

СОВРЕМЕННОЕ ПРЕССОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ПРЕССОВАНИЯ ТРУДНОДЕФОРМИРУЕМЫХ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ С АКТИВНЫМ ДЕЙСТВИЕМ СИЛ ТРЕНИЯ

© 2012 В.Н. Данилин, А.В. Данилин

Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», г. Москва

Поступила в редакцию 17.03.2012

В работе приводится принципиально новая конструкция горизонтального гидравлического пресса для осуществления прессования с активным действием сил трения, показываются особенности его устройства, и раскрывается принцип его работы. Установка на пресс оригинального дросселирующего регулятора существенно расширила его потенциал. Дополнительные возможности прессу придает оригинальная конструкция прессового инструмента. Предложенная схема пресса успешно реализована на КРАМ-3е. Пресс показал надежную, простую в управлении работу и обеспечил существенную прибавку в производительности и высокое качество продукции.

Ключевые слова: *экструзия, гидравлический пресс, скоростное прессование, силы трения, алюминиевые сплавы*

В ходе многочисленных исследований было показано несомненное преимущество прессования с активным действием сил трения (СПАТ) по сравнению с традиционными прямым и обратным способами прессования. Так, при СПАТ скорости прессования 3-4 раза выше, чем при прямом и на 25-40% выше, чем при обратном прессовании, обеспечиваются равномерные механические свойства по длине и сечению изделий, отсутствуют крупнокристаллический ободок, выход годного увеличивается до 90% и т.д. [1-3]. Его широкое внедрение в промышленность сдерживалось отсутствием надежного и удобного оборудования для СПАТ процесса. По результатам комплексных исследований на лабораторных установках МИСиС и Ростовского института сельскохозяйственного машиностроения (РИСХМ), а также полупромышленного опробования на Белокалитвинском металлургическом заводе (БКМЗ) впервые в мире Коломенским заводом тяжелого машиностроения (КЗТС) был изготовлен специальный пресс для СПАТ и обратного прессования усилием 31,5 МН, введенный в действие на Ступинском металлургическом комбинате в 1980 г. [2]. К сожалению, построенный пресс по традиционной технологии с индивидуальными приводами на контейнере и прессштемпеле имел сложную систему управления, не позволяющую в полном объеме реализовать СПАТ-процесс. Кроме того, на начальной стадии прессования усилия не хватало на контейнере, поэтому начальная стадия проходила практически в обратном режиме. В конце процесса

было недостаточно усилия на прессштемпеле, в результате чего приходилось снижать скорость прессования. Это приводило к тому, что мощность приводов пресса использовалась только на 60-80%. На средней стадии процесса силовые параметры изменялись очень динамично, и аппаратура не успевала отслеживать эти изменения, поэтому процесс шел как бы волнообразно. Это обстоятельство значительно усложняло поддержание необходимого кинематического режима прессования [2, 3]. В тоже время пресс, имея существенные недостатки на значительный период, явился заводской лабораторией, на котором комплексно исследовали особенности СПАТ. На СМК были выполнены комплексные исследования прессования профилей и прутков в разных кинематических условиях из труднодеформируемых алюминиевых сплавов в сопоставимых условиях с прямым и обратным способами прессования.

Значительным шагом вперед в прессостроении была разработка в МИСиС новой конструктивной схемы пресса с зависимой «жесткой» гидравлической связью между подвижными элементами пресса (рис. 1) [4]. Такая связь достигается установкой на прессующей траверсе 8 цилиндра подпора 21 и на задней поперечине цилиндров стабилизации утапливания плунжера подпора 15, связанных между собой трубопроводами 18. Наличие цилиндра подпора 21 обеспечивает не только опережающее движение контейнера 3 по отношению к прессштемпелю 4, но и автоматическое перераспределение усилий между ними в необходимом соотношении. Кроме того, установка цилиндров стабилизации 15 добавляет мощности пресса пропорционально их площади. При этом перемещение прессштемпеля

Данилин Владимир Николаевич, кандидат технических наук, доцент. E-mail: DanilinVN@yandex.ru
Данилин Андрей Владимирович, старший преподаватель. E-mail: DanilinAV@misis.ru

и контейнера осуществляется одним главным рабочим приводом 13. Для холостых ходов и возврата контейнера устанавливается отдельный привод 26, 27 на передней поперечине. Выполнение плунжера подпора с хвостовиком 69,

размещенным в полости плунжера 14 главного цилиндра 13, позволяет значительно сократить габариты прессующей траверсы с цилиндром подпора [4].

