

УДК 621.73.043

## РАЗДЕЛ IV ОБОРУДОВАНИЕ И ОСНАСТКА ОБРАБОТКИ ДАВЛЕНИЕМ

Абхари П. Б.  
Алиева Л. И.  
Алиев И. С.  
Ерёмина А. А.

### РАЗРАБОТКА ШТАМПОВ ДЛЯ ВЫДАВЛИВАНИЯ В РАЗЪЕМНЫХ МАТРИЦАХ

Одним из перспективных направлений в развитии кузнечно-штамповочного производства является создание и освоение ресурсосберегающих технологических процессов получения точных сложнопрофилированных заготовок. К таким технологиям, появившимся в последние годы, можно отнести способы штамповки поперечным и комбинированным выдавливанием в разъемных матрицах [1–4].

Штамп с разъемными матрицами содержит те же основные рабочие части, что и обычные штампы для продольного выдавливания: пуансон, матрицу, узлы направления, съема и выталкивания, а также блок штампа, включающий взаимосвязанные направляющими узлами опорные плиты, к которым прикреплены опоры и держатели сменного инструмента. Главное отличие состоит в том, что штампы с разъемными матрицами снабжены узлами зажима (запирания), предназначенными для исполнения новой функции зажима полуматриц, образующих при смыкании рабочую приемную полость. Функциональный анализ штампов и узлов зажима показывает возможность генерирования множества вариантов их конструктивного исполнения. Прежде всего, возникла необходимость в реализации множества кинематических вариантов выдавливания в штампах с разъемными и подвижными матрицами [5, 6].

Расширение технологических возможностей при помощи штампов с разъемными матрицами накладывает некоторые ограничения и возможно при решении ряда конструкторско-технологических проблем [4].

Затекание металла в поперечную полость создает в разъемной матрице значительную силу распора  $Q$ . Величина этой силы зависит от конструктивных особенностей штампов и оказывает дополнительную нагрузку на детали штампов и отрицательно влияет на точность деталей и стойкость штампов [7]. Это требует разработки соответствующих рекомендаций по проектированию штамповой оснастки.

Для преодоления силы распора необходимо создание зажимных устройств, усложняющих конструкцию и наладку штампов. Основным требованием при создании таких устройств является обеспечение жесткого запирания полуматриц при рабочем ходе и легкого размыкания при снятии нагрузок.

Целью работы является анализ конструкций штампов для выдавливания в разъемных матрицах, а также зажимных узлов для них, которые оказывают значительное влияние на работоспособность штампов и надежность процесса штамповки.

При большом количестве существующих способов и конструкций механизмов зажима штампов с разъемными матрицами нет достаточно четкой их классификации, позволяющей

обосновать выбор конструкции штампа в зависимости от формы детали и схемы деформирования. Таким образом, возникает необходимость в классификации штампов.

На рис. 1 представлена классификация штампов с разъемными матрицами. Такая классификация дает общее представление о классификационных признаках штампов и позволяет производить анализ имеющихся конструкций штампов. Данную классификацию можно дополнить такими составляющими как направление и центрирование матриц с регулировкой положений матриц или пуансонов. Также возможно дополнение признаками устройств для выталкивания, которое может осуществляться посредством пружин, траверс или от систем пресса [5–8].

Основные ограничения в использовании штампов с разъемными матрицами связаны с трудностью одновременного обеспечения зажима полуматриц и их раскрытия при обратном ходе ползуна пресса. Поэтому кроме известных требований к штампам (надежность, долговечность, простота наладки, высокая производительность), штампы с разъемными матрицами должны обеспечивать плотное сжатие полуматриц на всем протяжении деформирования, быстрое и свободное размыкание при обратном ходе.

Штампы с разъемными матрицами состоят из следующих составных частей:

- опорные плиты;
- пуансоно- и матрицедержатели;
- разъемные матрицы, образующие поперечную полость;
- пуансоны, осуществляющие подачу металла в полость;
- узел запирания (зажима) матриц.

