

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 11911

(13) С1

(46) 2009.06.30

(51) МПК (2006)

В 21J 7/00

(54)

## СПОСОБ СОЗДАНИЯ УДАРНОЙ НАГРУЗКИ

(21) Номер заявки: а 20061355

(22) 2006.12.28

(43) 2008.08.30

(71) Заявитель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(72) Авторы: Качанов Игорь Владимирович; Качанов Виктор Игоревич; Кондратович Александр Николаевич; Шарий Василий Николаевич (ВУ)

(73) Патентообладатель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(56) ВУ 5416 С1, 2003.

ВУ 24 U, 1999.

ВУ 344 U, 2001.

SU 549223, 1977.

SU 404536, 1974.

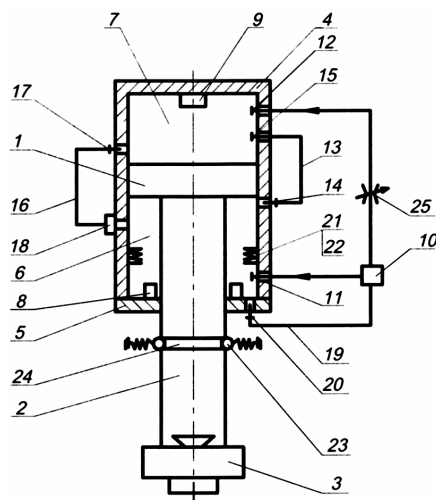
SU 642068, 1979.

GB 1115304 A, 1968.

US 4166374 A, 1979.

(57)

Способ создания ударной нагрузки, при котором на заготовку воздействуют циклически с помощью инструмента, прикрепленного к штоку поршня, таким образом, что последовательно создают в каждом цикле под поршнем противодействие, а над поршнем создают в два этапа давление, превышающее противодействие под поршнем, причем вначале путем закачки энергоносителя, а затем с помощью его поджига, противодействие под поршнем создают путем закачки энергоносителя, в качестве которого используют гремучую смесь, и его поджига, причем поджиг осуществляют с формированием плоского фронта горения, который распространяют под поршнем, и осуществляют импульсное вытеснение несгоревшей части энергоносителя в пространство над поршнем до момента достижения там заданной величины давления, после чего там же осуществляют поджиг энергоносителя и завершают процесс его горения под поршнем, который удерживают во



Фиг. 1

ВУ 11911 С1 2009.06.30

взведенном положении за счет давления образовавшихся продуктов горения энергоносителя под поршнем, причем в момент достижения над поршнем максимального давления под поршнем создают давление разрежения, сохраняя его на всем пути разгона поршня и в процессе воздействия инструмента на заготовку, **отличающийся** тем, что в процессе импульсного вытеснения несгоревшей части энергоносителя в пространство над поршнем дополнительно сжимают весь энергоноситель над поршнем путем перемещения поршня.

---

Изобретение относится к машиностроению, в частности к кузнечно-прессовому оборудованию. Оно также может использоваться при производстве строительно-монтажных, ремонтных, подводных, спасательных работ, требующих создания ударных нагрузок (клепка, ковка, штамповка, рубка, разрушение монолитов, завалов, разработка дна континентального шельфа, забивание дюбелей, свай и т.д.).

Известен способ создания ударной нагрузки [1], согласно которому на объект воздействуют циклически с помощью инструмента, прикрепленного к штоку поршня, путем последовательного создания в каждом цикле под ним и над ним давления, причем давление над поршнем, превышающее по величине давление под поршнем, создают с помощью поджига энергоносителя, а давление под поршнем создают с помощью сжатого воздуха.

Недостатком известного способа являются низкий коэффициент полезного действия, энергоемкость и неблагоприятное воздействие на окружающую среду.

Снижение коэффициента полезного действия удара обусловлено тормозящим эффектом противодействия, действующего под поршнем в процессе его разгона, а вредное воздействие на окружающую среду происходит из-за удаления из камеры сгорания энергоносителя (углекислый газ -  $\text{CO}_2$ ; твердый углерод - сажа; оксиды азота -  $\text{NO}_2$ ; углеводороды, оксид углерода  $\text{CO}$ , альдегиды, токсичные соединения свинца). Кроме этого, недостатком является использование кислорода из атмосферного воздуха при сжигании топлива (жидкого или газообразного) над поршнем ударной машины. Низкая энергоемкость способа обусловлена противодействием под поршнем сжатого воздуха, который сбрасывают в атмосферу без совершения работы при разгоне поршня.