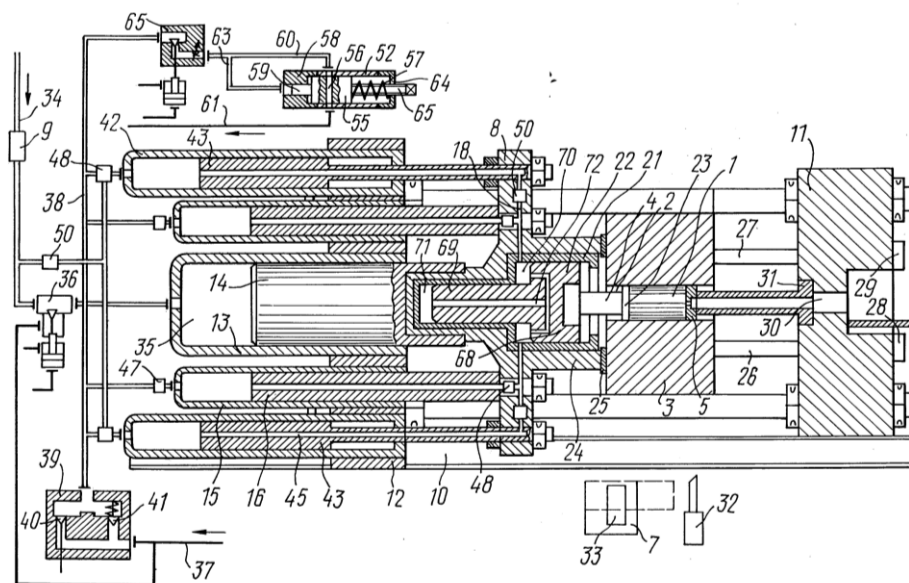


Рис. 1. Горизонтальный гидравлический пресс с «жесткой» гидравлической связью его подвижных элементов для прессования с активным действием сил трения:

1 – заготовка; 2 – втулка контейнера; 3 – контейнер; 4, 23 – короткий прессштемпель; 5 – матрица; 7 – механизм подачи заготовки; 8, 24 – подвижная траверса; 9, 19, 20, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 65, 66, 67 – управляемые и неуправляемые клапаны; 10 – станина; 11 – передняя поперечина; 12 – задняя поперечина; 13, 14, 35 – главный силовой цилиндр; 15, 16 – стабилизирующие цилиндры; 17 – колонны; 18, 72 – трубопроводы и каналы; 21, 22, 68, 70, 71 – цилиндр подпора; 25 – упор; 26, 27, 28, 29 – цилиндры перемещения контейнера; 30 – окно в передней поперечине; 31 – шплинтон; 32 – нож; 33 – прижимное устройство; 34, 38 – трубопровод магистрали высокого давления; 36 – клапан наполнения; 37 – трубопровод магистрали низкого давления; 39, 40, 41 – распределительное устройство; 42, 43, 44, 45 – форсирующе-возвратные цилиндры; 52, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64 – автоматическое дросселирующее устройство; 69 – центрирующий хвостовик плунжера цилиндра подпора; 70, 71 – внутренняя полость цилиндра подпора; 72 – каналы в цилиндре подпора

Для автоматического получения требуемой величины кинематического коэффициента ($K_w = V_k / V_{пр}$) соотношения скоростей контейнера V_k и прессштемпеля $V_{пр}$ и надежной работы узлов пресса в процессе экструдирования необходимо выполнение различных конструктивных элементов пресса в строгом соответствии между собой. Так, для исключения мультипликации давления во внутренней полости цилиндра подпора 21 площадь сечения плунжера 22 должна быть равна суммарной площади поперечных сечений всех силовых цилиндров, осуществляющих рабочий ход траверсы 8 (рис. 1). Ход траверсы 8, плунжеров 14 силовых цилиндров и плунжеров 16 цилиндров стабилизации состоит из холостого H_b^1 и рабочего H_R ходов. При расчетах используется максимально возможная величина рабочего хода, зависящая от наибольшей длины заготовки 1, которая может быть помещена и отпрессована из принятой длины контейнера. Общий объем W_S внутренних полостей всех цилиндров стабилизации W_S^i ($W_S = \sum W_S^i$), освобождающихся только в процессе рабочего хода, должен быть равен максимальному объему W_A свободной внутренней полости 70, 71 в цилиндре

