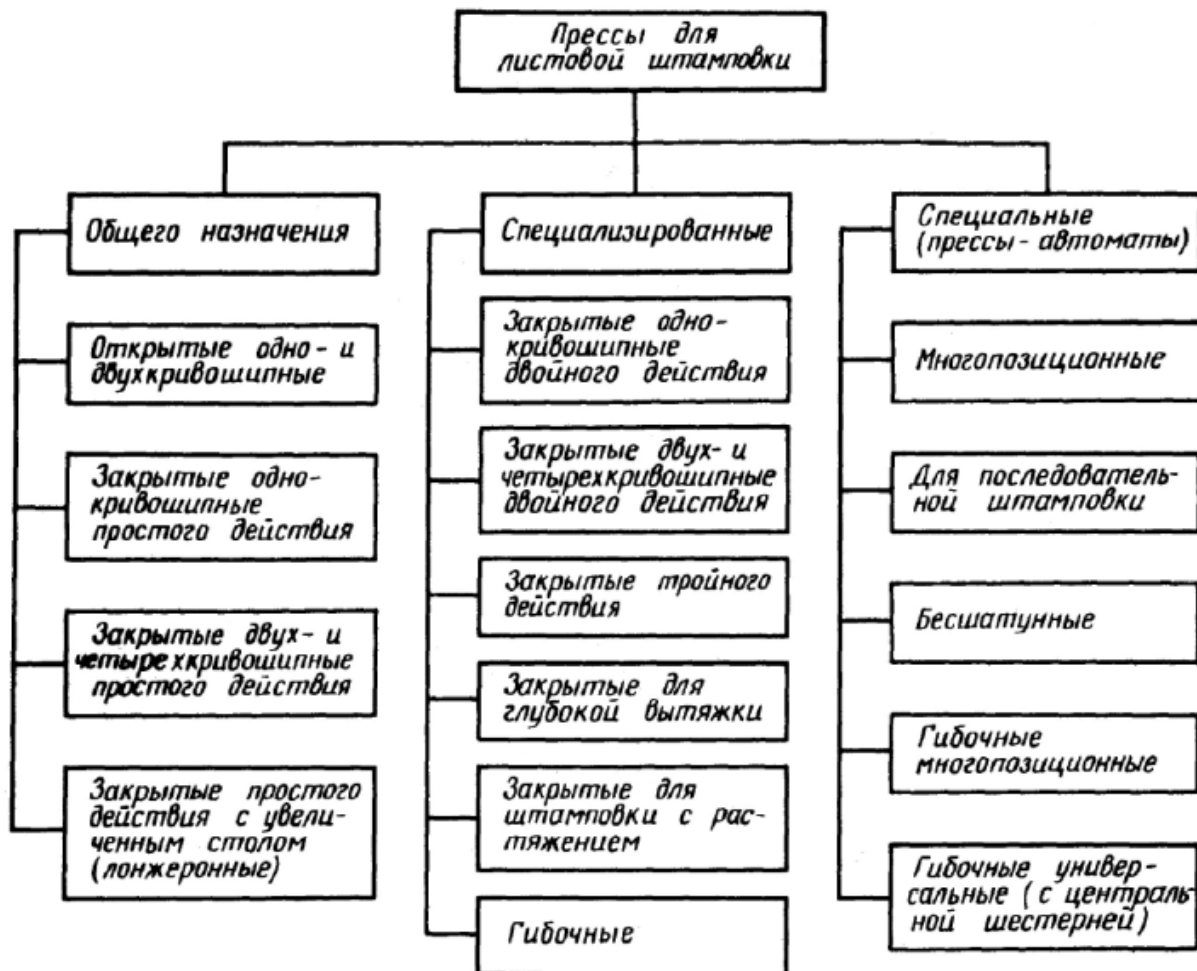


Рис. 2. Классификация листоштамповочных прессов

Современные прессы строят с валами привода перпендикулярными к их фронту, что и увеличивает высоту прессы за счет усложнения траверсы, где размещены все передачи.

