

УДК 621.7–05

Колотов Ю. В.

СОСТОЯНИЕ РАЗРАБОТКИ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ НАЗНАЧЕНИЕ БЕСШАБОТНЫХ МОЛОТОВ С ГИДРАВЛИЧЕСКИМ МЕХАНИЗМОМ СВЯЗИ

Преимущества бесшаботных молотов с механизмом гидравлической связи баб (БШМГС) в том, что они не требуют специальных фундаментов, поскольку легче шаботных молотов (ШМ) и равных по силе гидравлических прессов. Поэтому они широко распространены за рубежом. В 1940 г., фирма «Beche Grochs», Langenstein & Schemann AG (Ласко, Германия) изготовила первый БШМГС, с равными ударными массами, с энергией удара до 400 кДж. Аналогичные по конструкции молоты, модели «ДНЕК» с энергией удара до 800 кДж выпускал Диошдьерский машиностроительный завод (Венгрия). В настоящее время фирма «Ласко» выпускает БШМГС модели GH с энергией удара до 400 кДж. В конструкции GH разгоняют верхнюю ударную массу внутри, движущейся ей навстречу, станины. БШМГС с подвижной станиной, моделей KJH и KHZ, выпускал завод им. Шмерала (г. Брно, Чехия) с энергией удара от 20 до 160 кДж.

В СССР чешские молоты применяли при штамповке медицинского инструмента: скальпелей, щипцов и других деталей с тонкими полотнами. Достоинством конструкций БШМГС с подвижной станиной является возможность штамповки поковок в открытых штампах, аналогично штамповке на шаботном молоте, удерживая и манипулируя заготовкой в клещах. Достигается это, за счёт малого хода станины и её низкой (1,2÷1,5 м/с) скорости к началу удара. Для удаления поковки из штампа внутри станины размещают выталкиватель, что позволяет штамповать поковки в закрытых штампах и автоматизировать технологические процессы штамповки [1]. Недостатком конструкций с подвижной станиной является ограничение силы удара в зависимости от степени деформации заготовки.

В БШМГС конструкции «Beche Grochs» и «ДНЕК» станина неподвижна. В них разгоняют встречно две равные по величине ударные массы с максимальной скоростью, каждой в 3 м/с. Скорость удара на таких молотах не превышала 6 м/с. Эти молоты предназначены для горячей штамповки крупных поковок в открытых штампах. Невысокая, скорость удара (до 6 м/с) зарубежных БШМГС ограничивает их применение при формообразовании поковок из труднодеформируемых металлов.

В 1974 г. в СССР был создан мощный БШМГС модели БМ-1500. Он имеет: равные по весу ударные массы, номинальную скорость удара до 6 м/с, эффективную энергию удара до 1500 кДж. Его конструктивная схема, представленная на рис. 1, а, аналогична конструктивным схемам молотов моделей «Beche Grochs» и «ДНЕК». Подробное описание работы БШМГС данной конструкции дано в работе [2]. Общий вид БМ-1500 представлен на рис. 1, б. Машину применяли в СССР для штамповки уникальных поковок тяжёлого машиностроения. Некоторые из них, такие как поковки железнодорожного колеса и балки для авиационной промышленности представлены на рис. 1.

Молот находился в экспериментальной эксплуатации, в течение которой проводили доработку конструкции и её исследование. На нём был отштампован ряд уникальных поковок, которые окупили все затраты на его создание и эксплуатацию. По результатам экспериментальных исследований были подготовлены предложения по созданию БМ-1600 [3].

Для штамповки поковок из малопластичных и труднодеформируемых сталей и сплавов, в СССР в 1982 г. была создана гамма БШМГС модели МШ (молот штамповочный). В конструкции этих машин разгоняют для удара, одинаковые по форме и весу ударные массы. Их суммарная скорость к началу удара достигает 10÷16 м/с, а эффективная энергия удара 4÷250 кДж. Конструктивная схема МШ обладает новизной и защищена авторскими свидетельствами. Описание работы конструкции МШ приведены в работах [1, 4].

Целью статьи является системный анализ состояния разработки и технологического применения молотов с гидравлическим механизмом связи (БШМГС).

Из анализа результатов экспериментальных исследований БМ-1500 и патентов фирмы Vesche было установлено, что слабым местом их конструкций является низкая работоспособность боковых 10 и центрального 11 амортизаторов, установленных между штоками гидравлического механизма связи и соответствующей им ударной массой.