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому результату является способ создания ударной нагрузки [2], заключающийся в том, что на объект воздействуют циклически с помощью инструмента, прикрепленного к штоку поршня, таким образом, что последовательно создают в каждом цикле под поршнем противодействие, а над поршнем создают в два этапа давление, превышающее противодействие под поршнем, причем вначале путем закачки энергоносителя, а затем с помощью его поджига, противодействие под поршнем создают путем закачки энергоносителя, в качестве которого используют гремучую смесь, и его поджига, причем поджиг осуществляют с формированием плоского фронта горения, который распространяют под поршнем, и осуществляют импульсное вытеснение несгоревшей части энергоносителя в пространство над поршнем до момента достижения там заданной величины давления, после чего там же осуществляют поджиг энергоносителя и завершают процесс его горения под поршнем, который удерживают во взведенном положении за счет давления образовавшихся продуктов горения энергоносителя под поршнем, причем в момент достижения над поршнем максимального давления под поршнем создают давление разрежения, сохраняя его на всем пути разгона поршня и в процессе воздействия инструмента на объект.

Недостатком прототипа являются низкий коэффициент полезного действия и низкая энергоемкость процесса, обусловленные тормозящим эффектом противодействия со стороны разделительной перегородки при истечении продуктов сгорания через пропускное отверстие в момент разгона поршня.

Задачей изобретения является повышение коэффициента полезного действия и энергоемкости способа создания ударной нагрузки.

Поставленная задача достигается тем, что в способе создания ударной нагрузки, при котором на заготовку воздействуют циклически с помощью инструмента, прикрепленного к штоку поршня, таким образом, что последовательно создают в каждом цикле под поршнем противодействие, а над поршнем создают в два этапа давление, превышающее противодействие под поршнем, причем вначале путем закачки энергоносителя, а затем с помощью его поджига, противодействие под поршнем создают путем закачки энергоносителя, в качестве которого используют гремучую смесь, и его поджига, причем поджиг осуществляют с формированием плоского фронта горения, который распространяют под поршнем, и осуществляют импульсное вытеснение несгоревшей части энергоносителя в пространство над поршнем до момента достижения там заданной величины давления, после чего там же осуществляют поджиг энергоносителя и завершают процесс его горения под поршнем, который удерживают во взведенном положении за счет давления образовавшихся продуктов горения энергоносителя под поршнем, причем в момент достижения над поршнем максимального давления под поршнем создают давление разрежения, сохраняя его на всем пути разгона поршня и в процессе воздействия инструмента на заготовку, кроме того, в процессе импульсного вытеснения несгоревшей части энергоносителя в пространство над поршнем, дополнительно сжимают весь энергоноситель над поршнем путем перемещения поршня.

Указанная схема позволяет повысить энергоемкость способа создания ударной нагрузки, а также мгновенно увеличивать разгон поршня за счет воздействия продуктов сгорания сразу на всю поверхность поршня, а значит, повысить коэффициент полезного действия способа.

Сущность изобретения поясняется чертежами, где на фиг. 1 изображена принципиальная схема для закачки компонентов энергоносителя по обе стороны поршня, на фиг. 2 - схема местного поджига энергоносителя под поршнем, обеспечивающая поступательное распространение (снизу-вверх) фронта горения энергоносителя, на фиг. 3 - схема поджига энергоносителя над поршнем с впрыском конденсата под поршень, на фиг. 4 - момент разгона поршня, на фиг. 5 - схема устройства для реализации способа создания ударной нагрузки в момент завершения удара, на фиг. 6 - схема устройства для реализации способа создания ударной нагрузки в момент удаления конденсата из-под поршня.

