

МОДЕЛИРОВАНИЕ СПОСОБА СОВМЕЩЕНИЯ ЛИТЬЯ И ВЫДАВЛИВАНИЯ

Буканов Жанат Умиртаевич аспирант, кафедры «Технология машиностроения» КГТУ им. И. Раззакова, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Мира 66. Тел. сотовый 87053147660, e-mail: heissen69@mail.ru

Аннотация. Статья знакомит с исследованием в области совмещения литья и выдавливания. Актуальность данной статьи в том, что новая конструкция горизонтально-высадочных машин и способ обработки обеспечит получение заготовок деталей машин, механизмов и повышение качества заготовок, производительности за счет совмещения процесса литья и выдавливания. Способ совмещения литья и выдавливания является основным прогрессивным видом металлообработки, позволяющим значительно сократить расход металла при производстве деталей механизмов, машин, приборов, а также значительно повысить их качество. Машина для литья и выдавливания предназначена для получения различных изделий из металла и неметаллических материалов, которые используются в качестве деталей машин, узлов агрегатов, оборудовании и других конструкций, и механизмов, в частности заклепки или гвозди, шурупы и другие.

Ключевые слова: литьё и выдавливание, мелкозернистая структура, способы обработки, литьё под давлением, пластическая деформация, матрица, инструмент, кривошипные машины, энергосберегающая технология, затвердевание и кристаллизация.

DESIGN OF METHOD OF COMBINATION OF CASTING AND SQUEEZING OUT

Bukanov Zhanat U. graduate student, department "Engineering Technology", Kyrgyzstan, 720044, c. Bishkek, KSTU named after I. Razzakov. Mob.t. 87053147660, e-mail: heissen69@mail.ru

Abstract. The article acquaints with research in area of combination of casting and squeezing out. Actuality of this article is in that the new construction of horizontally-landings machines and method of treatment will provide the receipt of purveyances of details of machines, mechanisms and upgrading of purveyances, to the productivity due to combination of process of casting and squeezing out. A method of combination of casting and squeezing out is the basic progressive type of metal-workingness, allowing considerably to shorten the expense of metal at the production of details of mechanisms, machines, devices, and also considerably to promote them. A machine for casting and squeezing out is intended for the receipt of different wares from a metal and non-metal materials, that is used as details of machines, knots of aggregates, equipment of both other constructions and mechanisms, in particular riveting or nails, screws et al.

Keywords: casting and squeezing out, fine-grained structure, methods of treatment, casting under constraint, flowage, matrix, instrument, crank-type machines, energy-saving technology, consolidation and crystallization.

Определения и сокращения: ГКМ – горизонтально-ковочная машина; ЛВМ – литейно-выдавливающие машины.

Введение

В настоящее время известно ряд способов обработки материалов и средств для его реализации, обеспечивающих получение мелкозернистой структуры материалов и повышение производительности процесса обработки. Кроме того, новые наиболее прогрессивные способы обработки металлов, направленные на получение нового класса конструкционных материалов, обладающих уникальными свойствами. Физико-механические свойства этих материалов значительно отличаются от свойств крупнозернистых аналогов. Например, ультрамелкозернистые, наноструктурные материалы получают различными способами: порошковой металлургией, кристаллизацией из аморфного состояния и интенсивной пластической деформацией и т.д. Из приведенных способов наиболее перспективным является способ совмещающий литьё с последующим интенсивным пластическим деформированием, обеспечивающий максимальные степени деформации при относительно низких температурах (ниже $0,3-0,4$ $\cdot T_{пл}$ в условиях высоких приложенных давлений). Химический состав, атомная структура, форма и размеры зерен, а также их границы раздела оказывают значительное влияние на свойства наноструктурных материалов. Так же существенное влияние на возможность получения наноструктурных материалов оказывает и влияние термомеханические параметры и способы обработки металла, в том числе, совмещающий литьё и высадка металлов. Следует отметить, что разработка новых наиболее прогрессивных, решений оптимизации технологических процессов обработки металлов и выбор наиболее оптимального варианта направлено на повышение производительности процесса, которое в свою очередь связано разработкой высокопроизводительных машин и прессов. Кроме того, при разработке новых способов обработки металлов нельзя ограничиться лишь эмпирическими подходами. Поэтому широко используют математические и физические методы моделирования процессов, которые открывают путь для применения современных мощных методов математического анализа, вычислительной математики и программирования при исследовании и оптимизации технологических процессов получения наноструктурных материалов.