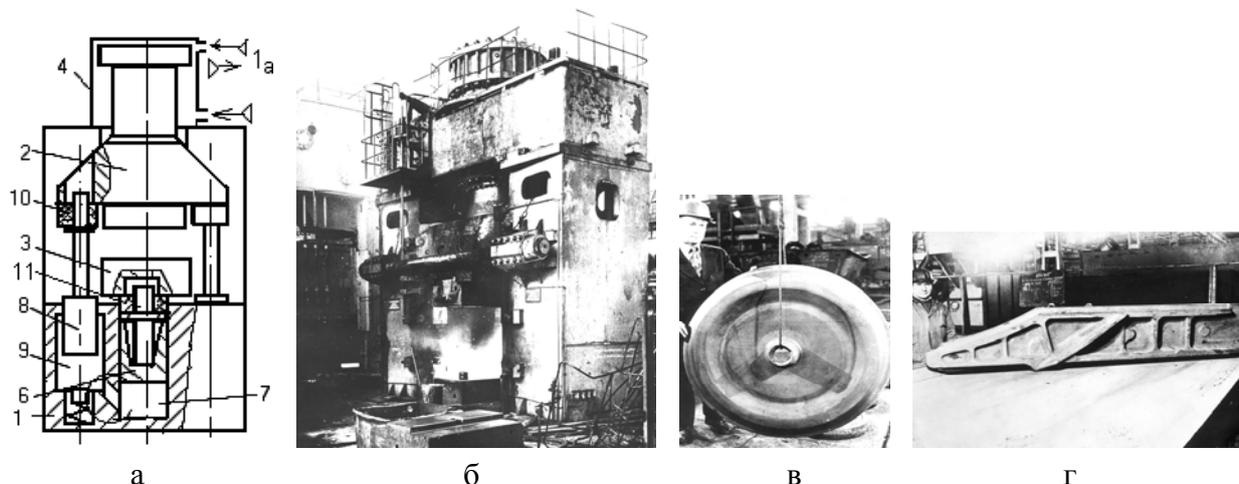


Рис. 1. Структурная схема (а) и общий вид (б) БМ-1500, поковки, отштампованные на нём: железнодорожного колеса (в), балки авиационной (г):

1 – станина; 2 – верхняя баба; 3 – нижняя баба; 4 – рабочий цилиндр; 6 – центральный шток; 7, 9 – гидравлические полости; 8 – боковой шток; 10, 11 – амортизаторы

На рис. 2 представлены структурная схема моделей МШ и общий вид МШ-250.

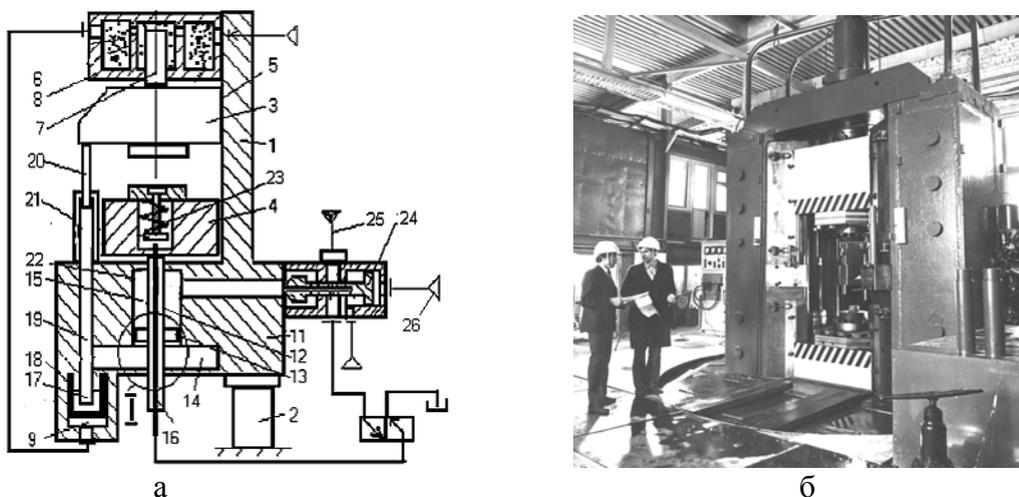


Рис. 2. Структурная схема МШ (а) и общий вид МШ-250 (б):