Устройство для реализации способа содержит поршень 1 со штоком 2, на нижнем торце которого смонтирован инструмент 3 (фиг. 1). Поршень 1 со штоком 2 установлены в гильзу 4, закрытую с торца крышкой 5, образуя с помощью уплотнителей на поршне 1 (не показаны) две герметичные полости: штоковую 6 и бесштоковую 7. На крышке 5 и в донной части гильзы 4 смонтированы электросвечи 8, 9 поджига горючей смеси.

Для получения горючей смеси используют электролизер 10. Для наполнения полости 6 предусмотрен обратный клапан (ОК) 11, а для заполнения полости 7 предусмотрен ОК 12. Для перекачки горючей смеси из полости 6 в полость 7 предусмотрена линия 13 с обратными клапанами 14, 15. Для отвода конденсата из полости 7 в полость 6 используется линия 16 с ОК 17 и с форсункой 18. Для отвода конденсата из полости 6 в электролизер 10 используется линия 19 с ОК 20. Для предотвращения удара поршня 1 по крышке 5 на боковой поверхности штоковой полости 6 смонтированы ограничители хода 21 с пружинными амортизаторами 22. Фиксация штока 2 в верхнем положении осуществляется с помощью подпружиненных шариков 23, которые защелкиваются в кольцевую проточку 24. Для обеспечения первоочередного заполнения полости 6 по отношению к полости 7 на линии электролизера 10, связанной с полостью 7, смонтирован регулируемый дроссель 25.

Способ осуществляется следующим образом.

При подключении к источнику напряжения (на фиг. 1 не показан) электролизера 10 в последнем вырабатывается горючая смесь ( $2\text{H}_2 + \text{O}_2$ ), которая через ОК 11 поступает в штоковую полость 6. Под действием давления гремучей смеси ударные части (поршень 1, шток 2, инструмент 3) перемещаются в крайнее верхнее положение до момента, когда подпружиненные шарики 23 защелкнутся в кольцевую проточку 24. Дальнейшая закачка энергоносителя в штоковую полость 6 приводит к повышению давления в ней до заданного

значения. В результате ОК 11 закрывается и открывается ОК 12, через который продолжается закачка энергоносителя в бесштоковую полость 7. При достижении заданного давления в бесштоковой полости 7 следует команда на отключение электролизера 10 (схема управления на фиг. 1 не показана), и подача энергоносителя прекращается.

После отключения электролизера 10 поступает команда на поджиг энергоносителя в штоковой полости 6 с помощью свечей поджига 8 (фиг. 2).

При этом свечи, смонтированные в донной части штоковой полости 6 (на крышке 5), обеспечивают местное (локальное) возгорание энергоносителя, которое сопровождается формированием плоского фронта горения, перемещающегося по длине штоковой полости 6 со скоростью 34 м/с в сторону несгоревшего энергоносителя [3]. При этом распространяющийся фронт горения (пламени) действует аналогично поршню, адиабатически сжимаемая энергоноситель в штоковой полости 6 [4].

При адиабатическом сжатии несгоревшего энергоносителя давление в штоковой полости 6 повышается примерно в 10 раз [5], в результате чего непрореагировавший энергоноситель закачивается из штоковой полости 6 в бесштоковую полость 7, при этом вследствие преодоления сопротивления подпружиненных шариков 23 параллельно осуществляется смещение поршня 1 в сторону уменьшения объема в бесштоковой полости 7, что приводит к дополнительному сжатию гремучей смеси в пространстве над поршнем 1.

Закачка горючей смеси производится по линии 13 (фиг. 2) при открытых клапанах 14 и 15. Линии 16 и 19 в этот промежуток времени перекрываются (схемы перекрытия линий 16 и 19 на фиг. 2 не показаны). В момент времени, когда подвижный фронт горения достигает поверхности 26 поршня 1, перекачка энергоносителя из штоковой полости 6 в бесштоковую полость 7 по линии 13 завершается, поршень 1 прекращает свое движение вверх и в этот же момент времени производят поджиг энергоносителя в бесштоковой полости 7 (фиг. 3). За счет повышения давления в бесштоковой полости 7 закрывается ОК 15, открывается ОК 17, через который происходит подача конденсата в линию 16 и к форсунке 18, с помощью которой мелко распыленная струя конденсата впрыскивается в штоковую полость 6. При подаче под давлением мелко распыленной струи конденсата в штоковую полость 6, заполненную перегретым паром, вносится большое количество центров конденсации, что способствует резкому отводу теплоты от перегретого пара. Поскольку процесс снижения температуры перегретого пара в штоковой полости 6 протекает без изменения его объема, т.е. является изохорным, то в этом случае соотношение между температурой  $T$  и давлением  $P$  имеет вид