Цель данной работы – анализ, обоснование и разработка нового способа обработки металлов совмещающий литьё и выдавливание заготовок, а также конструкции машин для реализации данного способа.

Моделирование способа совмещения литья и выдавливания графическим способом.

Для моделирования или описания способа совмещения литья и выдавливания использован графический способ кинематическая схема и разработанный вариант стадии заполнения полости матрицы приведены на рисунке 1 и 2.

Одним из основных задач машиностроения является производство металлических изделий различной формы и геометрическими размерами. Кроме того, к обрабатываемым металлоизделиям ставятся большие требования – прочность, пластичность, долговечность и другие более высокие показатели, а также способы его обработки, обеспечивающие наибольшую производительность процесса производства металлоизделия.

К поставленным требованиям наиболее полно отвечает способ совмещения литья и выдавливания полужидкого кристаллизующегося металла.

Следует отметить, что основное преимущество способа совмещения литья и выдавливания заключается в значительной экономии энергии, что в свою очередь выполняет основные требования ЕХРО-2017. Экономия энергии достигается исключением из технологического цикла сталелитейного, обжимного, прокатного производства, а также промежуточной операции – нагрева проката перед горячей объемной штамповкой, т.е. горячей высадкой, или выдавливанием.

Например, для получения детали «полумуфта» или «гайка» горячей штамповкой на ГКМ необходим металлопрокат, который получают на сортовых станах, из блюмов, которые

прокатывают на обжимных и заготовочных станах. В свою очередь, блюмы и заготовки получают из слитков, поступающих из сталелитейных цехов. Отсюда можно заметить длительный технологический цикл производства детали «полумуфта», сопровождающийся значительными расходами теплоносителей для нагрева, электроэнергии для прокатки и других видов энергии в виде топлива, пара сжатого воздуха и других энергоносителей.

Совсем другая картина наблюдается при совмещении литья и выдавливания полужидкого, затвердевающего металла для получения того же детали «полумуфта». Экономия энергии здесь достигается исключением из технологического цикла прокатки слитков, заготовок, металлопроката, а также промежуточных нагревов перед прокаткой и горячей штамповкой, т.е. получением металлопроката, которая является исходной заготовкой для получения деталей.

Процесс экономичен в том плане, что, во - первых, даётся возможность для заданной партии деталей достаточно точно определить необходимый объём металла, т.е. без лишних затрат; во - вторых, энергия в основном затрачивается на расплавление металла и на выдавливание в полость матрицы. При этом выдавливании металла используется только кристаллизующий полужидкий металл. Обычно при штамповке от прутка производится предварительный нагрев, также требующий определенного количества энергии (электроэнергии, топлива и др.).

Точный расход металла позволит не хранить в складах огромное количество запасов материалов: прутков, запасных частей в виде штампов и других приспособлений.

Разработка данного способа металлообработки также позволит изменить структуру производства металлоизделий, сосредотачивая всё производство на одном участке, где располагаются плавильные печи и машины для совмещения литья и выдавливания, т.е. это - машина нового поколения.

