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 2024**

**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 изготовлял из железа боевое оружие и орудия мирного труда.

Простейшими инструментами и оборудованием для ковки 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 изображение ковки 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 изготовлялись 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 быстры-ми 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 Несмит 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 дей ствия, 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 мо-гут 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 час тей (500-1000 кН) и выше. Так, на заводе Круппа, в Эссене (Германия) был изготовлен паро-вой молот с массой падающих частей (750 кН), на бывшем Путиловском и Пермском заводах (Россия) – 500 кН, на заводе Шнейдера в Крезо (Франция) – 1000 кН, на заводе Вифлеемской компании (США) – 1250 кН.

Уникальная отливка массой 6000кН – 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 пос троили огромный литейный цех. Двадцать вагранок в течении 120 часов непрерывно плавили металл. Три месяца остывал шабот, затем был вынут из формы и с помощью только одних рычагов и блоков передвинут к мес ту 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 недос татков – 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 нас тоящее 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 обрезной пресс).

Приводные молоты. Задача создания парового молота такой конструк-ции, при которой значительно повысился бы тепловой КПД, не получила удовлетворительного решения, и с тоимость 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 ковочные молоты – пневматические, приводимые в действие сжатым воздухом [7], вырабатываемым самим молотом; пружинные, основанные на действие пружины; рессорные, основанные на действии рессоры, и рычажные, приводимые в действие механизмом кулака. Все эти молоты имеют электрические привод, с помощью которого приводится в действие молот. Для свободной ковки 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 неприспособленности 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 ра-боте, утомляющий рабочих, являются отрицательными качествами паровых молотов. В 1861 году появились гидравлические прессы – машины для ковки крупных поковок, хотя и более тихоходные, чем паровые молоты, но не вызы-вающие 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 пресса, создается гидравлическим путем и передается по трубам в рабочий цилиндр, плунжер которого (как

поршень у молота) передает это давление траверсе (поперечине, выпол-няющей такую роль, какую выполняет баба у молота). Получение и передача воды по трубам высокого давления связано с большими затруднениями. В не-которых 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 прес сами. 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 изготовляются гидравлические прессы усилиями 350-500 МН и даже 750 МН.

В нас тоящее время в России имеется два гидравлических пресса 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 приобрес ти 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 Иссуар возник огромный производственный корпус, сооруженный для одной машины – уникального гидравлического пресса усилием 650 МН. Контракт предусматривал не просто поставку оборудования, а сдачу пресса «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 богоматери.

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 пресса, выступил в то время президент Франции В. Жискар д,Эстен. Заключительные слова своей речи он произнес по-русски: «Спасибо за это отличное дос тижение, которое делает чес ть 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 предс тавителями 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 облас ть 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, изготовляются 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 изготовлять поковки такого же типа, как и на штамповочных молотах, но значительно быс трее и с большей точнос тью.

На ГАЗе установлены, в новой кузнице, два кривошипных пресса с усилием 63 МН, на УАЗе три пресса 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 верхнеее 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. Ненадобность шабота объясняется незначительным количеством движения у ползу-на 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 передаточные 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 дугостаторные прессы усилием 250-10 000 МН изготовляет 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 Авс трии. Первый гидровинтовой пресс с комбинированным воздействием на поковку усилия гидроцилиндра и кинетической энергией рабочих частей изобретен в 1949 г. профессором А.И. Зиминым [1,8].

Освоение серийного выпуска гидровинтовых 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 свободной ковки изготовляют 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, плас тинчатые и ленточные; тележки; автокары и электрокары; местовые краны и т. д.

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

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 дос тигает нескольких десятков наименований.

Машинос троение требует более быстрого роста производства кузнечно-прессовых машин по сравнению и рос том 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 являют-ся 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 пресса).