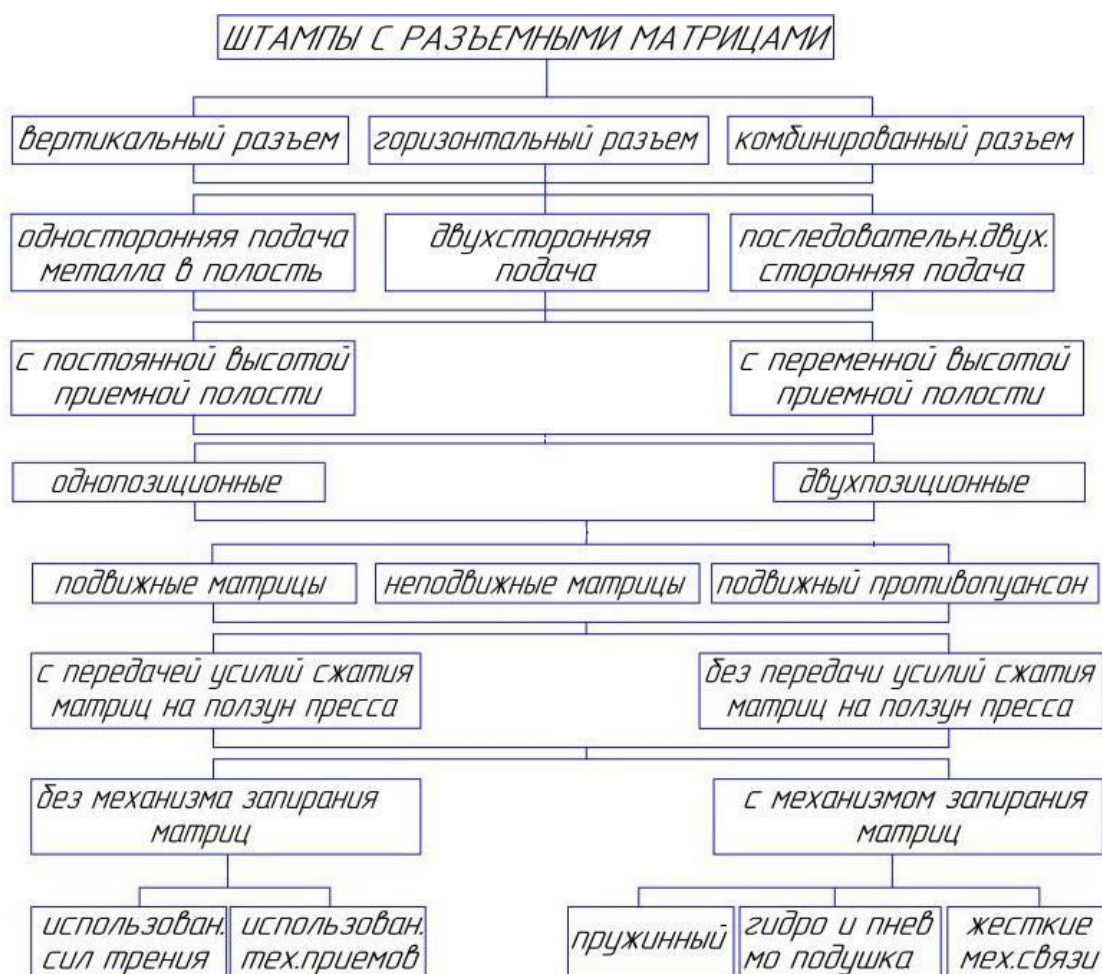


Рис.1. Классификация штампов с разъемными матрицами

Узел запирания матриц существенно влияет на качество изготавливаемых деталей и работоспособность всего штампа, однако вследствие малой изученности является наиболее сложным при проектировании штампов с разъемными матрицами. Этот узел, наряду с обеспечением достаточного противодействия раскрытию матриц, должен быть прост в изготовлении и надежен в эксплуатации [3, 5, 6].

Признаки сжатия и запирания полуматриц делят все многообразие штампов на штампы с пружинным, гидравлическим (пневматическим), механическим узлом зажима, а также без узла, обеспечивающего зажима. По принципу действия штампы с разъемными матрицами могут быть разделены на 4 группы: штампы, в которых сила зажима полуматриц сообщается прессом, создается специальным приводом, создается и замыкается в штампе и регулируется самопроизвольно [3, 6]. В промышленности наиболее распространены штампы с запирающими узлами, выполненными в виде упругого элемента или буферного устройства, размещенного в пространстве штампа (рис. 2, а) или вынесенного под стол пресса [3, 9]. Применение пакетов пружин в качестве буферов приводит к линейному и избыточному росту силы запирания  $Q$  по ходу процесса (кривая 2 на рис. 2, д). Зажим полуматриц с постоянной или регулируемой силой (кривые 1, 3) возможен при использовании пневмо- или гидроцилиндров (рис. 2, б). С точки зрения снижения энергозатрат более предпочтительны схемы с механическими запирающими элементами (рис. 2, в и г), способствующие замыканию сил раскрытия матрицы в штамповом блоке без их передачи на ползун пресса. Узлы запирания могут быть выполнены при этом в виде скоб (защелок), поворотных кулачков или втулок, байонетных механизмов и т.д. [8].