На участке, где расположены плавильные печи, литейно-выдавливательные машины (ЛВМ), производится плавка небольшой партии металла и заливается в полость кристаллизатора, имеющего круглую форму. Далее, по мере кристаллизации жидкого металла, производят постепенное выдавливание металла в полость матрицы, соответствующей форме получаемого металлоизделия, т.е. полость постепенно заполняется металлом по мере его затвердевания. Следует отметить, что кристаллизация начинается у стенок кристаллизатора 11 и торцов пуансона 19 и матрицы 8, (рис. 1, а), а сердцевина остается жидкой. Таким образом, за короткий технологический цикл можно получить металлоизделия необходимой формы, размеров и высокого качества.

Традиционно, для получения аналогичного металлоизделия, используют металлопрокат круглого сечения, который поступает из сортопрокатных цехов, а металлопрокат, в свою очередь, получают из блюмов и заготовок, поступающих из обжимных цехов. Блюмы и заготовки получают из слитков, поступающих из сталеплавильных цехов. Отсюда можно заметить длинный технологический цикл получения металлоизделия. Поэтому реализация данного способа при производстве металлоизделий является наиболее перспективным не только с точки зрения высокой производительности, но и получением металлоизделия с повышенными физико-механическими свойствами.

Способ совмещения литья и выдавливания осуществляется в машинах специальной конструкции, кинематическая схема которой представлена на рисунке 1 а, б.

При крайнем левом положении ползуна 4 и 15 с пуансоном 19 (рис.1, а) образуется полость в кристаллизаторе для заливки жидкого металла, т.к. передний конец кристаллизатора закрывается торцевой поверхностью матрицедержателя 7. При этом объем полости должен равняться объему или чуть больше получаемого металлоизделия (рис. 2, а). В этом положении в полость кристаллизатора заливается металл. Далее, по мере затвердевания металла, происходит постепенное заполнение полости матрицы за счет воздействия перемещающегося в правую сторону пуансона (ползуна).

При этом, за счёт кинематической схемы машины, постепенно открывается полость матрицы, которое одновременно, синхронно с пуансоном движется вверх. Стадии заполнения полости матрицы можно проследить по схеме, представленной на рисунке 2 (а, б, в и г).

В исходном положении торец матрицдержателя 13, закрывает полость кристаллизатора (рис. 2, а), куда заливают жидкий металл через огнеупорную литейную чашу 2. По мере затвердевания жидкого металла происходит постепенное движение пуансона в правое положение. На рисунке 2, в показан начальный период выдавливания металла в полость матрицы. При этом на начальной стадии металл кристаллизуется у стенок кристаллизатора 4, поэтому создаются условия пластического течения металла в матрицу.

По мере дальнейшего затвердевания зона кристаллизации растёт, в этот момент в матрицу затекает большая часть закристаллизовавшегося металла (рис. 2, г).

При этом постепенно открывается полость матрицы и облегчается заполнение металлом, и в результате дальнейшего движения пуансона в правое крайнее положение, матрица полностью заполняется металлом (рис. 2, д).

После заполнения и полного затвердевания металлоизделие выталкивается из полости матрицы через отверстие 16 и цикл повторяется, т.е. пуансон движется назад в левое крайнее положение, а матрицдержатель - вниз. Для отвода газов предусмотрен выпор 14.

Для своевременного начала заполнения полости матрицы металлом, предварительного уплотнения кристаллизующего жидкого металла, для предотвращения налипания на стенки матрицы, во избежание заклинивания кривошипа между ползуном 5 и пуансоном 8 установлена пружина 7 (рис. 2, а). При этом смещение пружины 7 равно начальному перемещению матрицы до начала заполнения полости матрицы. Благодаря этому предотвращается заклинивание кривошипного механизма.

Меняя матрицу 15, в матрицдержателе 13 и насадки 10 (рис. 2, а) в кристаллизаторе можно получать и другие виды металлоизделия.

Главное условие при совмещении литья и выдавливания:

1. Равенство объема жидкого металла в кристаллизаторе и полости матрицы в матрицдержателе;
2. Равенство времени хода пуансона, матрицдержателя и времени кристаллизации жидкого металла; т.е. выполнения следующего соотношения:

$$\tau_{кр} \geq \tau_{х.п.}, \quad (1)$$

где $\tau_{кр}$ – время кристаллизации металла;

$\tau_{х.п.}$ – время хода пуансона.

