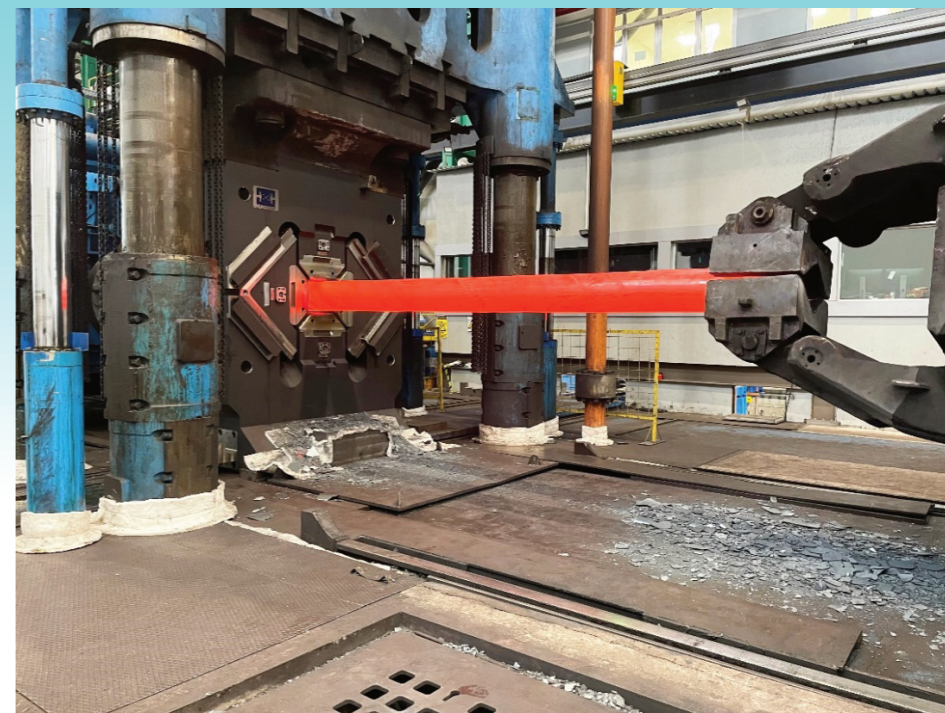
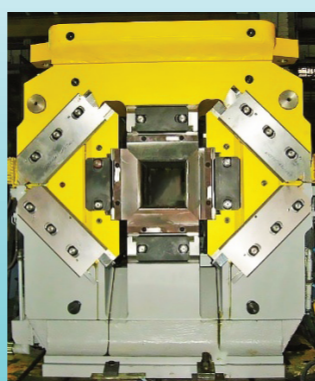
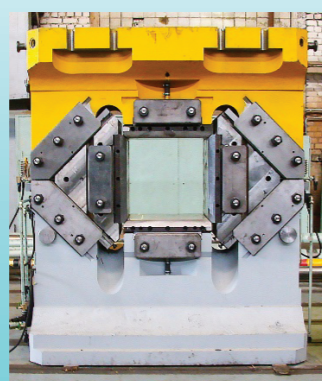




ООО «Лазоркин-Инжиниринг»



**ЧЕТЫРЕХБОЙКОВЫЕ
КОВОЧНЫЕ
УСТРОЙСТВА**



Четырехбойковые ковочные устройства

Это устройства, которые позволяют осуществлять ковку одновременно с четырех сторон на гидравлических ковочных прессах.

Четырехбойковое ковочное устройство (Four-Die Forging Device – FDFD) – это уникальный ковочный инструмент, который совмещает в себе преимущества радиальной ковки на радиально – ковочных машинах (РКМ) и традиционной ковки двумя бойками на ковочных прессах.

Четырехбойковое ковочное устройство устанавливается и крепится на столе гидравлического ковочного пресса усилием от 2 до 150 МН вместо обычных бойков и позволяет осуществлять ковку слитков и заготовок с дополнительными сдвиговыми деформациями одновременно четырьмя бойками.

Четырехбойковые ковочные устройства (по способу крепления на ковочном прессе) могут быть различных модификаций:

- с креплением верхнего корпуса устройства к подвижной траверсе пресса или к верхнему бойку (несколько вариантов);
- с пружинным возвратом верхнего корпуса (без крепления к подвижной траверсе)



FDFD с креплением верхнего корпуса к прессу ус. 30 МН (Италия)



FDFD с пружинным возвратом (подъемом) верхнего корпуса для пресса ус. 10 МН (Германия)