подпора (при максимально возможном выдвинутом плунжере 22 вправо по рис. 1).

$$W_A = W_S; W_A = F_A H_A; F_A H_A = \sum F_S H_R \quad (1)$$

где: W_A – площадь поперечного сечения цилиндра подпора; F_A – площадь поперечного сечения цилиндра подпора; $\sum F_S$ – площадь поперечного сечения всех цилиндров стабилизации; H_A – длина рабочей полости цилиндра подпора; H_R – величина максимального рабочего хода плунжера цилиндров стабилизации. Величина K_w определяется соотношением:

$$K_w = V_k / V_{пр} = (H_k / \tau_w) / (H_{пр} / \tau_w) = H_k / H_{пр}, \quad (2)$$

где: H_k – величина хода контейнера; $H_{пр}$ – величина хода прессштемпеля; τ_w – время рабочего хода.

Рабочий ход H_k контейнера равен рабочему ходу H_T траверсы, следовательно, он равен и рабочему ходу H_R плунжеров цилиндров стабилизации.

$$K_w = H_R / (H_R - H_A) \quad (3)$$

Таким образом, для получения заданного соотношения K_w на всем протяжении рабочего хода длина внутренней свободной полости 70, 71 цилиндра подпора должна быть

$$H_A = H_R / (1 - 1/K_w) \quad (4)$$

Подставляя полученное выражение (4) в выражение (1), получаем необходимое соотношение между площадью F_A поперечного сечения цилиндра подпора и суммарной площадью $\sum F_s$ поперечного сечения всех цилиндров стабилизации

$$\sum F_s H_R = F_s H_R / (1 - 1/K_w), \quad (5)$$

$$\sum F_s = F_A (1 - 1/K_w) \quad (6)$$

Рассматриваемый пресс работает следующим образом. Нагретая до заданной температуры заготовка 1 подается на ось прессы с помощью специального задатчика 7 с зажимным механизмом 33. При этом примерно 1/3 заготовки свешивается с призмы задатчика. Холостым ходом контейнер 3 надвигается на свешивающуюся часть заготовки. Далее с помощью специального съемника матрица 5 устанавливается на шпильтон 31. Податчик слитков уходит за пределы рабочей зоны. Далее в действие вступают форсирующие цилиндры 42 и прессыющая траверса 8 (воздействуя на заготовку прессштемпелем) холостым ходом полностью заталкивает заготовку в контейнер. При этом траверса начинает через специальные приливы 25 взаимодействовать с контейнером, и система начинает двигаться как единое целое. После соприкосновения заготовки с матрицей холостой ход заканчивается. В главный цилиндр 13 подается рабочая жидкость высокого давления и начинается стадия распрессовки. Стадия распрессовки плавно переходит в прессование. В это время открывается клапан 48, соединяющий полости цилиндров подпора 21 и стабилизации 15. Поскольку плунжеры 16 цилиндров стабилизации тянет прессыющая траверса, то в последних постоянно освобождается строго фиксированное пространство, в которое начинает перетекать рабочая жидкость из цилиндров подпора. В результате этого цилиндр подпора с установленным на нем прессштемпелем 4 начинает утапливаться и тем самым отставать от контейнера. Этим обеспечивается заданный кинематический коэффициент K_w .

На прессе может быть установлено несколько цилиндров стабилизации, включая и включая их попарно можно ступенчато изменять кинематический коэффициент по ходу процесса, поддерживая его оптимальное значение. В качестве цилиндров стабилизации можно использовать форсирующие цилиндры 42 после завершения их основной функции - холостого хода. Они соединяются с цилиндром подпора трубопроводами 18 и устанавливаются дополнительные клапаны 50.

После достижения заданной величины прессостатка, который при СПАТ составляет

примерно 0,1-0,05 D_k , процесс останавливается. Затем прессштемпель отводится в исходное положение. Ходом цилиндра контейнера контейнер перемещается до соприкосновения с упором контейнера. При этом из контейнера выходит прессостаток за его пределы. Далее ходом ножа 32 прессостаток отрубается от изделия. Последний по специальному желобу скатывается в короб. Изделие специальным устройством выдергивается из канала матрицы и по транспортеру поступает на стол охлаждения. Затем контейнер отодвигается от упора контейнера и последний убирается. Теперь контейнер движется до соприкосновения с передней поперечиной 11 и в результате чего из него выходит матрица, которая с помощью специального устройства захватывается и поднимается над контейнером. Контейнер возвращается в исходное положение, и цикл может быть повторен.