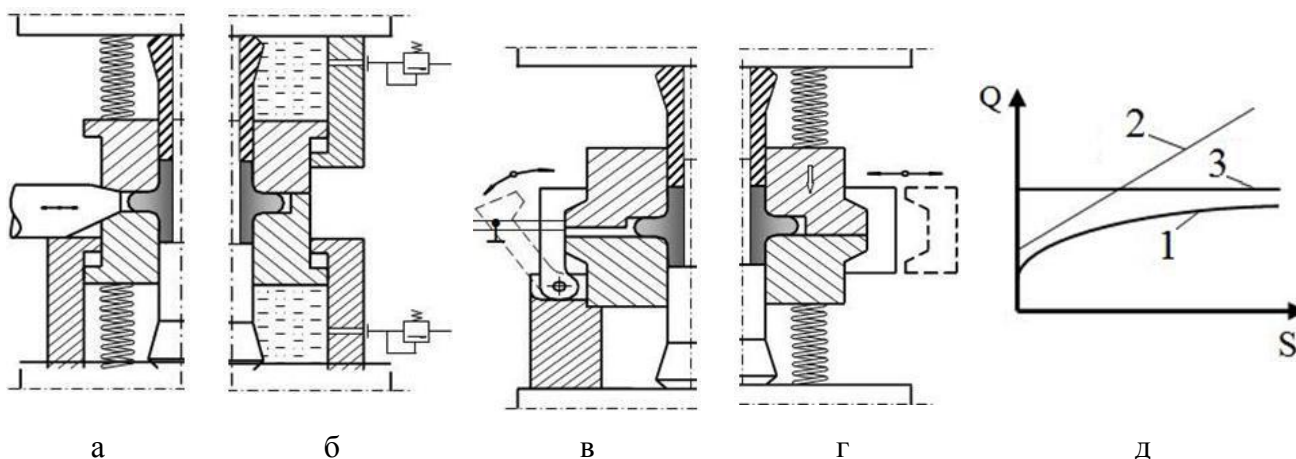


Рис. 2. Схемы штампов с запирающими элементами и график изменения сил зажима запирания

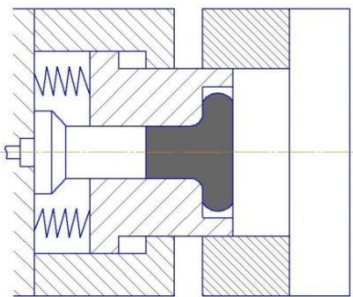
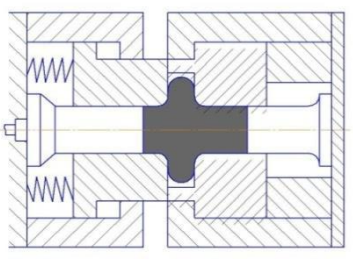
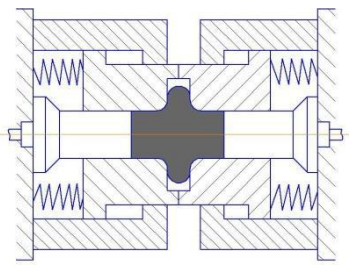
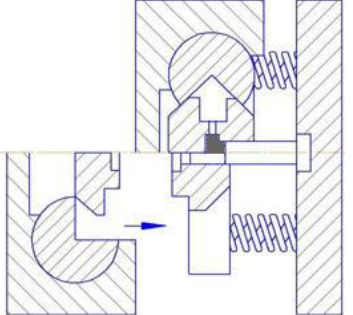
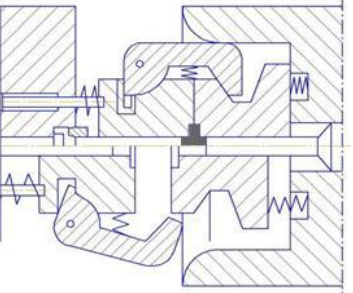
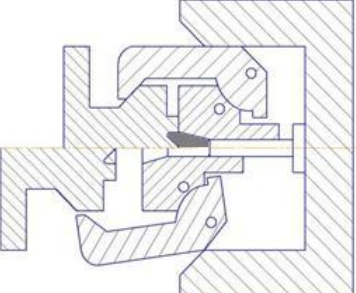
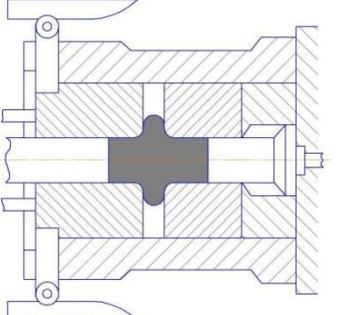
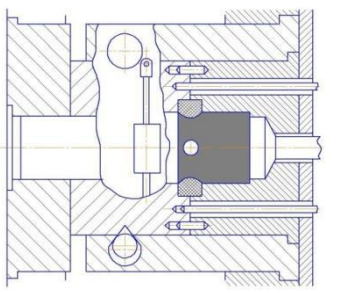
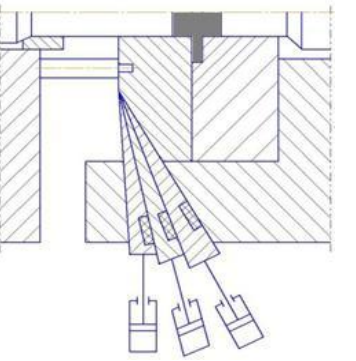
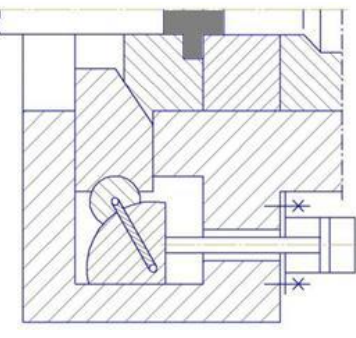
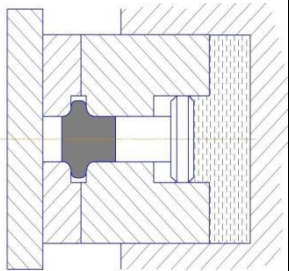
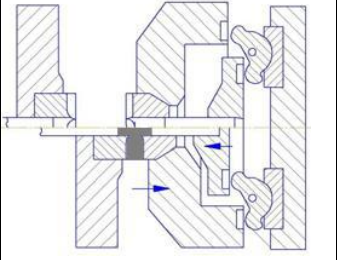
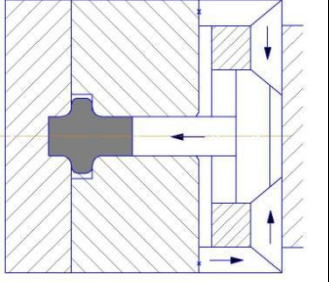
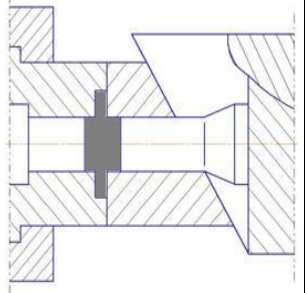
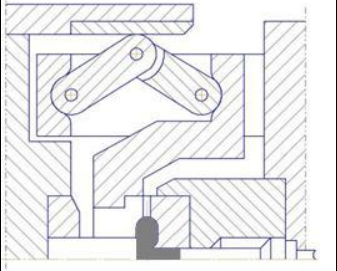
Из множества существующих и возможных конструктивных схем штампов с разъемными матрицами можно выделить отдельные группы штампов, отличающихся положением разъемной матрицы (верхнее или нижнее) и плоскости разъема (продольное или поперечное), количеством плоскостей разъема, реализуемой кинематической схемой и, соответственно, степенью подвижности матрицы.