Список компаний, для которых были изготовлены FDFD

Усилие пресса (РКМ), МН	Год изготовления	Компания (страна)	Количество единиц FDFD	Наличие системы смазки	Наличие системы охлаждения	Наличие самосмазывающихся подшипников скольжения
1	2	3	4	5	6	7
5	1990	UKRNIISPETSSTAL (Ukraine)	1	Нет	Нет	Нет
1.25 (РКМ)	2000	NPP RUBIN (Ukraine)	2	Нет	Нет	Нет
25	2003	SIDENOR (Spain)	1	Нет	Нет	Нет
20	2005	OAO TYAZHPRESSMASH (Russia)	1	Да	Да	Нет
25	2008	OAO TYAZHPRESSMASH (Russia)	1	Да	Да	Нет
20	2006, 2008	OAO VSMPO-AVISMA (Russia)	2	Нет	Да	Да
25	2013	OAO VSMPO-AVISMA (Russia)	1	Нет	Нет	Да
25	2006	OAO BUMMASH (Russia)	1	Да	Да	Нет
20	2008	ООО SSM-TYAZHMASH (Russia)	1	Да	Да	Нет
12	2010	OAO ChMZ (Russia)	1	Нет	Нет	Нет
120	2010	TONGYU HEAVY INDUSTRY Co., Ltd. (China)	1	Да	Да	Нет
12.5	2013	TONGYU HEAVY INDUSTRY Co., Ltd. (China)	1	Да	Да	Нет
16	2010	QILU SPECIAL STEEL Co., Ltd (China)	1	Да	Да	Нет
20,30	2010	BAOTOU IRON & STEEL (Group) Co., Ltd (China)	2	Да	Да	Нет
45	2010	SERI MACHINERY EQUIPMENT Co., Ltd (China)	1	Да	Да	Нет
12	2011	METAL MANUFACTURING COMPANY, Zhongshan (China)	1	Да	Да	Нет
25	2012	CHONGQING INSTRUMENT MATERIALS RESEARCH INSTITUTE (China)	1	Да	Да	Нет
10	2011	KIND & Co. EDELSTAHLWERK (Germany)	1	Да	Да	Нет
30	2014	VILLARES METALS S.A. (Brazil)	1	Нет	Нет	Да
30	2014	ACCIAIERIE VALBRUNA S.P.A. (Italy)	1	Нет	Да	Да
35	2017	RUSPOLYMET (Russia)	1	Да	Да	Нет
15	2018	MIDHANI (India)	1	Да	Да	Нет
22	2019	SeAH (Korea)	1	Нет	Нет	Да
30	2019	JSW (Japan)	1	Нет	Нет	Да
29,4	2022	(Japan)	1	Нет	Нет	Да
40	2022	ASIL CELIK (Turkey)	1	Нет	Нет	Да

ООО «Лазоркин-Инжиниринг»

Контакты:

Лазоркин Дмитрий Викторович Tel. (Viber, WhatsApp): +38-067-977-27-43
 Генеральный директор E-mail: lazorkin.engineering@gmail.com

Лазоркин Виктор Андреевич Tel. (Viber, WhatsApp): +38-066-429-429-5
 Кандидат технических наук E-mail: lazorkin.engineering@gmail.com
 Технический директор

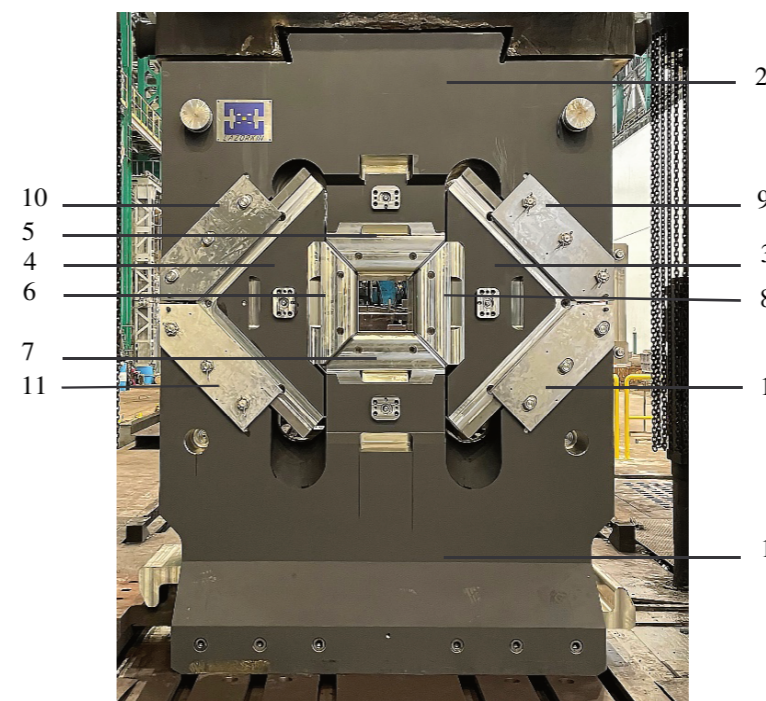
Куралех Сергей Tel. (Viber, WhatsApp): +49-176-846-29-204
 Представитель в странах Европы E-mail: sergey_kuralekh@yahoo.com
 и Северной Америке sergey.kuralekh@yahoo.com