На основе этой конструктивной схемы в 1989 г. осуществлена реконструкция 35МН прессы прямого действия модели П8546 на Красноярском металлургическом заводе (КРАМЗ) и перевод его на прессование с активным действием сил трения [2, 3]. В результате реконструкцией установлена новая подвижная траверса с цилиндром подпора и прикрепленными к ней сверху и снизу двумя цилиндрами стабилизации. Проведено совершенствование приводов подвода отвода контейнера (в связи с необходимостью увеличения хода контейнера), отделения прессостатка и изготовлено устройство для съема и установки матрицы. В связи с ограниченным пространством в поперечине выбранное соотношение размеров между цилиндром подпора цилиндрами стабилизации позволило получить кинематический коэффициент 1,15, позже за счет включения в систему стабилизации форсирующих цилиндров он увеличился до $K_w=1,21$. При разработке нового проекта реконструкции в АО КРАМЗ профильного 20МН прессы предусмотрена стабилизация кинематического коэффициента на пяти уровнях.

Современное прессостроение уже немыслимо без полной автоматизации процесса. Поэтому в процессе реконструкции прессы П8546 были выбраны конструктивные решения, позволившие сократить число вспомогательных операций, время их выполнения, что упростило его автоматизацию. Система управления прессом была выбрана на основе программируемого контроллера типа ПК-128 из серии «Микродат» отечественного производства [5]. Работа контроллера предусматривала одновременное обслуживание трех функциональных групп: собственно прессы, участка подачи и нагрева заготовок и выходной линии. При использовании программируемого контроллера можно выполнять одновременно до пяти операций, что позволяет значительно сократить вспомогательное время.

Система работает следующим образом. На контроллер поступают сигналы от органов управления с тех пультов, расположенных у

пресса и вблизи вспомогательных механизмов, а также воспринимаются сигналы с датчиков, установленных на всех подвижных элементах прессовой установки. Контроллер постоянно обрабатывает получаемую информацию и согласно заложенной в него программы выдает в необходимой последовательности команды на исполнительные механизмы прессовой установки. В случае нештатной ситуации выдача команд прекращается, либо полностью останавливаются все механизмы пресса и затем снимается давление с рабочих цилиндров.

Система управления предусматривает два режима работы пресса - ручной и автоматический. В обоих случаях действуют защитные блокировки, исключающие поломки механизмов из-за неправильных действий оператора или сбоя автоматического цикла. Значительно сократилось количество релейной аппаратуры и объем ее технического обслуживания, система управления стала гибкой легко и быстро перенастраиваемой, кроме того, существенно сократилось время поиска неисправностей. Новый пресс потребовал всестороннего изучения силовых и температурных условий осуществления технологического СПАТ процесса, потребовалось разработка новых конструкций прессового инструмента [6-10]

Возросшие скорости истечения при СПАТ позволяют существенно сократить время прессования. В тоже время рост производительности пресса сдерживается большой долей вспомогательного времени, составляющим примерно половину рабочего цикла пресса. Почти половина вспомогательного времени уходит на передачу матрицы через контейнер после операции отделения прессостатка. В противном случае при протаскивании матрицы через контейнер (для возвращения её в исходное положение) рабочий пояс матрицы будет задевать за алюминиевую прессрубашку на контейнере, а это, в последующем, приведет к дефектам на изделиях. Анализ имеющихся данных показал, что для решения этой проблемы наиболее рациональным является применение конструкций инструмента с упругими элементами [11]. Изготовление таких конструкций не требует больших материальных затрат и они могут быть установлены на любом существующем прессе.