Таким образом, основная задача способа литья и выдавливания – это применение эффекта пластической деформации, которое благоприятно влияет на физико-механические свойства и сокращение технологического цикла получения металлоизделия, что значительно повышает качество металла и производительность процесса металлообработки за счёт сокращения технологического цикла производства металлоизделий.

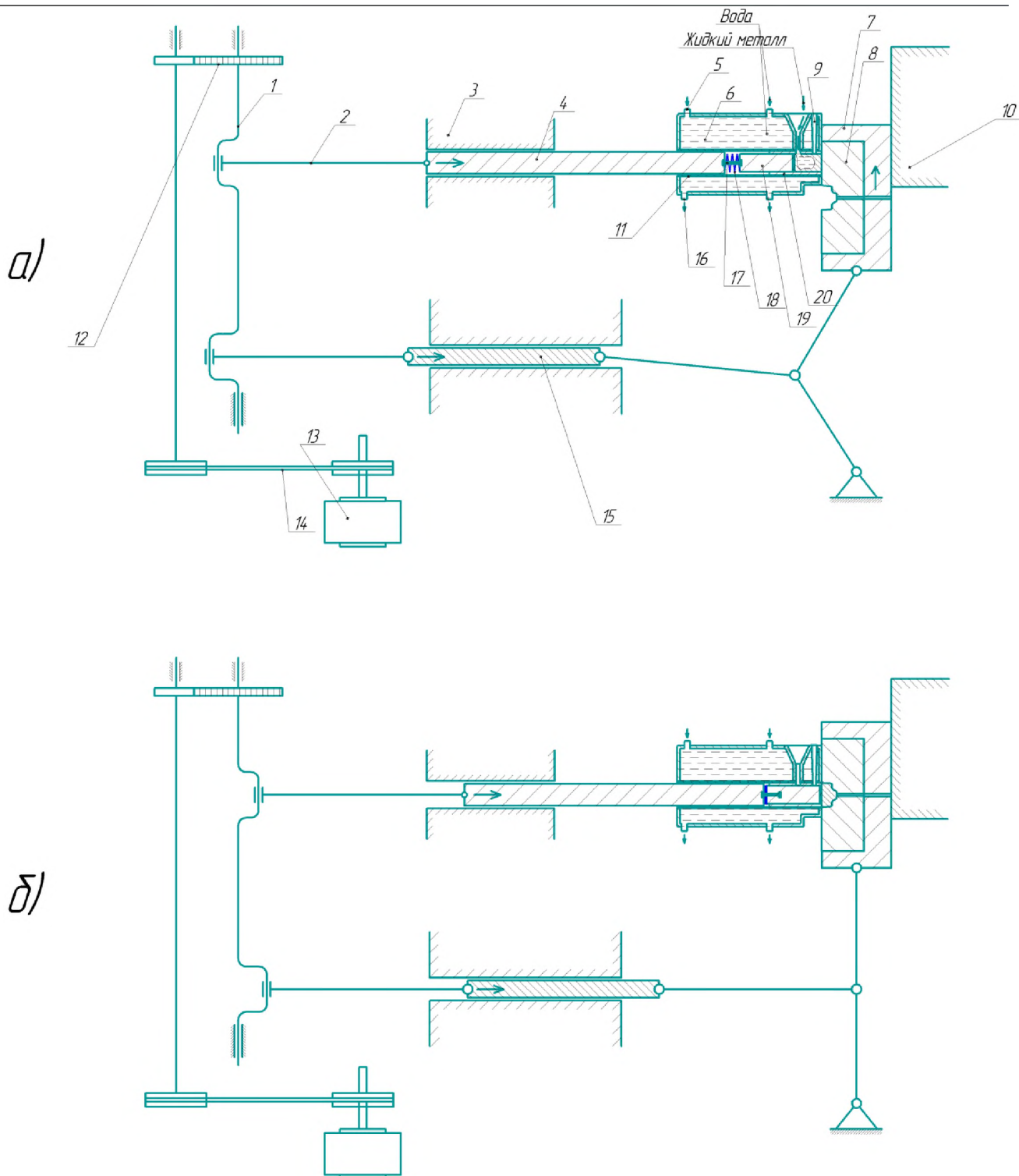
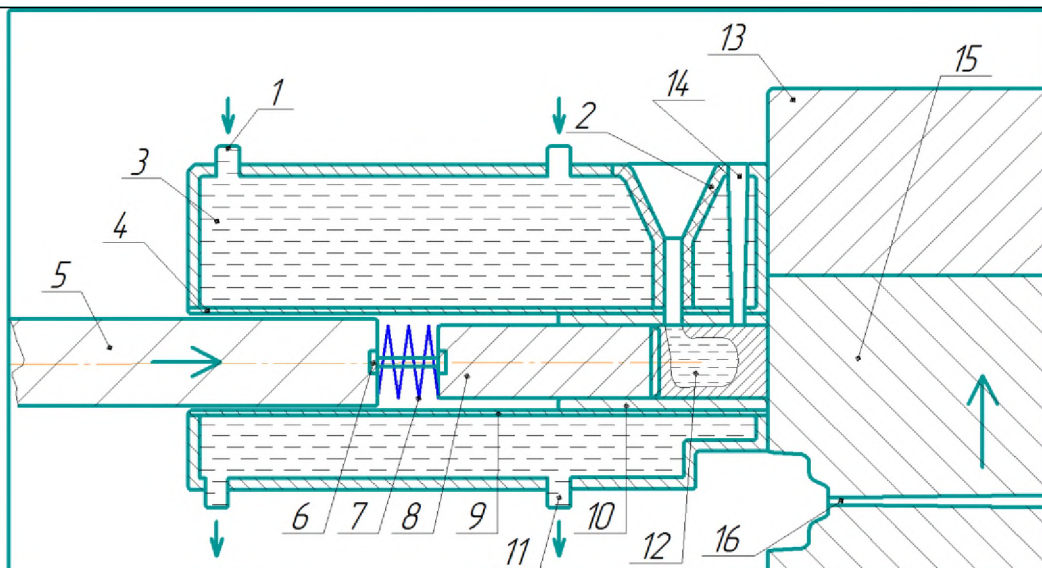