Пространство проектных решений штампов состоит из 30 компоновочных схем. В табл. 1 приведены схемы штампов с поперечно-разъемными матрицами. Из рассмотрения в данном варианте классификации исключены схемы штампов с продольно-разъемными матрицами, а также конструкции со смешанным разъемом матриц.

Простейшие компоновочные схемы 1 и 2 содержат подпружиненную к подвижной части штампа полуматрицу, которая находится в неподвижном состоянии в процессе выдавливания. По схеме 3 составная матрица способна к перемещению благодаря тому, что ее масса компенсируется буферным узлом (гидро-, пневмо- или витыми пружинами) [6, 8, 9].

Таблица 1

Штампы с разъемными матрицами для выдавливания

<p>1</p> 	<p>2</p> 	<p>3</p> 	<p>4</p> 	<p>5</p> 
<p>6</p> 	<p>7</p> 	<p>8</p> 	<p>9</p> 	<p>10</p> 
<p>11</p> 	<p>12</p> 	<p>13</p> 	<p>14</p> 	<p>15</p> 

Продолжение табл. 1

16	17	18	19	20
21	22	23	24	25
26	27	28	29	30

Далее представлены схемы 4-6 штампов, в которых запираение поперечно-разъемной матрицы осуществляется вырезными валиками (4) [1], поворотными скобами (5, 6) [1, 5, 10, 11], приводными ригелями (7) [5, 6, 12] и при помощи поворотных эксцентриков (8) [13, 14]. Схемы 4 - 6 можно отнести к конструкциям с самозажимом полуматриц, а схемы 7 и 8 к штампам, в которых осуществлено независимое запираение полуматриц.

Достоинство схем состоит в замыкании сил раскрытия в штамповом блоке без их передачи на ползун пресса. Недостаток – в трудности налаживания и обеспечения быстрого раскрытия матриц по завершению выдавливания.

Оригинальный механизм зажима в виде клина с переменным углом раскрытия (схема 9) ( а.с. 649197) имеет целью облегчение раскрытия матрицы после рабочего хода.

Аналогичного результата можно достичь и при использовании клиношарнирного зажимного механизма (схема 10) [15].

В схемах 11 - 14 также использована идея самозажима полуматриц при помощи гидравлических или механических рычагов с суммированием и передачей сил раскрытия и деформирования на ползун пресса [16, 1, 17, 18]. Такие штампы пригодны в основном для кинематических вариантов выдавливания с односторонней подачей. По схеме 15 независимый зажим полуматриц обеспечивается механизмом, который приводится в действие ломающимися рычагами от подвижной плиты штампа [19].

Особенностью схем штампов 16-21 является возможность реализации нового способа поперечного выдавливания с двусторонней подачей в подвижной матрице [4]. Для этого при выдавливании одновременно с пуансоном в том же направлении, но с меньшей скоростью, перемещают разъемную матрицу. Для движения матрицы используются следующие варианты приводов: рычажные механизмы (схемы 16, 17), клиновые устройства (18), зубчатая пара шестерня-рейка (19), гидравлические преобразователи (20, 21) [4, 12, 20]. Использование подвижных матриц для регулирования кинематики течения более предпочтительно, т.к. делает возможным выдавливание по новым способам деформирования и без привлечения специального оборудования.