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. Унксов – 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 необходимос ть 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 | | | Двухкривошипные | Для листовой штамповки простого действия | Листоштамповочные |
| 4 | | | Четырехкривошипные | Для листовой штамповки двойного действия | Пневматические |
| 5 | | Двойного действия | Однокривошипные | Для штамповки резиной | Падающие |
| 6 | | | Двухкривошипные | 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 прессов 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 маши-ны. 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 прос транс тва, числа ходов и т. п.) или непринципиальными 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 обрабатывающему 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 непринципиальным 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 час тей 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 нежес ткой кривой изменения скорости рабочих частей машины. В зависимости от сопротивления деформации изменяется время рабочего хода tp 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 проводом) 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 называ-ют 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. Максималь-ные скорости рабочих частей пресса сравнительно невелики (до 0,3 м/сек).

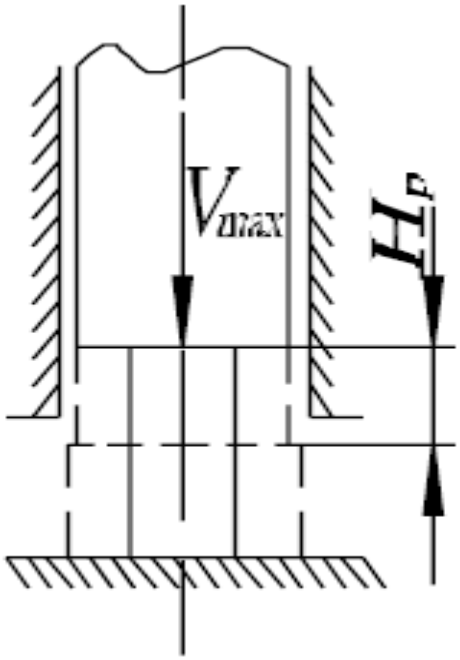
ГРУППА 3 – кривошипные машины. Рабочие части этих машин за время рабочего хода имеют жесткую кривую изменения скорости, форма которой за-

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

ГРУППА 4 – машины ротационного типа, имеющие пос тоянную 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 нежес ткую 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 классификации кузнечно-прессовых машин по технологическому, конструктивному и другим признакам