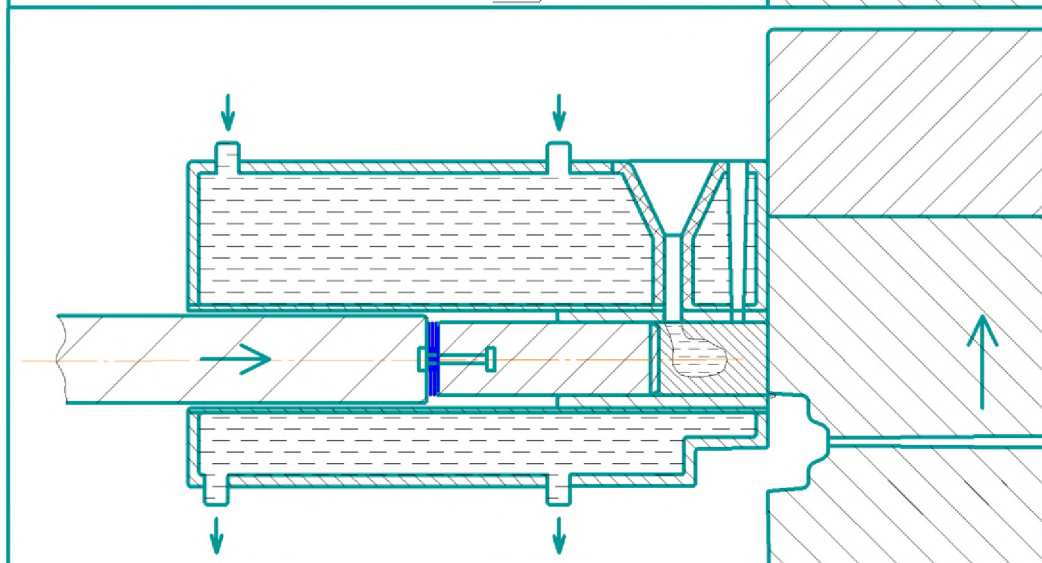
Рисунок 1 - Кинематическая схема совмещения литья и выдавливания