Схемы штампов 22, 29 и 23 отличаются тем, что предусматривают выдавливание в радиальную полость переменной высоты. При этом на первой стадии удержание необходимой завышенной высоты полости обеспечивается при помощи пружин (22), ломающихся рычагов (23) [4, 5, 20] или выдвигных элементов (24). Компонентные схемы 25-27 характеризуются поэтапными увеличением высоты поперечной полости при помощи клиновых ползушек (25), систем рычагов (26) или толкателей [12, 21].

Существенного снижения сил раскрытия поперечно-разъемной матрицы можно добиться за счет полезного использования сил трения, как показано на схеме 28 [22], и при одновременном обжатии стержневой части (схема 29). На снижение сил раскрытия матриц направлены и конструкции штампов, снабженные резьбовыми самотормозящими элементами (30) [23].

Экспериментальные исследования силового режима поперечного выдавливания позволили установить, что максимальные силы распора матриц возникают после снятия нагрузки на инструмент (в начальный момент обратного хода ползуна). Именно эта особенность в основном приводила к ненадежной работе штампа с «самозажимом» матриц, так как требовала значительных сил для раскрытия зажимных устройств и сопровождалась заклиниванием этих устройств. Концептуальным решением проблемы устранения влияния сил распора на надежность работы узлов зажима может служить схема деформирования и конструкция штампов, представленная на рис.3 [5, 7, 24, 16]. Особенность штампа в том, что на заключительной стадии выдавливания осуществляется «подсадка» фланца сближением половинок разъемной матрицы, (раздвинутых под действием усилия распора на величину  $Z$ ). Одной из основных особенностей предлагаемого приёма является возможность перемещения полуматрицы, что позволяет снизить требования к жесткости запираения и точности фиксации положения полуматрицы в процессе выдавливания, а следовательно, упростить конструкцию механизма зажима. Точность высотных размеров отштампованных деталей обеспе-

чивается уже не за счет раскрытия полуматриц, а за счет подсадки, одновременно являющейся и калибровкой. Наиболее просто реализовать данный прием с использованием подвижной полуматрицы, направляемой по контейнеру - матрицедержателю.

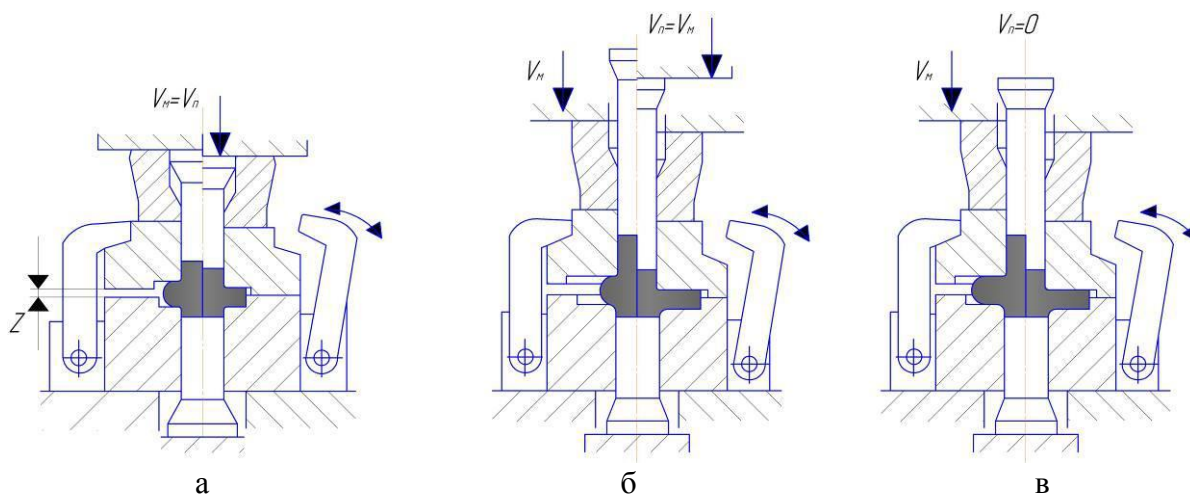


Рис. 3. Варианты подсадки фланца

Осуществление технологического приема подсадки может производиться по следующим вариантам (рис. 3):

- по схеме высадки, когда пуансон жестко фиксируется относительно полуматрицы, а сам процесс подсадки выполняется за счет осадки металла (рис. 3, а);
- совмещенно с рабочим ходом пуансона – по схеме выдавливание плюс высадка, когда пуансон движется совместно с матрицей со скоростью, отличной от скорости матрицы (см. рис. 3, б);
- с освобождением пуансона от нагрузки – по схеме контурной осадки, когда пуансон удален из матрицы или на него не передается технологическая сила (см. рис. 3, в).