1 – станина; 2 – колонны; 3, 4 – верхняя и нижняя бабы; 5 – направляющие; 6 – ресивер воздуха высокого давления; 7 – плунжер; 8 – цилиндр; 9 – компенсатор; 11 – корпус гидросвязи; 12 – шток; 13 – поршень; 14 – полость; 15 – управляющая полость; 16 – трубопровод; 17 – шток; 18 – поршень компенсатора; 19 – канал; 20 – боковой шток; 21, 22 – цилиндры; 23 – выталкиватель; 24 – клапан; 25 – гидропривод; 26 – воздух низкого давления

При разработке конструкции МШ отказались от амортизаторов штоков. Для повышения работоспособности узла контакта «боковой шток – верхняя ударная масса» и «центральный шток – нижняя ударная масса» изменена конструкция гидравлического механизма связи. В него встроены гидравлические тормоза и пневмогидравлические компенсаторы. Компенсатор аккумулирует энергию боковых штоков на нагрузочной фазе и возвращает её обратно в систему связи при отскоке. Гидротормоза тормозят центральный шток при разгоне и отскоке, повышая давление в гидросвязи при рабочем ходе, и снижая его пики при отскоке.

Благодаря новой конструкции механизма связи, напряжения в узле «шток – ударная масса» в МШ, не превышают допустимые, даже при жёстких ударах, таких как удар штампа о штамп с максимальной эффективной энергией.

Другим недостатком конструкций молотов типа БМ–1500 является низкий КПД привода, из-за выброса сжатого воздуха (пара) за каждый цикл. В МШ применены пневматический и гидравлический приводы, размещённые отдельно в конструкции, работающие по замкнутому циклу, без выброса энергоносителя в окружающую среду. По результатам экспериментальных исследований конструкции МШ её гидромеханический КПД существенно повысился и составляет 0,77–0,78.

Пневмопривод, с постоянными по объёму полостями, с давлением сжатого воздуха до 8 МПа, находится в верхней части станины, внутри которой установлены ресиверы в виде труб. Гидропривод размещён в нижней части станины и вне конструкции. В его состав входят насосно-аккумуляторная станция (НАС). Маневровый объём НАС и система управления позволяют осуществлять многоударную штамповку. На моделях МШ с энергиями удара до 16 кДж бак для рабочей жидкости и НАС являются неотъемлемой частью конструкции.

Для расширения технологических возможностей молота при штамповке, как в открытых, так и закрытых штампах, модели МШ оснащены нижним выталкивателем, размещённым в нижней ударной массе. В молотах модели МШ заложено быстрое разделение штампов при отскоке. Оно происходит практически мгновенно, за счёт сил тяжести нижних подвижных частей, отделяющихся при ударе от центрального штока, что сокращает контакт горячей поковки со штампом, способствует повышению стойкости матрицы и снижает себестоимость поковки.

Поковку корпуса наголовника тепловыделяющего элемента из коррозионностойкой стали, представленную на рис. 3, а, штампуют и в настоящее время на МШ-250. Ранее на этом же молоте были отработаны технологии штамповки поволоков: фланца из стали 30ХГСА (см. рис. 3, б); наголовник ракеты из алюминиевого сплава (см. рис. 3, с). Их штамповали на МШ-250 за 3–4 последовательных удара, наносимых по заготовке без выноса её из штампа.

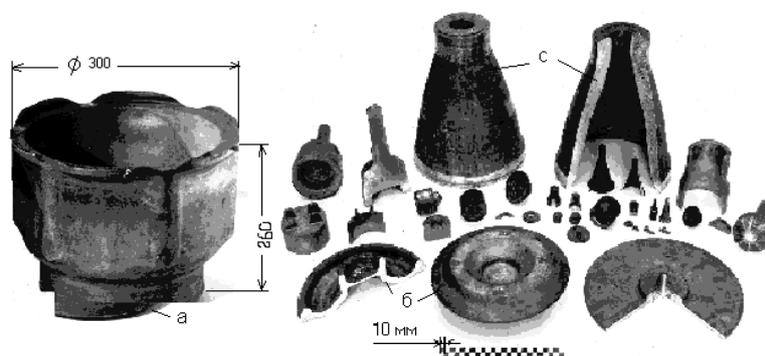


Рис. 3. Поковки, отштампованные на МШ-250, МШ-6,3, МШ-4, МШ-2

Конструкция МШ испытана на максимальные по энергии и силе удары в автоматическом режиме, такие как удар штампа о штамп с номинальной энергией, которые запрещено наносить на зарубежных и других отечественных БШМГС, в виду неизбежных поломок.