1 – кривошип; 2 – шатун; 3 – направляющая; 4,15 – ползун; 5 – входное отверстие для воды; 6 – охлаждаемая жидкость; 7 - матрицадержатель; 8 – матрица; 9 – выпор; 10 – упор; 11 – внутренняя стенка кристаллизатора; 12 – зубчатое колесо; 13 – электродвигатель; 14 – ременная передача; 16 - выходное отверстие для воды; 17 – стержень; 18 – пружина; 19 – пуансон; 20 – насадка.

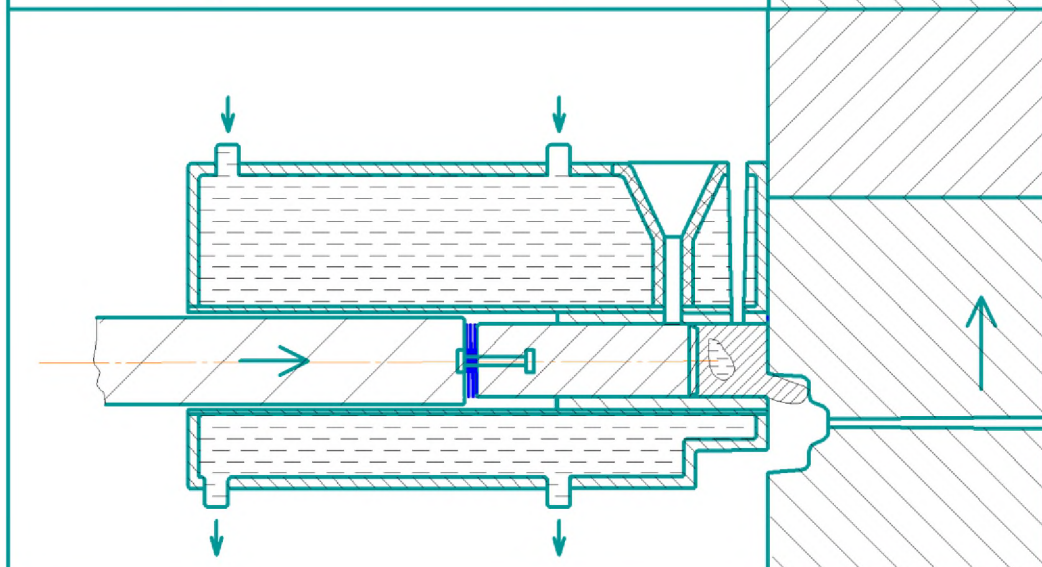
a)