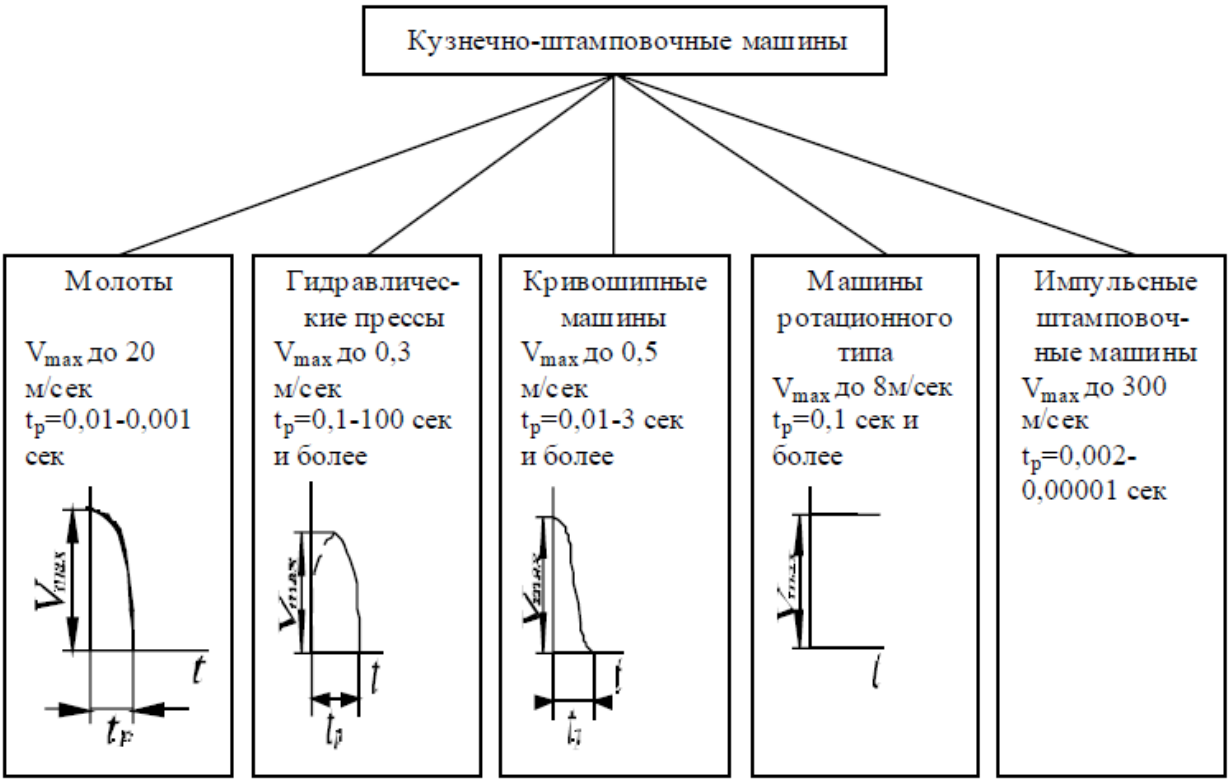



Рис.1. Классификация кузнечно-штамповочных машин по кинематике рабочего хода

Рассмотрим структуру современных кузнечных машин (рис. 1.2).