Стремление уменьшить габаритные размеры пресса привело к применению двухсторонних передач в последней и промежуточной зубчатой парах. При использовании вала небольшой длины передачи работают лучше. Поэтому в современном прессостроении отдают предпочтение перпендикулярному размещению валов привода. Верхняя траверса герметизируется, превращается в масляную ванну с уплотнениями в отверстиях для плунжеров, соединяющих ползун с шатуном.

Однокривошипные закрытые прессы имеют сварную станину. Кривошипный механизм построен на базе одно- или двухстороннего шестерне-эксцентрикового привода. В ползуне находится устройство для регулирования штампового пространства с электроприводом и предохранитель.

Наряду с механическим выталкивателем иногда применяют пневматические и гидравлические цилиндры для выталкивания. В столе размещают пневматические или гидропневматические подушки усилием составляющим 2-3 % номинального.

Двух- и четырехкривошипные прессы строятся в основном с перпендикулярным расположением валов привода. Кривошипно-шатунные механизмы идентичны, но имеются две конструкции с вращением кривошипов в одну сторону (в тихоходных прессах) и в разные стороны.

В последнем случае горизонтальные составляющие реакции от шатуна замыкаются на ползуне, благодаря чему разгружаются направляющие. Для наладки прессов используют микропривод, при этом приводной вал получает вращение от специального электродвигателя небольшой мощности через муфту и систему передач. Стремление к уменьшению габаритных размеров прессов привело к созданию прессов с нижним приводом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Банкетов А. Н. Кузнечно-штамповочное оборудование / А. Н. Банкетов, Ю. А. Бочаров др. – М.: Машиностроение, 1982. – 576 с.
2. Бочаров Ю. А. Гидропривод кузнечно-штамповочных машин. – М.: Машиностроение, 1972. – 76 с.
3. Венецкий С. И. В мире металлов. – М.: Металлургия, 1982. – 256 с.
4. Власов В. И. Кривошипные кузнечно-штамповочные машины / В. И. Власов, А. Я. Борзыкин, И. К. Букин-Батырев и др. Под ред. В. И. Власова. – М.: Машиностроение, 1982. – 424 с.
5. Власов В.И. Технологические особенности и основные направления развития тяжелых кузнечно-прессовых машин для горячей объемной штамповки / В. И. Власов, В. В. Лебедев, И. Н. Филькин и др. – М.: НИИ маш, 1973. – 108 с.
6. Добринский Н. С. Гидравлический привод прессов. – М.: Машиностроение, 1975. – 222 с.
7. Дунаев П. А. пневматические молоты. – М.: Машгиз, 1959. – 190 с.
8. Живов Л. И. Кузнечно-штамповочное оборудование: Молоты. Винтовые прессы. Ротационные и электрофизические машины / Л. И. Живов, А. Г. Овчинников. – Киев: Высшая школа, 1985. – 279 с.
9. Залесский В. И. Оборудование кузнечно-прессовых цехов. – М.: Высшая школа, 1973. – 630 с.
10. Зимин А. И. Машины и автоматы кузнечно-штамповочного производства. Ч. 1. Молоты. – М.: Машгиз, 1953. – 459 с.
11. Игнатов А. А. Кривошипные горячештамповочные прессы / А. А. Игнатов, Т. А. Игнатова. – М.: Машиностроение, 1984. – 312 с.
12. Климов И. В. Основы теории и теплового расчета паровоздушных молотов. – М.: Машиностроение, 1970. – 158 с.
13. Кожевников В. А. Модернизация кривошипных прессов. – Л.: Машиностроение, 1988. – 175 с.
14. Кожевников В. Я. Горизонтально-ковочные машины. Устройство, элементы расчета и обслуживание / В. Я. Кожевников, И. Г. Ксенжук, И. И. Худяков. – М. – Киев: Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, 1960. – 240 с.
15. Ланской Е. Н. Элементы расчета деталей и узлов кривошипных прессов / Е. Н. Ланской, А. Н. Банкетов. – М.: Машиностроение, 1966. – 380 с.
16. Несвит С. М. Горизонтально-ковочные машины и их автоматизация / С. М. Несвит, И. И. Нюнько. – М.: Машиностроение, 1964. – 323 с.
17. Патент 219592. Россия, 6 В1 J 7/02. Штамповочный молот со встречным ударом / Лукс Р. К., Таловеров В. Н. – Оpubл. 27.10.98., бюл. № 12
18. Патент 2148463. Россия, 7 В 21 J 7/02. Пневмоизолирующее устройство штамповочного молота / Лукс Р. К., Таловеров В. Н., Дозоров А. А. – Оpubл. 10.05.2000, бюл. № 13