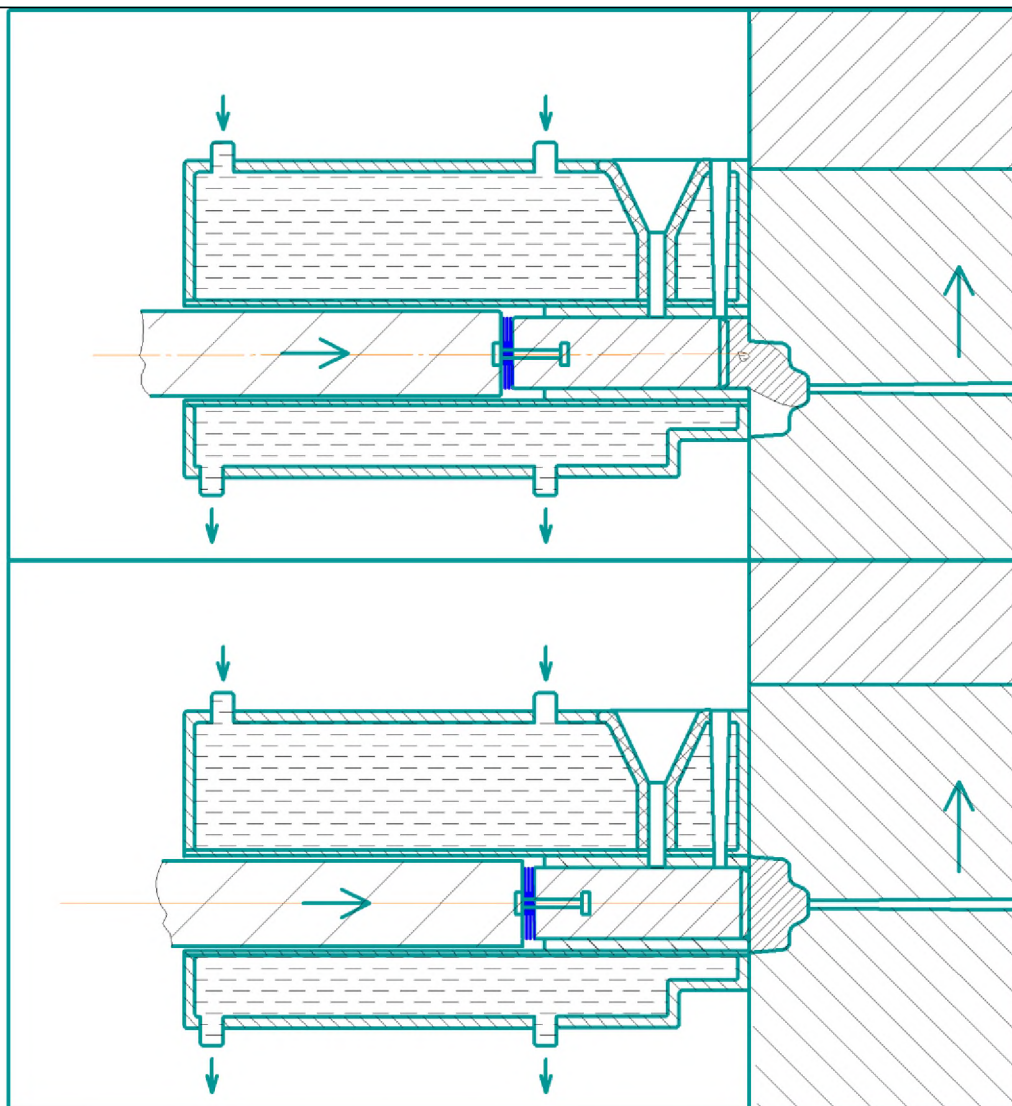
б)



в)



2/



д/

Рисунок 2 - Стадии заполнения полости матрицы

а) крайнее левое положение пуансона; б) I-этап – предварительное сжатие пружины; в) II-этап – начальный период заполнения; г) III-этап – промежуточный период заполнения; д) IV-этап – полное заполнение матрицы

1-входное отверстие для воды; 2 - огнеупорная литейная чаша; 3 – охлаждаемая жидкость (вода); 4 - стенка кристаллизатора; 5 - ползун; 6 - стержень; 7 - пружина; 8 - пуансон; 9 – внутренняя стенка кристаллизатора; 10 – насадка ; 11 – выходное отверстие для воды ; 12 – жидкая фаза; 13 -матрицадержатель; 14 - выпор; 15 - матрица; 16 – отверстие для выталкивания (одновременно и выпор).