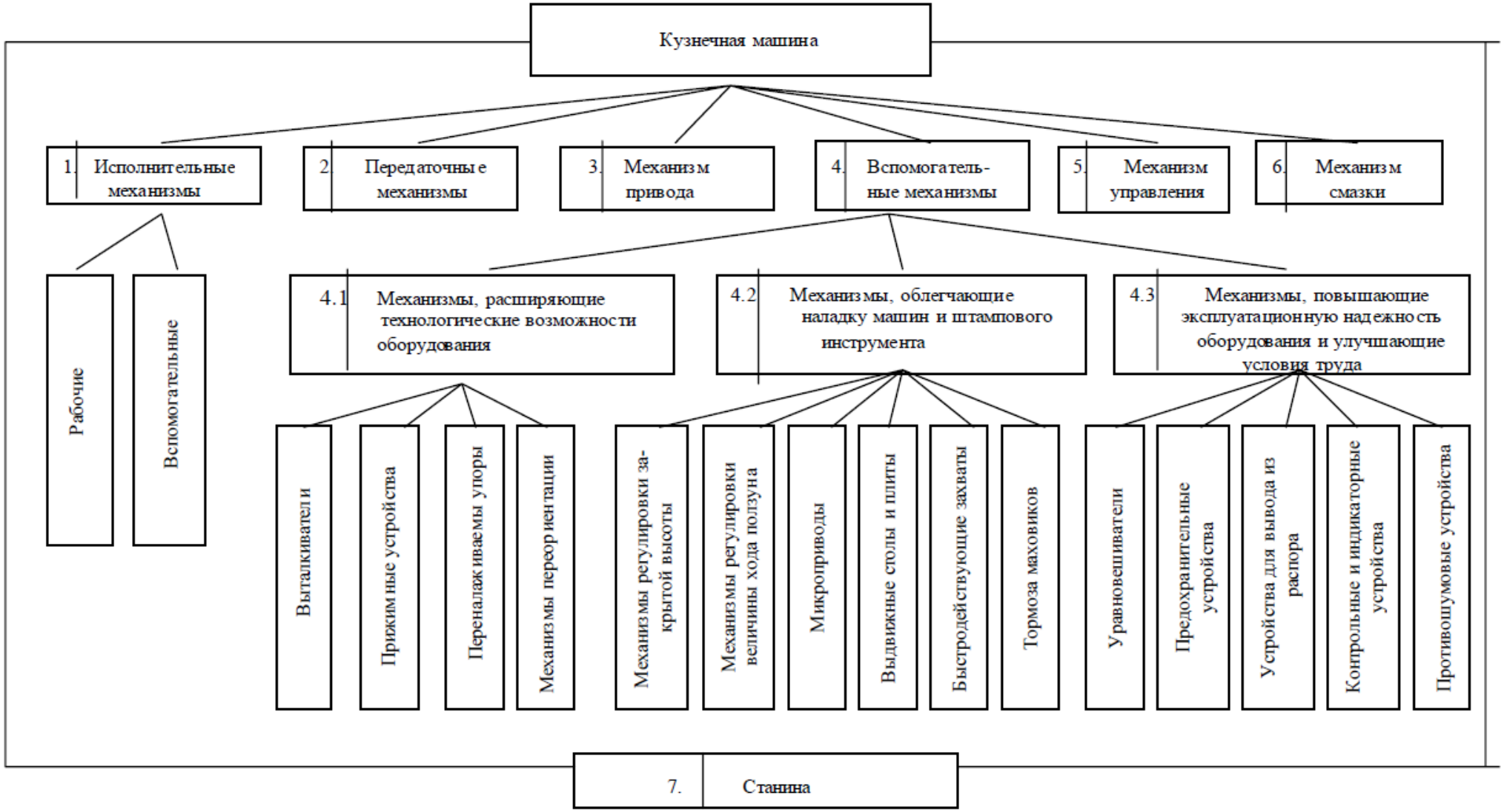



Рис.2. Структура кузнечных машин

## 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 обусловливает 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 однос тоечными 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-шатуными 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 принять независимо от числа кривошипов. Двух- и четырехкривошипные закрытые прессы выполняют с верхним и нижним расположением привода.

Открытые прессы. В промышленности превалирует 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 тола-рога существенно увеличивает штамповое пространс тво.

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.