19. Патент 2152840. Россия, 7 в 21 J 7/02. Штамповочный молот / Лукс Р. К., Таловеров В. Н., Дормушев А. Е. – Оpubл. 20.07.2000, бюл. № 20
20. Патент 2236586. Россия, 7 Е 21 С 37/22, В 25 Д 17/24. Молоток пневмати-ческий / Лукс Р. К., Таловеров В. Н., Колтунов А. А. – Оpubл. 20.09.2004, бюл. № 26
21. Петров Н. В. Кузнечно-штамповочное оборудование. Гидропрессы. – М.: Машиностроение-1, 2004. – 140 с.
22. Розанов Б. В. Гидравлические прессы. – М.: Машгиз, 1959. – 428 с.
23. Свистунов В. Е. Кривошипные прессы для разделительных операций / В. Е. Свистунов, В. В. Каржан, Б. И. Чагин и др. – М.: НИН маш, 1978. – 65 с.
24. Таловеров В. Н. Виброизоляционное устройство для штамповочного молота // Сб. докл. НТК «Совершенствование процессов и оборудования кузнечно-штамповочного производства» / В. Н. Таловеров, Р. К. Лукс – Н. Новгород: НГТУ, 1997
25. Таловеров В. Н. Расчет и конструирование зубчатых передач и главных валов кривошипных кузнечно-прессовых машин / В. Н. Таловеров, А. В. Ганенков. – Ульяновск: УлГТУ, 1998. – 72 с.
26. Таловеров В. Н. Виброизоляция штамповочных молотов // Сб Вестник УлГТУ, сер. «Машиностроение», № 2 / В. Н. Таловеров, Р. К. Лукс, А. Е. Дормушев. – Ульяновск: УлГТУ, 1998. – С. 18-21
27. Таловеров В. Н. Пневмоизолирующее устройство // Кузнечно-штамповочное производство / В. Н. Таловеров, Р. К. Лукс, А. Е. Дормушев. – М.: Машиностроение, № 10, – 2000
28. Таловеров В. Н. Оборудование кузнечно-прессовых цехов. Механические и гидравлические прессы. Методы исследования / В. Н. Таловеров, Ю. А. Титов. – Ульяновск: УлГТУ, 2001. – 80 с.
29. Таловеров В. Н. Совершенствование виброизолирующих устройств штамповочных молотов // Кузнечно-штамповочное производство / В. Н. Таловеров, Р. К. Лукс, А. С. Чефранов. – М.: Машиностроение, № 3, 2002
30. Таловеров В. Н. Совершенствование виброизолирующих устройств штамповочных молотов // сб. «Научно-технический калейдоскоп», серия «Технология машиностроения» / В. Н. Таловеров, Р. К. Лукс. – Ульяновск: Технология машиностроения, № 1, – 2002. – С. 59-64
31. Таловеров В. Н. Кузнечно-штамповочные машины. Основные параметры и размеры / В. Н. Таловеров, Ю. А. Титов Ю. А. – Ульяновск: УлГТУ, 2003, 25 с.
32. Таловеров В. Н. Расчет рабочих нагрузок и выбор силовых и энергетических параметров при проектировании кривошипных машин / В. Н. Таловеров, Ю. А. Титов, Е. А. Алексеевский, А. В. Таловеров. – Ульяновск: УлГТУ, 2003. – 48 с.
33. Щеглов В. Ф. Кузнечно-прессовые машины / В. Ф. Щеглов, Л. Ю. Максимов, В. П. Линц. – М.: Машиностроение, 1979. – 304 с