Web: www.fdforging.com



Ковка жаропрочного сплава в FDFD на прессе ус. 22 МН (Корея)

FDFD состоит из нижнего 1 и верхнего 2 корпусов, ползунов 3, 4, бойков 5-8, боковых направляющих 9-12. Нижний корпус жестко закреплен на столе пресса. Перед началом работы верхний корпус крепится к подвижной траверсе пресса. Боек 7 закреплен на нижнем корпусе и остается неподвижным в процессе ковки. Боек 5 закреплен на верхнем корпусе и в процессе работы пресса перемещается вместе с ним. Бойки 6, 8 закреплены на ползунах 3, 4. При движении подвижной траверсы вверх верхний корпус перемещается вместе с ней и с помощью восьми боковых направляющих 9-12 разводит в стороны ползуны 3, 4 с боковыми бойками 6, 8, открывая рабочее пространство блока. Слиток или заготовку с помощью манипулятора подают в раскрытое рабочее пространство ковочного блока на нижний боек 7. При ходе подвижной траверсы пресса вниз верхний корпус также перемещается вниз и с помощью наклонных поверхностей, имеющих в верхнем и нижнем корпусах, перемещает ползуны 3, 4 вместе с бойками 6, 8. При этом бойки 6, 8 совершают движения не только навстречу друг другу, но и одновременно опускаются вниз в направлении бойка 7, создавая в обрабатываемой заготовке дополнительные сдвиговые деформации. Работа такого устройства обеспечивает одновременное обжатие заготовки с четырех сторон.



Для удобной работы с использованием штатного инструмента пресса без снятия верхнего бойка и без крепления к подвижной траверсе освоена конструкция ковочного блока с пружинным подъемом верхнего корпуса, а соответственно и разведением бойков.

Такая конструкция ковочных блоков успешно используется на некоторых предприятиях. Оригинальная конструкция боковых направляющих обеспечивает не только центрирование верхнего корпуса блока относительно нижнего и ползунов относительно корпусов, но и разведение ползунов с закрепленными на них боковыми бойками без использования каких-либо дополнительных механизмов. За счет этого обеспечивается компактность устройства и его высокая надежность в работе.

Использование FDFD позволяет:

- ❑ Увеличить производительность ковки в 1,5-3 раза по сравнению с ковкой двумя бойками.
- ❑ Увеличить выход годного металла на 8-15%.
- ❑ Уменьшить в 2-2,5 раза допуски на поковки и в 1,5 раза припуски на механическую обработку, что дает экономию 40-50 кг металла на 1т поковок.
- ❑ Уменьшить затраты электроэнергии при протяжке на 30-40%.
- ❑ Уменьшить расход газа на нагрев металла на 25-30% в результате исключения дополнительных подогревов.
- ❑ Улучшить изотропность металла и его физико-механические свойства.
- ❑ Расширить марочный и профильный сортамент поковок.
- ❑ Обработать малопластичные марки сталей и сплавов, не поддающиеся традиционным технологиям ковки.

Основные характеристики процесса ковки:

Материалы для ковки

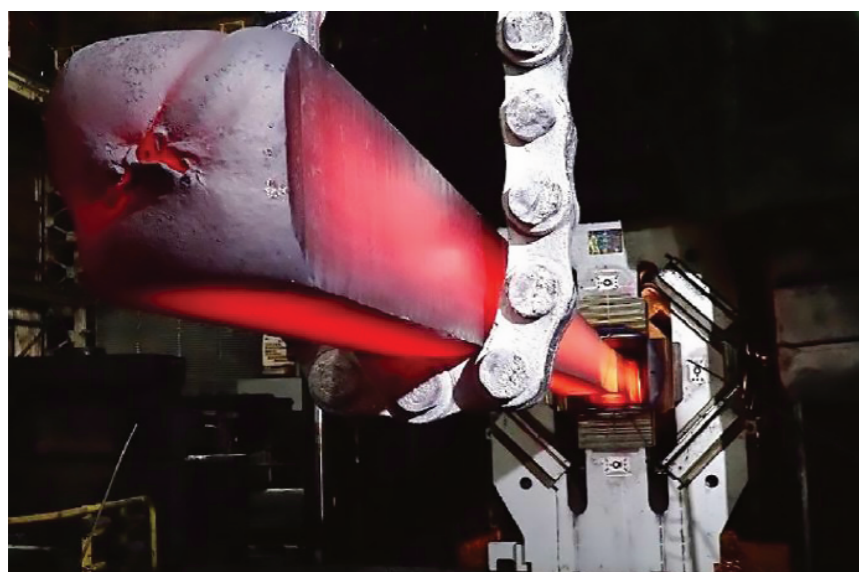
- ❑ - Все типы сталей от углеродистых до высоколегированных, включая труднодеформируемые
- ❑ - Специальные сплавы – жаростойкие, жаропрочные, прецизионные и др.
- ❑ - Все ковкие металлы и сплавы (черные и цветные, например титан, цирконий, алюминий)