### ВЫВОДЫ

Разработана классификация штампов с разъемными матрицами для холодного выдавливания и систематизированы конструкции зажимных узлов для подвижных и неподвижных матриц. Отличительными признаками зажимных узлов являются передача сил раскрытия разъемной матрицы на ползун прессы или ее замыкание в зажимном узле, а также конструктивное исполнение в виде пружинных, гидравлических, рычажных, байонетных или клиновых устройств. Предложены новые способы и штампы выдавливания, облегчающие раскрытие матрицы за счет осуществления технологического приема подсадки, что позволяет также повысить точность штампуемых деталей, надежность работы и стойкость штамповой оснастки. Разработки зажимных узлов позволят оптимизировать процесс конструирования штампов, упростить конструкции штампов выдавливания, сократить время проектирования, расширить технологические возможности выдавливания в штампах с разъемными и подвижными матрицами.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горячая штамповка стальных поковок в разъемных матрицах / А.В.Кузнецов, О.В.Протопопов, В.А.Блудов и др. – М.:НИИМАШ, 1968. – 78 с.
2. Эдуардов М.С. Штамповка в закрытых штампах / М.С. Эдуардов – Л.: Машиностроение, 1971. – 240 с.
3. Смуров А.М. Из опыта разработки, освоения и внедрения штампов с разъемной матрицей для металло-экономной штамповки / А.М. Смуров // Кузнечно-штамповочное производство. – 1992. – №6. – С. 5–8.
4. Алиев И. С. Технологические процессы холодного поперечного выдавливания / И. С. Алиев // Кузнечно-штамповочное производство. – 1988. – № 6. – С. 1–4.

5. Савченко О.К. Проектирование штампов с разъемными матрицами / О. К. Савченко // Совершенствование процессов и оборудования обработки давлением в металлургии и машиностроении. Сб. научн. тр. - Краматорск: ДГМА, 1998. - С. 407-410.

6. Алиева Л.И. Проектирование процессов выдавливания в разъемных матрицах / Л.И. Алиева, Р.С. Борисов, И.Г. Савчинский // Известия Тульского государственного университета. Серия «Механика деформируемого твердого тела и ОМД», вып.2. - Тула: ТулГУ, 2004. - С. 132-139.

7. Обеспечение стойкости штамповой оснастки / И. С. Алиев, Л. И. Алиева, А. И. Лобанов, И. Г. Савчинский // Металлообработка. - 2007. - № 5. - С. 22-28.

8. Алиева Л.И. Методика расчета и проектирования процессов выдавливания в разъемных матрицах / Л.И. Алиева, Р.С. Борисов, И.Г. Савчинский // Nowe technologie i osiagniecia w metalurgii i inzynierii materialowej, V międzynarodowa konferencja naukowa: Seria Metalurgia, nr 39. - Czestohowa: Wipmifs, 2004. - С. 383-391.

9. Пат. 64958 Україна, В 21 J 13/02. Штамп для комбінованого видавлювання деталей з фланцем та відростком / Алієва Л. І., Мартинов С. В., Грудкіна Н.С.; заявник і патентовласник ДДМА. - № 201104705; заявл. 18.04.2011; опубл. 25.11.2011, Бюл. № 22.

10. А.с. 1489915 СССР, МКИ В21 J 13/02. Штамп для радиального выдавливания / Ю.Д. Баев, В.С. Чесноков, В.В. Потапов, Н.Н. Акимова и О.В. Усачев. - №4332272/30-27; Заявл. 23.11.87 // Открытия. Изобретения. - 1989. - №24.

11. Литвинов А.М. Изготовление звездочек цепных передач методом чистового пластического деформирования в штампах с разъемными матрицами // Кузнечно-штамповочное производство. - 1984. - №3. - С. 9.

12. А.с. 1360866 СССР, МКИ В21 J 13/02. Штамп для объемной штамповки / И.С.Алиев, М.А.Атаянц, О.К.Савченко, С.А. Чигиринский. № 4114000/25-27. Заявл. 10.07.86 // Открытия. Изобретения. - 1987. - №47.

13. А.с.1055581 СССР, МКИ В21 J 13/02. Штамп для безоблойной штамповки / А.М.Шулаков, В.С.Нестеров. - № 3482107/25-27. Заявл. 17. 08.82 // Открытия. Изобретения. 11983. - № 49.

14 А.с. 1238873 СССР, МКИ В21 J 13/02. Штамп для объемной штамповки / Ю.М. Лебедев, Э.Г. Прокофьев, В.С. Васюков. №3846712/25-27; Заявл. 23.01.85 // Открытия. Изобретения. - 1986. - №23.

15. Роганов Л. Л. Разработка нового типа кузнечно-прессового оборудования для разделительных операций / Л. Л. Роганов, С. Г. Карнаух, Н. В. Чоста // Металлообработка. - С-Пб. : Политехника, 2010. - № 6(60). - С. 28-34.

16. Кадыркаев А.А. Гидравлический рычаг для зажима полуматриц / А.А. Кадыркаев, Г.Я Злотников. // Кузнечно-штамповочное производство. - 1979. - №5. - С. 38.

17. Иосифов В.Н. Внедрение процессов безоблойной штамповки на Минском автомобильном заводе / В.Н. Иосифов, Л.А. Войналович, И.Н. Терехов // Кузнечно-штамповочное производство. - 1979. - №7. - С. 7-8.

18. А.с. 1045990 СССР, МКИ В21 J 13/02. Штамп с разъемной матрицей / С.В. Егоров, С.С. Гужин, О.Ф. Рассохин и Ю.П. Шумилов. - №3442945/25-27; Заявл. 26.05.82 // Открытия. Изобретения. - 1983. - №37.