По заказу ВНИИметмаш (г. Москва) была разработана конструктивная схема МШ-1600 с энергией удара 1600 кДж, без пневмопривода, работающего от НАС [5].

Многообразие конструкций МШ открывает перспективу замены ими шаботных молотов. При этом для обеспечения равных по величине сил удара, скорость удара на бесшаботном молоте должна быть, более чем, в 1,41 раза больше скорости удара шаботного молота, что и достигнуто на моделях МШ, имеющих скорость удара от $10 \div 16$ м/с.

Другим преимуществом моделей МШ является то, что они не требуют специальных фундаментов. Технологические работы на них можно механизировать и автоматизировать. Были разработаны средства механизации на МШ-250 и автоматическая линия штамповки корпуса распылителя на МШ-4 [4].

Модели МШ, с энергиями удара от 4 до 250 кДж, находятся в настоящее время в опытно-промышленной эксплуатации. На них осуществляют полугорячую и горячую штамповку поковок. Перевод изготовления деталей с механической обработки на штамповку в закрытом штампе повысил коэффициент использования материала с 0,15 до 0,7. Шумы снижены до 95 дБ. Вибрации при ударах ниже санитарных норм. Конструкции МШ-6,3; МШ-16 и МШ-250, по мнению разработчиков, отработаны и готовы к тиражированию

На модели конструкции МШ-6,3 и МШ-250 получено свидетельство на промышленные образцы [6]. В начале 1990 г были переданы на Воронежский завод КПО рабочие чертежи на МШ-250, для изготовления головного образца по заказу предприятия Минатома. Изготовление МШ-250 не начали в виду новой экономической обстановки в стране.

Технические характеристики БШМГС модели МШ приведены в табл. 1.

Таблица 1

Технические характеристики моделей МШ

Техническая характеристика	МШ-4 А	МШ-6,3	МШ-16	МШ-250
Энергия удара, кДж	4	6,3	16	250
Скорость удара, м/с	10	10,6	15	10
Время цикла, с	3	4	3	15
Размеры опорных поверхностей штампа, мм ²	220 × 300	250 × 270	270 × 345	950 × 1050
Открытая и закрытая высота штамп. простр., мм	450 / 220	440 / 210	500 / 270	1770 / 770
Ход выталкивателя, мм	70	70	100	240
Сила выталкивания, кН	40	40	80	400
Давление воздуха, МПа	8	8	9	8
Давление жид., МПа	26	26	30	26
Габаритные размеры, м	1,2 × 1 × 2,4	1,2 × 1 × 2,6	1 × 1,5 × 1	7,9 × 2,6 × 1,3
Масса с НАС, т	4,35	4,35	7,0	90

ВЫВОДЫ

Конструкция БШМГС модели МШ перспективна и может быть применена для создания группы молотов с подвижной станиной или с равными ударными массами для штамповки поковок разной номенклатуры, из любых металлов на машиностроительных предприятиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Отработка технологии штамповки дисков и днищ на гидромолоте «Сибирь» и модернизация молота БМ-1500. Гидравлические бесшаботные молоты : аналитический обзор / Рук. раб. Ю. В. Колотов. – № ГР 81026025 ; инв. № 0281.2012389. – Новосибирск, 1981. – 53 с.
2. Бочаров Ю. А. Кузнечно-штамповочное оборудование : учебник для студ. высш. учеб. заведений / Ю. А. Бочаров. – М. : Академия, 2008. – 480 с.
3. Исследование бесшаботного молота с энергией удара 150 тс. м. (Этап 2) : Отчёт / ВНИИметмаш ; Рук. работы Ю. А. Зимин. – № ГР Б533761. – Москва – Краматорск, 1975. – 29 с.
4. А. с. 824536, 951808, 890632, 1226755, 755385, 984587(СССР). Бесшаботный молот / Гудков В. И., Колотов Ю. В. [и др.]
5. А. с. 1561329 Вертикальный бесшаботный гидравлический молот / Ю. А. Зимин, Ю. В. Колотов, А. П. Товпыга [и др.] / приоритет от 18.03.1988 г.
6. Свидетельство № 19071 на промышленный образец (СССР). Молот штамповочный бесшаботный / В. И. Гудков, Ю. В. Колотов [и др.] ; зарег. 25.09.85 г.

Колотов Ю. В. – канд. техн. наук, доц. МГТУ «Станкин».

МГТУ – Московский государственный технологический университет «Станкин», г. Москва, Россия.

E-mail: urvas@inbox.ru.