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}, \quad (1)$$

где  $P_1$  и  $P_2$  - начальное и конечное давление в штоковой полости;  $T_1$  и  $T_2$  - начальная и конечная температуры в штоковой полости.

Из соотношения (1) следует, что конечное давление в штоковой полости  $P_2$  будет равно

$$P_2 = P_1 \frac{T_2}{T_1}. \quad (2)$$

Анализ выражения (2) показывает, что при резком снижении конечной температуры  $T_2$  резко снижается давление  $P_2$ , оптимальная величина которого доводится до значения давления разрежения [6]. Создание такого значения давления в штоковой полости 6 и обеспечение его воздействия на эффективную кольцевую площадь поршня 1, совпадающего на всем пути разгона и деформации с направлением действия давления гремучей смеси, сгоревшей в бесштоковой полости 7, создает условия для эффективного и беспрепятственного разгона поршня 1, штока 2 с инструментом 3. Линия 19 с ОК 20 в этот промежуток времени перекрываются.

Поскольку указанные процессы создания оптимального давления разрежения в штоковой полости 6 протекают одновременно с процессом мгновенного нарастания давления

в бесштоковой полости 7, то в результате совместного действия в одном направлении указанных давлений в штоковой полости 6 и в бесштоковой полости 7 ударные части (поршень 1, шток 2 с инструментом 3) разгоняются беспрепятственно и осуществляют максимальную работу деформации при воздействии на объект нагружения (на фиг. 4 не показан).

После удара по объекту нагружения поршень 1 опускается на амортизаторы 22, смонтированные на ограничителях хода 21 (фиг. 5).

В этот момент времени линии 13, 16, 19 перекрыты и на электролизер 10 вновь подается напряжение. Образующаяся в нем гремучая смесь поступает только в штоковую полость 6 (закачке энергоносителя в бесштоковую полость 7 препятствует дроссель 25, настроенный на заданный перепад давлений между полостями 6 и 7).

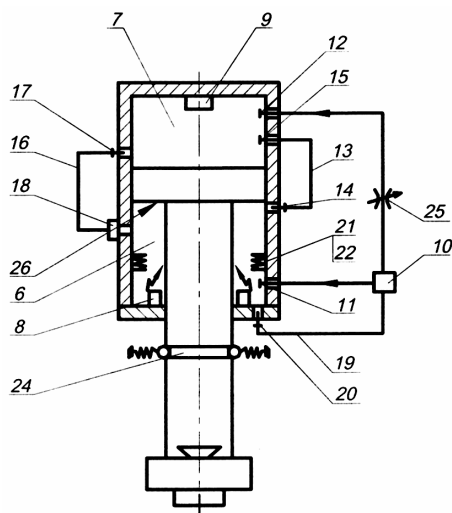
При закачке энергоносителя в штоковую полость 6 давление в ней повышается и в результате поршень 1 и шток 2 с инструментом 3 возвращаются в исходное верхнее положение до момента, когда подпружиненные шарики 23 защелкнутся в кольцевую проточку 24. Одновременно с этим подается команда на открытие клапана 20, что дает возможность под давлением вытеснить конденсат из штоковой полости 6 в электролизер 10 по сливной линии 19 (фиг. 6).

В момент полного вытеснения конденсата из штоковой полости 6 линия 19 и клапан 20 закрываются (фиг. 1) и далее последовательность осуществления операции повторяется.