Были разработаны, изготовлены и опробованы более 15 вариантов конструкций матриц и прессшайб с упругими элементами. Наиболее удачной и универсальной, является конструкция, в которой упругий элемент выполнен в виде кольца со специальными проточками и шарообразными элементами для крепления его к матрице [11]. Применение такой конструкции на прессах позволило уменьшить на 50% вспомогательное время. Наилучшие результаты по уровню механических свойств при прессовании сплошных и полых изделий получены при близких значениях температур нагрева контейнера и заготовки. В тоже время на распределение механических свойств изделий значительно влияют величина и

характер изменения кинематического коэффициента в течение всего цикла прессования. Так, с целью более равномерной проработки пресс-изделий по всей длине целесообразно на начальной стадии процесса увеличить кинематический коэффициент до $K_w=1,6$, а в конце - уменьшить его до $K_w=1,1$. Для обеспечения таких режимов прессования был разработан специальный автоматический регулятор, позволяющий дополнительно стравливать жидкость из цилиндра подпора по определенному закону рис. 1 поз. 58 и рис. 2 [4].

Регулятор работает следующим образом: жидкость из цилиндра подпора 21, 70 (рис.1) поступает через отверстие 9 (рис. 2) в корпусе 3 к каналу 5 в золотнике 4 и одновременно к плунжеру 2, установленному на золотнике 4. С противоположной стороны от плунжера на золотник для его регламентированного перемещения воздействуют пружины 6.

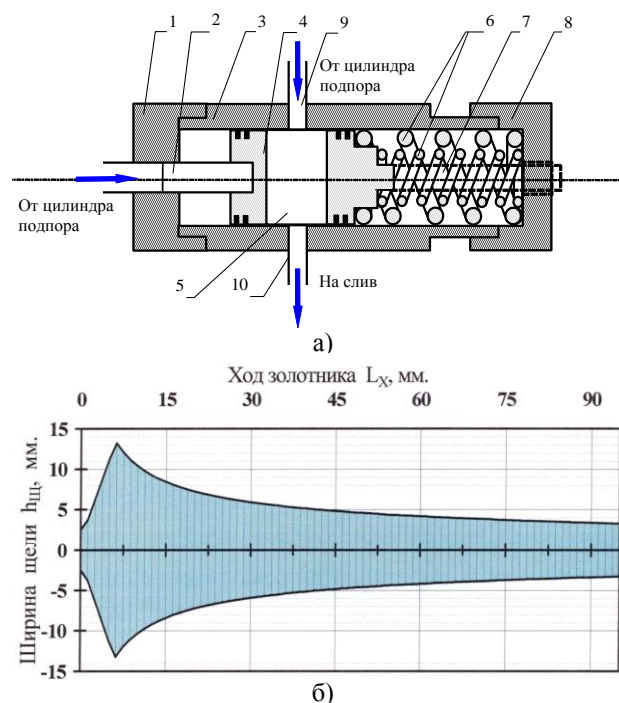


Рис. 2. Конструктивная схема автоматического дроселирующего регулятора (а) и рассчитанный профиль канала в золотнике (б):

1 - крышка-цилиндр; 2 - плунжер; 3 - корпус золотника; 4 - золотник; 5 - переменный канал в золотнике; 6 - пружины; 7 - направляющая планка; 8 - регулирующая крышка; 9 - входное отверстие; 10 - выходное отверстие

Особенностью СПАТ является постоянный рост давления в цилиндре подпора 21, 70 (рис. 1). В результате этого на плунжер 2 золотника постоянно увеличивается давление, поэтому золотник, сжимая пружины 6, будет непрерывно перемещаться вправо по рисунку. При этом постоянно меняется дроселирующее отверстие, образующееся между отверстием 9 в корпусе золотника и отверстием 5 в золотнике. Выполнив отверстие в золотнике необходимой конфигурации рис. 2б, можно добиться желаемого слива жидкости из цилиндра подпора, а тем самым обеспечить

любой закон изменения кинематического коэффициента. С помощью различных направляющих планок 7 (ходового винта) можно придавать дополнительное разное вращательное движение золотнику, меняя тем самым дросселирующее отверстие при одной конфигурации золотника. Дополнительной регулировкой может служить величина предварительного сжатия пружин с помощью крышки 8.

Преимущества, обеспечиваемые при СПАТ процессе, достигаются за счет ускоренного течения периферийных слоев металла заготовки. Такое течение металла создается благодаря ускоренному движению контейнера по отношению к прессштемпелю. В результате возникающего активного действия сил трения между контейнером и заготовкой появляется ускоренный периферийный поток металла (ППМ), но величина трения зависит от многочисленных факторов (особенно от соотношения температур нагрева заготовки и контейнера) и может меняться в широких пределах. Проведенные с помощью программы QForm [12] многочисленные модельные исследования подтвердили, что при определенных технологических режимах происходит даже проскальзывание между контейнером и заготовкой. Это приводит к снижению объема периферийного потока металла и дополнительному износу контейнера [13, 14].