19. А.с. 1479200 СССР, МКИ В21 J 13/02. Штамп для объемной штамповки / Б.Е. Михайленко, В.И. Чередниченко, Н.Л. Ярмук. - №4222624/25-27; Заявл. 07.04.87 // Открытия. Изобретения. - 1989. - №18.

20. А.с. 550214 СССР, МКИ В21 J 13/02. Штамп для выдавливания / И.С.Алиев. № 2188373/27. Заявл. 10.11.75 // Открытия. Изобретения. - 1977. - № 10.

21. Рожков С.И. Об одно- и двустороннем выдавливании заготовок корпусов энергетической арматуры С. И. Рожков, К. А. Кирсаков // Кузнечно-штамповочное производство. - 1974. - № 6. - С.5-7.

22. А.с. 232730 СССР, МКИ В21 J 13/02 (49h,11). Штамп для выдавливания / М.А.Краснопольский. - № 1081344/25-27. Заявл. 06.06.66 // Открытия. Изобретения. - 1969. - № 1.

23. А.с. 1291272 СССР, МКИ В21 J 13/02. Штамп / Э.Ш.Суходрев и др. № 3911472/25-27. Заявл. 18.06.85 // Открытия. Изобретения. - 1987. - № 7.

24. А.с. 1386349 СССР, МКИ В21 J 13/02. Штамп для поперечного выдавливания / И.С.Алиев, О.К.Савченко, К.Д. Махмудов. № 4079856/ 31-27. Заявл. 23.06.86 // Открытия. Изобретения. - 1988. - № 13.

25. А.с. 10380050 СССР, МКИ В 21 J 13/02. Штамп для поперечного выдавливания / И.С. Алиев, О.К. Савченко, К.Д. Махмудов. №4079856/31-27. Заявл. 23.06.86. // Открытия. Изобретения. - 1986. - №13.

## REFERENCES

1. Gorjachaja shtampovka stal'nyh pokovok v raz#emnyh matricah / A.V.Kuznecov, O.V.Protopopov, V.A.Bludov i dr. - M.:NIIMASh,1968. - 78 s.

2. Jeduardov M.S. Shtampovka v zakrytyh shtampah / M.S. Jeduardov - L.: Mashinostroenie, 1971. -240 s.

3. Smurov A.M. Iz opyta razrabotki, osvoenija i vnedrenija shtampov s raz#emnoj matriciej dlja metallojekonomnoj shtampovki / A.M. Smurov // Kuznechno-shtampovocnoe proizvodstvo. - 1992. - №6. - S. 5-8.

4. Aliiev I. S. Tehnologicheskie processy holodnogo poperechnogo vydavlivanija / I. S. Aliiev // Kuznechno-shtampovocnoe proizvodstvo. - 1988. - № 6. - S. 1-4.

5. Savchenko O.K. Proektirovanie shtampov s razemnymi matricami / O. K. Savchenko // Sovershenstvovanie processov i oborudovanija obrabotki davleniem v metallurgii i mashinostroenii. Sb. nauchn. tr. - Kramatorsk: DGMA, 1998. - S. 407-410.



6. Aliieva L.I. *Proektirovanie processov vydavlivanija v razemnyh matricah* / L.I. Aliieva, R.S. Borisov, I.G. Savchinskij // *Izvestija Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Serija «Mehanika deformiruемого tverdogo tela i OMD»*, vyp.2. – Tula: TulGU, 2004. – S. 132–139.

7. *Obespechenie stojkosti shtampovoj osnastki* / I. S. Aliiev, L. I. Aliieva, A. I. Lobanov, I. G. Savchinskij // *Metalloobrabotka*. – 2007. – № 5. – S. 22–28.

8. Aliieva L.I. *Metodika rascheta i proektirovanija processov vydavlivanija v raz#jomnyh matricah* / L.I. Aliieva, R.S. Borisov, I.G. Savchinskij // *Nowe technologie i osiagniecia w metalurgii i inzynierii materialowej, V miezddzynarodowa konferencja naukowa: Seria Metalurgia, nr 39*. – Czestohowa: Wipmifs, 2004. – S. 383–391.

9. Pat. 64958 Ukraina, B 21 J 13/02. *Shtamp dlja kombinovanogo vidavljuvannja detalej z flancem ta vidrostkom* / Aliieva L. I., Martinov S. V., Grudkina N.S. ; zajavnik i patentovlasnik DDMA. – № 201104705 ; zajavl. 18.04.2011 ; opubl. 25.11.2011, Bjul. № 22.

10. A.s. 1489915 SSSR, MKI B21 J 13/02. *Shtamp dlja radial'nogo vydavlivanija* / Ju.D. Baev, V.S. Chesnokov, V.V. Potapov, N.N. Akimova i O.V. Usachev. - №4332272/30-27; Zajavl. 23.11.87 // *Otkrytija. Izobretenija*. – 1989. – №24.

11. Litvinov A.M. *Izgotovlenie zvezdochek cepnyh peredach metodom chistovogo plasticheskogo deformirovanija v shtampah s razemnymi matricami* // *Kuznechno-shtampovocnoe proizvodstvo*. – 1984. – №3. – S. 9.