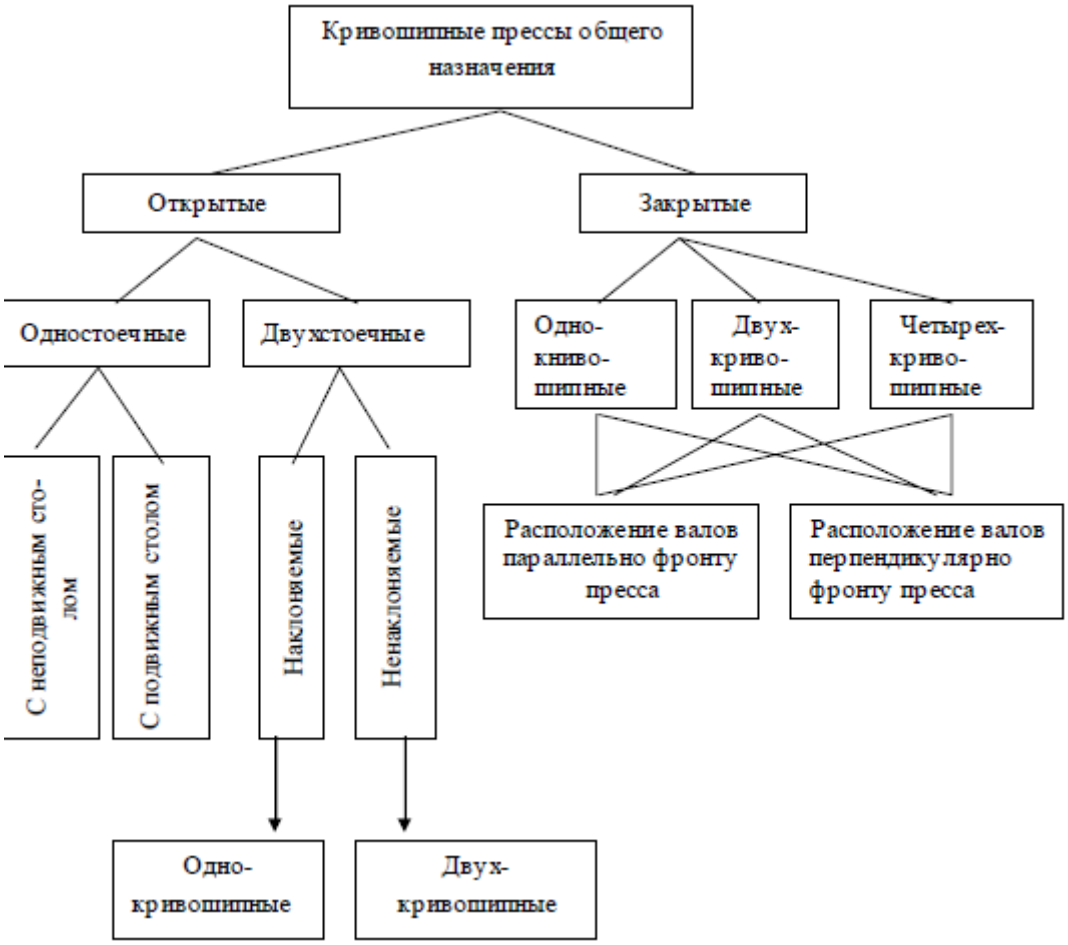



Рис. 3. Классификация конструкций кривошипных прессов общего назначения

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 точнос ть 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 распростране ние. 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 двухстоечных прессов того же усилия.

Оптимальную жесткость открытых прессов определяют по эмпирической формуле $C=16\sqrt{P_н}$ тс/мм или $1{,}6\sqrt{P_н}$ 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 отводится 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 жес ткость с тола.) 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 ен и экцентриситета кривошипной шейки ев. Максимальная длина хода составляет $H_{max} = 2 (e_н + e_в) = 2 r_{max}$.

Минимальная длина хода $H_{min} = 2 (e_н - e_в) = 2 r_{min}$.

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 чис-лом

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 пресса, его габаритные размеры и другие эксплуатационные качества.