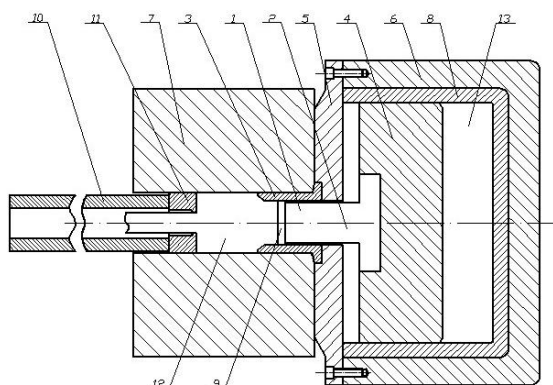


Рис. 3. Устройство для прессования с активным действием сил трения:

1 - прессштемпель, 2 - цилиндрическая часть прессштемпеля, 3 - полая цилиндрическая втулка прессштемпеля, 4 - плунжер цилиндра подпора, 5 - крышка цилиндра подпора, 6 - подвижная траверса, 7 - контейнер, 8 - цилиндр подпора, 9 - рабочий пояс, 10 - шплинтон, 11 - матрица, 12 - заготовка

Для увеличения мощности ППМ и снижения его зависимости от параметров процесса прессования была разработана новая конструкция рабочего контейнера - контейнер с «уступом» (рис. 3) [15]. «Уступ» выполняется на контейнере или за счет других приспособлений, причём в процессе прессования элемент с уступом должен двигаться вместе с контейнером. Данное устройство создает интенсивный дополнительный периферийный поток металла, опережающий центральный поток, создаваемый

сплошной частью прессштемпеля. Такая схема прессования в значительно меньшей степени зависит от условий взаимодействия контейнера с заготовкой а, следовательно, от величины реализации активного действия сил трения.

Анализ результатов моделирования показал [13, 14], что предложенная схема прессования с «уступом» позволяет увеличить объём периферийного потока металла за счёт вовлечения слоёв находящихся на значительном расстоянии от поверхности контейнера. Таким образом появляется возможность более гибко управлять процессом экструдирования. Варьируя скоростью движения контейнера, углом наклона конусного участка к оси прессования и величиной конусной части можно достичь желаемого распределения скорости металла в объёме заготовки, а, следовательно, и в канале матрицы. Результаты этих исследований и накопленный опыт успешной эксплуатации прутково-профильного пресса модели П8546 на КРАМЗе легли в основу технического задания на разработку трубного пресса. В конструктивную схему пресса была заложена успешно зарекомендовавшая себя система с «жесткой» гидравлической связью основных приводов пресса [16]. Для модернизации был выбран 16МН пресс модели П1680 для изготовления труб. Монтаж пресса был завершён в 1993 г., а в 1994 г. на нем начаты всесторонние исследования при прессовании труб из труднодеформируемых алюминиевых сплавов. Комплексное изучение качественных показателей труб показало возможность получения высококачественных изделий с регламентированной структурой, заданной геометрией и пониженной шероховатостью внутренней поверхности.

Выводы: опыт эксплуатации прессов П8546 и П1680 подтвердил рациональность создания зависимых приводов (с «жесткой» гидравлической связью) для перемещения контейнера и прессштемпеля. Всестороннее изучение СПАТ подтвердило несомненное преимущество этого процесса по сравнению с традиционными прямым и обратным прессованием, а поставки прутков и профилей с повышенной точностью и регламентированной структурой за рубежом подтвердили высокую конкурентоспособность этой продукции на мировом рынке. Использование комплексного математического моделирования позволило значительно расширить возможности управления процессом прессования, создать и оптимизировать конструкции нового инструмента, прогнозировать получение необходимой структуры и механических свойств прессизделий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Охрименко, Я.М. Новый способ прессования с активным действием сил трения // Цветные металлы. 1980. №11. С. 19-25.