Заключение

Таким образом, общим недостатком всех приведенных способов, реализующих совмещения литья, прессования, штамповки или жидкой штамповки являются:

- особо трудные условия работы пуансона и матрицы в области высоких температур;
- отсюда низкая стойкость инструментов и производительности процесса;
- трудность извлечения отливок сложной формы из полости матрицы после заполнения, что значительно снижает производительность процесса;
- крайне не универсальность, т.к. для каждого типоразмеров отливки, требуется изготовления матрицы и прессующего пуансона, что увеличивает стоимость единицы изделия.

Поэтому для решения указанных проблем необходимы новые способы получения отливок, совмещающих литьё и выдавливание, а также конструкции машин для реализации данного способа

Анализ научно-технической литературы для разработки способа литья и высадки заготовок выбрана конструкция горизонтально-ковочной машины так как она позволяет заливку жидкого металла в кристаллизатор, который располагается горизонтально и дает возможность осуществить две операции: выдавливания затвердевающего металла в полость матрицы и одновременное движение матрицы по мере ее заполнения, а также способ затвердевания отливок под давлением, который даст возможность использования эффекта пластической деформации, т.к. основной задачи способа литья и выдавливания – применение эффекта пластической деформации, которое благоприятно влияет на физико-механические свойства и сокращение технологического цикла получения металлоизделия, что значительно повышает качество металла и производительность процесса металлообработки.

Разработан графический способ описания и компьютерное моделирование способа литья и выдавливания заготовок получением готовой детали типа «гайка» или «полумуфта».

Анализ графического способа моделирования совмещения литья и выдавливания показывает синхронность движения ползуна вместе с пуансоном и матрицы с матрицедержателем. Синхронность движения основных технологических узлов предлагаемой машины позволяет за короткий цикл времени на одном участке используя вторичные материалы, т.е. металла без использования дорогостоящего металлопроката путем совмещения литья и выдавливания получить готовые детали типа «гайка» и другие металлоизделия.

Кроме того, применения эффекта пластической деформации позволяет значительно повысить качество металлоизделия по сравнению отливок, полученных литьем в литейных машинах или песчано-глинистые формы.

Список использованной литературы

1. Новые материалы и технологии в машиностроении: Учебное пособие/А.И. Батышев, К.А. Батышев, В.Д. Белов, В.В. Егоров, А.А. Смолькин, Д.К. Исин; Карагандинский государственный технический университет. - Караганда: Изд-во КарГТУ, 2010.158 с.
2. Ашкеев Ж.А., Буканов Ж.У., Каракеева Г.Е. Совмещение литья и продавливания в равноканальных ступенчатых матрицах. Литейное производство 2012, №5. Стр. 30-33.
3. Кузнечно-штамповочное оборудование. Учебник для машиностроительных вузов / А.Н. Банкетов, Ю.А. Бочаров, Н.С. Добринский и др.: под ред. А.Н. Банкетова, Е.Н. Ланского. 2-е изд. перераб. и доп. М.: 1982. - 576 с.
4. Бернштейн М.Л. Структура деформированных металлов. – М.: Металлургия, 1977. – 431с.
5. Козырев Ю.Г. Промышленные роботы. Справочник. М.: Машиностроение. 1983.376 с.
6. Гун Г.Я. Математическое моделирование процессов обработки металлов давлением. - М.: Металлургия, 1983. - 352 с.
7. Каплун А. Б., Морозов Е. М., Олферьева М. А. ANSYS в руках инженера. М.: Едиториал УРСС, 2004. – 272 с.
8. ANSYS. Structural nonlinear tics. Users Guide for Revision 5.7. V1.SASI. Houston, 2001.
9. Марочник сталей и сплавов / В. Г. Сорокин, А. В. Волосникова, С. А. Вяткин и др. Под общей редакцией В. Г. Сорокина. – М.: Машиностроение, 1989.–640 с.
10. Полухин П. И., Гун Г. Я., Галкин А. М. Сопrotивление пластической деформации металлов и сплавов. М.: Металлургия, 1983. – 352 с.