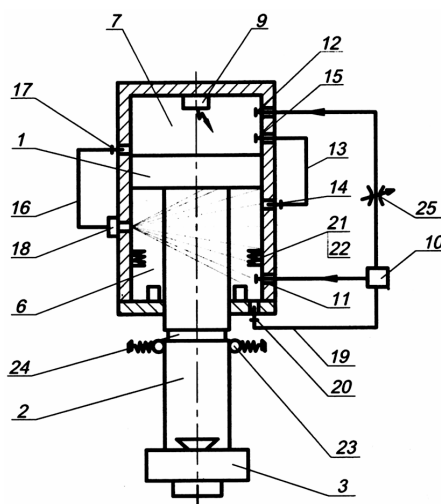
Использование изобретения позволяет мгновенно и беспрепятственно оказывать резкое силовое воздействие рабочего тела (газа) на всю площадь поперечного сечения поршня в бесштоковой полости и обеспечивать инструменту заданную кинетическую энергию в момент соударения с заготовкой, что приводит к повышению коэффициента полезного действия удара на 30-40 %.

### Источники информации:

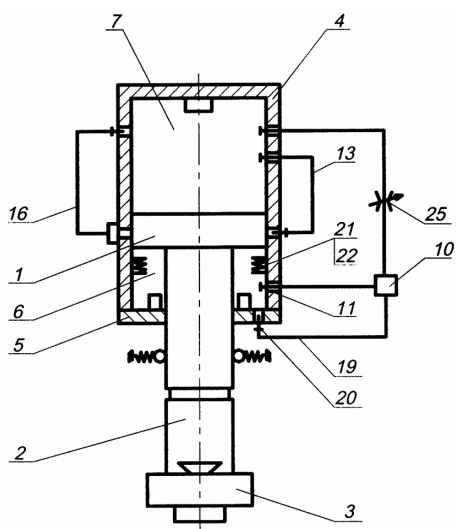
1. Степанов В.Г., Шавров И.А. Высокоэнергетические импульсные методы обработки металлов. - М.: Машиностроение, 1975. - С. 250 - 253.
2. Патент РБ 5416, МПК В 21J 7/26, 15/18, В 25D 9/19, 2003 (прототип).
3. Андреев К.К., Беляев А.Ф. Теория взрывчатых веществ. - М: Оборонгиз, 1950. - С. 136.
4. Детонация конденсированных и газовых систем. - М.: Наука, 1986. - С. 209.
5. Козлов Д.А., Шаталов И.М., Ивашечкин В.В. Объемный газодинамический насос // Известия вузов СССР. Энергетика. - № 3. - 1986. - Мн.: Изд-во БПИ. - С. 115-119.
6. Эллиот Л., Уилкокс У. Физика. - М.: Наука, 1975. - С. 288-289.



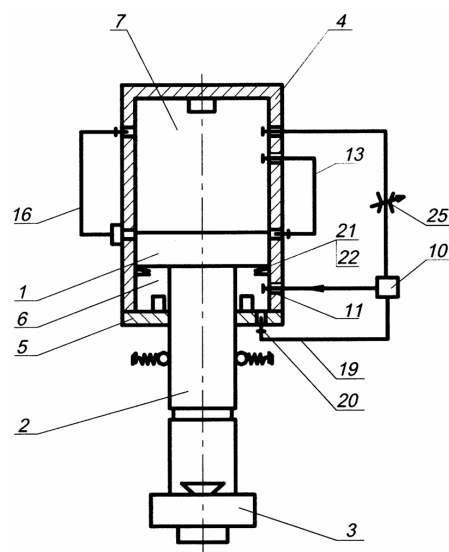
Фиг. 2



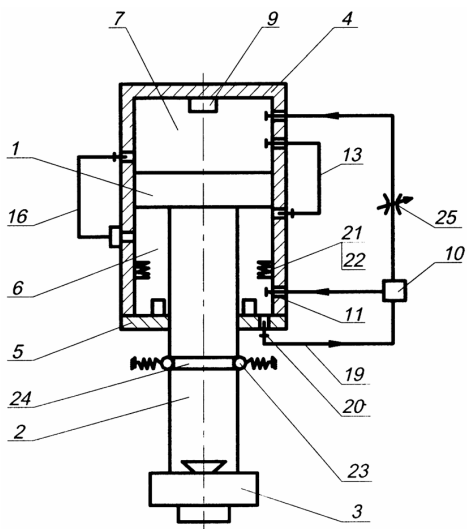
Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6