**Листоштамповочные прессы**

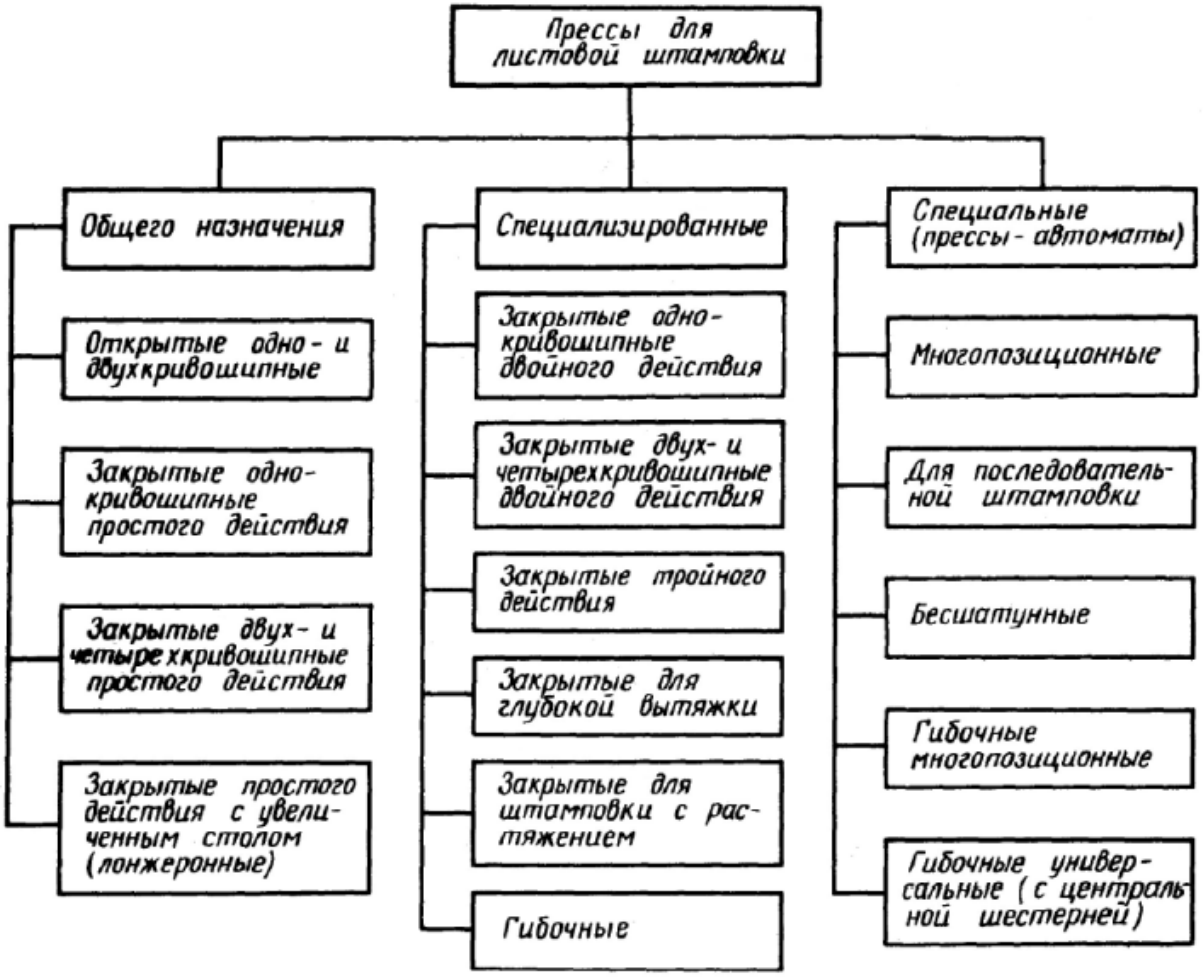



Рис. 2. Классификация листоштамповочных прессов

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

Стремление уменьшить габаритные размеры пресса привело к применению двухстронних 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 нижнем приводом.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ


1. Банкетов А. Н. Кузнечно-штамповочное оборудование / А. Н. Банкетов, Ю. А. Бочаров др. – М.: Машинос троение, 1982. – 576 с.
2. Бочаров Ю. А. Гидропривод кузнечно-штамповочных машин. – М.: Ма-шиностроение, 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. Вла-сов, 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 раз-вития тяжелых кузнечно-прессовых машин для горячей объемной штам-повки / 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.: Машинос трое-ние, 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. Игнато-ва, Т. А. Игнатова. – М.: Машинос троение, 1984. – 312 с.
12. Климов И. В. Основы теории и теплового расчета паровоздушных моло-тов. – М.: Машиностроение, 1970. – 158 с.
13. Кожевников В. А. Модернизация кривошипных прессов. – Л.: Машино-строение, 1988. – 175 с.
14. Кожевников В. Я. Горизонтально-ковочные машины. Устройство, элемен-ты расчета и обслуживание / В. Я. Кожевников, И. Г. Ксенжук, И. И. Ху-дяков. – 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.: Машинос тоение, 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 B1 J 7/02. Штамповочный молот со встречным ударом / Лукс Р. К., Таловеров В. Н. – Опубл. 27.10.98., бюл. № 12
18. Патент 2148463. Россия, 7 B 21 J 7/02. Пневмоизолирующее устройство штамповочного молота / Лукс Р. К., Таловеров В. Н., Дозоров А. А. – Опубл. 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. – Опубл. 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. – Опубл. 20.09.2004, бюл. № 26

21. Петров Н. В. Кузнечно-штамповочное оборудование. Гидропрессы. – М.: Машинос троение-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 устройс тво для штамповочного мо-лота // Сб. докл. НТК «Совершенс твование 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. «Машинос троение», № 2 / В. Н. Таловеров, Р. К. Лукс, А. Е. Дормушев. – Ульяновск: УлГТУ, 1998. – С. 18-21

27. Таловеров В. Н. Пневмоизолирующее ус тройство // Кузнечно-штамповочное производство / В. Н. Таловеров, Р. К. Лукс, А. Е. Дорму-шев. – 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 ус тройств штам-повочных молотов // Кузнечно-штамповочное производство / В. Н. Тало-веров, Р. К. Лукс, А. С. Чефранов. – М.: Машиностроение, № 3, 2002

30. Таловеров В. Н. Совершенствование виброизолирующих ус тройств штам-повочных молотов // сб. «Научно-технический калейдоскоп», серия «Тех-нология машинос троения» / В. Н. Таловеров, Р. К. Лукс. – Ульяновск: Технология машинос троения, № 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 энергетиче-ских параметров при проектировании кривошипных машин / В. Н. Тало-веров, 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. Макси-мов, В. П. Линц. – М.: Машиностроение, 1979. – 304 с