2. Щерба, В.Н. Высокопроизводительное прессовое оборудование и технология получения изделий на основе СПАТ / В.Н. Щерба, В.Н. Данилин // Сборник научных трудов. Научные школы МИСиС – 75 лет МИСиС. – М., 1997. С. 193-196.
3. Данилин, В.Н. Создание и основные этапы развития процесса прессования с активным действием сил трения // Кузнечно-штамповочное производство ОМД. 2009. № 9. С. 30-37.
4. Патент № 2105621РФ, МКИ В21С 23/08, 31/00 Способ горячего экструдирования металла с активным действием сил трения и гидравлический экструзионный пресс для его осуществления // Щерба В.Н., Данилин В.Н., Разумкин В.С. и др.
5. Зеленский, В.Я. Система автоматического управления горизонтальными гидравлическими прессами / В.Я. Зеленский, В.Н. Щерба, В.Н. Данилин // Кузнечно-штамповочное производство. 1990. № 9. С. 27-29.
6. Щерба, В.Н. Силовые условия работы инструмента при прессовании с активным действием сил трения / В.Н. Щерба, В.Н. Данилин // Кузнечно-штамповочное производство. 1986. № 1. С. 34-37.
7. Данилин, В.Н. Особенности технологии и инструмента при прессовании в условиях активного действия сил трения / В.Н. Данилин, В.Н. Алферов, С.Ф. Ворошилов и др. // Технология легких сплавов. 1990. №8. С. 31-37.
8. Данилин, В.Н. Особенности проектирования и работы инструмента при прессовании с активным трением // Труды научно-технической конференции. Теория и технология процессов пластической деформации. – М. МИСиС, 1997. С. 449-460.
9. Данилин, В.Н. Особенности многоканального прессования на прессе, работающем в условиях активного действия сил трения / В.Н. Данилин, В.Н. Алферов, В.Н. Щерба и др. // Цветные металлы. 1993. № 8. С. 44-47.
10. Данилин, В.Н. Особенности проектирования и работы инструмента при прессовании с активным трением / В.Н. Данилин, С.Ф. Ворошилов, Л.А. Киселев и др. // Кузнечно-штамповочное производство. 1995. № 2. С. 25-28.
11. Данилин, В.Н. Нетрадиционные конструкции инструмента и условий его работы при прессовании с активным действием сил трения // Кузнечно-штамповочное производство. 1998. № 2. С. 33-39.
12. Стебунов, С.А. Qform – программа, созданная для технологов / С.А. Стебунов, Н.В. Биба // Кузнечно-штамповочное производство. 2004. № 9. С. 38-41.
13. Данилин, В.Н. Моделирование течения металла и температурных полей при прессовании различными способами / В.Н. Данилин, А.В. Данилин // Кузнечно-штамповочное производство и ОМД. 2005. № 5. С. 29-38.
14. Данилин, А.В. Прогнозирование и управление структурой прессизделия из алюминиевых сплавов путем изменения температурно-скоростных режимов прессования при помощи математического моделирования / А.В. Данилин, В.Н. Данилин // Сборник докладов международной научно-технической конференции «Инновационные технологии обработки металлов давлением». – М., Изд. Дом МИСИС, 2011. С. 499-506.
15. Патент №2285570РФ, МКИ В21С 23/08, В30В 1/32, Устройство для прессования с активным действием сил трения // Данилин В.Н., Данилин А.В., 2006. 7с.
16. Патент № 2108821РФ, МКИ В21С 23/08, Способ горячего экструдирования полых изделий с активным действием сил трения и гидравлический экструзионный пресс для его осуществления // Щерба В.Н. Данилин В.Н., Разумкин В.С. и др.

THE MODERN PRESSURE EQUIPMENT FOR EXTRUSION THE HARD DEFORMING ALUMINIUM ALLOYS WITH ACTIVE FRICTION FORCES

© 2012 V.N. Danilin, A.V. Danilin

National Research Technological University "MISIS", Moscow

The paper presents principle new design of the horizontal hydraulic press for the extrusion with active friction forces, shows features of its devices and reveals principle of its work. Using the original throttle control greatly expands the potential of the hydraulic press and the original design of the pressing tool provides additional features. The design and the method of extrusion have been successfully implemented in the press located in Krasnoyarsk metallurgical plant (KraMZ). The extrusion press showed a reliable, simple to manage work and ensure high quality products and a significant increase in performance

Key words: *extrusion, hydraulic press, high-speed extrusion, active friction forces, aluminum alloys*