12. A.s. 1360866 SSSR, MKI B21 J 13/02. *Shtamp dlja obemnoj shtampovki* / I.S.Aliiev, M.A.Atajanc, O.K. Savchenko, S.A. Chigirinskij. № 4114000/25-27. Zajavl. 10.07.86 // *Otkrytija. Izobretenija*. – 1987. – №47.

13. A.s.1055581 SSSR, MKI B21 J 13/02. *Shtamp dlja bezoblojnoj shtampovki* / A.M.Shulakov, V.S.Nesterov. – № 3482107/25-27. Zajavl. 17. 08.82 // *Otkrytija. Izobretenija*. 11983. – № 49.

14 A.s. 1238873 SSSR, MKI B21 J 13/02. *Shtamp dlja obemnoj shtampovki* / Ju.M. Lebedev, Je.G. Prokof'ev, V.S. Vasjukov. №3846712/25-27; Zajavl. 23.01.85 // *Otkrytija. Izobretenija*. – 1986. – №23.

15. Roganov L. L. *Razrabotka novogo tipa kuznechno-pressovogo oborudovanija dlja razdelitel'nyh ope-racij* / L. L. Roganov, S. G. Karnauh, N. V. Chosta // *Metalloobrabotka*. – S-Pb. : Politehnika, 2010. – № 6(60). – S. 28–34.

16. Kadyrkaev A.A. *Gidravlicheskij ryhag dlja zazhima polumatric* / A.A. Kadyrkaev, G.Ja Zlotnikov. // *Kuznechno-shtampovocnoe proizvodstvo*. – 1979. – №5. – S. 38.

17. Iosifov V.N. *Vnedrenie processov bezoblojnoj shtampovki na Minskom avtomobil'nom zavode* / V.N. Iosifov, L.A. Vojnalovich, I.N. Terebej // *Kuznechno-shtampovocnoe proizvodstvo*. – 1979. – №7. – S. 7–8.

18. A.s. 1045990 SSSR, MKI B21 J 13/02. *Shtamp s razemnoj matricej* / S.V. Egorov, S.S. Guzhin, O.F. Rassohin i Ju.P. Shumilov. – №3442945/25-27; Zajavl. 26.05.82 // *Otkrytija. Izobretenija*. – 1983. – №37.

19. A.s. 1479200 SSSR, MKI B21 J 13/02. *Shtamp dlja obemnoj shtampovki* / B.E. Mihajlenko, V.I. Cherednichenko, N.L. Jarmak. – №4222624/25-27; Zajavl. 07.04.87 // *Otkrytija. Izobretenija*. – 1989. – №18.

20. A.s. 550214 SSSR, MKI B21 J 13/02. *Shtamp dlja vydavlivanija* / I.S.Aliev. № 2188373/27. Zajavl. 10.11.75 // *Otkrytija. Izobretenija*. – 1977. – № 10.

21. Rozhkov S.I. *Ob odno- i dvustoronnem vydavlivanii zagotovok korpusov jenergeticheskoj armatury* S. I. Rozhkov, K. A. Kirsakov // *Kuznechno- shtampovocnoe proizvodstvo*. – 1974. – № 6. – S.5–7.

22. A.s. 232730 SSSR, MKI B21 J 13/02 (49h,11). *Shtamp dlja vydavlivanija* / M.A.Krasnopol'skij. – № 1081344/25-27. Zajavl. 06.06.66 // *Otkrytija. Izobretenija*. – 1969. – № 1.

23. A.s. 1291272 SSSR, MKI B21 J 13/02. *Shtamp* / Je.Sh.Suhodrev i dr. № 3911472/25-27. Zajavl. 18.06.85 // *Otkrytija. Izobretenija*. – 1987. – № 7.

24. A.s. 1386349 SSSR, MKI B21 J 13/02. *Shtamp dlja poperechnogo vydavlivanija* / I.S.Aliiev, O.K. Savchenko, K.D. Mahmudov. № 4079856/ 31-27. Zajavl. 23.06.86 // *Otkrytija. Izobretenija*. – 1988. – № 13.

25. A.s. 10380050 SSSR, MKI V 21 J 13/02. *Shtamp dlja poperechnogo vydavlivanija* / I.S. Aliiev, O.K. Savchenko, K.D. Mahmudov. №4079856/31-27. Zajavl. 23.06.86. // *Otkrytija. Izobretenija*. – 1986. – №13.

Абхари П. Б. – канд. техн. наук, доц. каф. ОМД, докторант ДГМА

Алиева Л. И. – канд. техн. наук, доц. каф. ОМД, докторант ДГМА

Алиев И. С. – д-р техн. наук, проф. каф. ОМД ДГМА

Ерѐмина А. А. – аспирант каф. ОМД ДГМА

ДГМА – Донбасская государственная машиностроительная академия, г. Краматорск.

E-mail: [omd@dgma.donetsk.ua](mailto:omd@dgma.donetsk.ua)

Статья поступила в редакцию 17.03.2016 г.