Формы заготовок

- ❑ Все типы и размеры слитков
- ❑ Заготовки сплошные и полые
- ❑ Прокат

Формы получаемых поковок

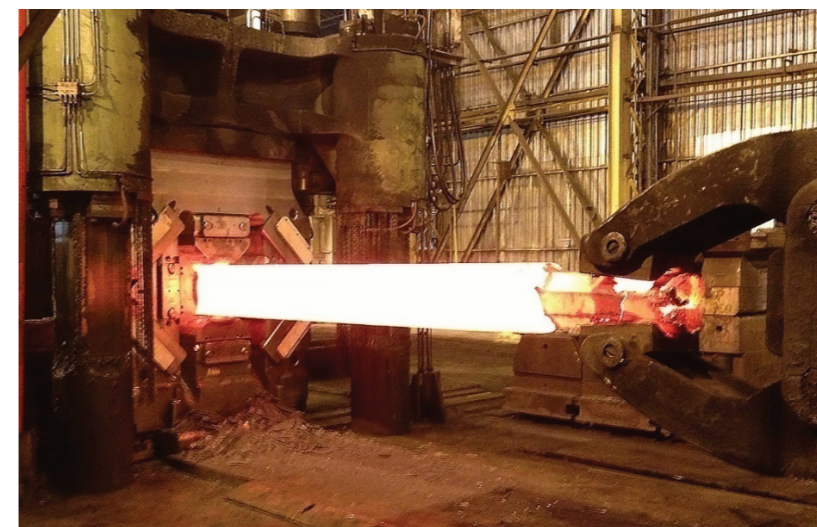
- ❑ Круг, квадрат, прямоугольник
- ❑ - Прутки полигонального сечения
- ❑ - Ступенчатые валы
- ❑ - Полые поковки, в том числе ступенчатые



FDFD с бойками для получения поковок квадратного сечения и с бойками для получения поковок круглого поперечного сечения на прессе ус. 30 МН (Япония)

Дополнительные сведения о четырехбойковых ковочных устройствах можно получить из следующих публикаций:

1. Технологии, машины и устройства для ковки четырьмя бойками : монография / В. А. Лазоркин, Д. В. Лазоркин. – 2-е издание, переработанное и дополненное.-Запорожье : СТАТУС, 2023–352с.
2. V. A. Lazorkin, N. P. Petrov / Proc. 16th IFM 2006, Oct. 15-19, Cutlers Hall, Sheffield, UK, p. 269 – 276.
3. V. Lazorkin, Y. Melnikov./ Proc. 18th IFM 2011, Sept. 12 - 15, Pittsburgh, PA, USA. p. 326 – 332.
4. V. Lazorkin, D. Lazorkin ./ Proc. 19th IFM 2014, Sept. 29 – Oct. 3, TokyoBay Area, Japan. p. 210 – 214.
5. J. R. Gonzalez, P. F. David, J. Cordon, J. M. Llanos. FEM simulation of the new radial forging device process at Sidenor. Proc. 17th IFM 2008, Nov. 3-7 Santander, Spain, p. 237-243.
6. V.A. Lazorkin, D.V. Lazorkin. Four-die forging devices in primary metal production. Kovarenstvi. Rijen 2015/55, с. 26-30.
7. V. Lazorkin, D. Lazorkin , S. Kuralekh. New design solutions of forging devices (FDFD) and open-die forging technologies. Proc. 20th IFM 2017, Sept. 15-19, Congress Graz, Austria, p. 476-485.
8. Roberto Tiburcio C. Frota Junior, Gustavo Acarine De Campos, Paulo Augusto Morais De Oliveira, Gerson Graciano. Comparison between four die forging device and conventional forging processes of cold work tool steel. Proc. 20th IFM 2017, Sept. 15-19, Congress Graz, Austria, p. 545-553.
9. Masaki Todokoro, Akihiro Aoyama, Shinji Tanaka, Yasuyuki Kumagai, Viktor Lazorkin, Dmitriy Lazorkin. Improving the Efficiency of the Round Bar Forging Process by Four Die Forging Device (FDFD). Japan Steel Works (JSW) technical report No. 72 (2021.11).
10. V. Lazorkin, D. Lazorkin, R. Onischenko, S. Kuralkh. New Design Solutions of Four-Die Forging Devices (FDFDs) and Their Technological Capabilities. FIA Magazine I November 2020, p. 110-116.



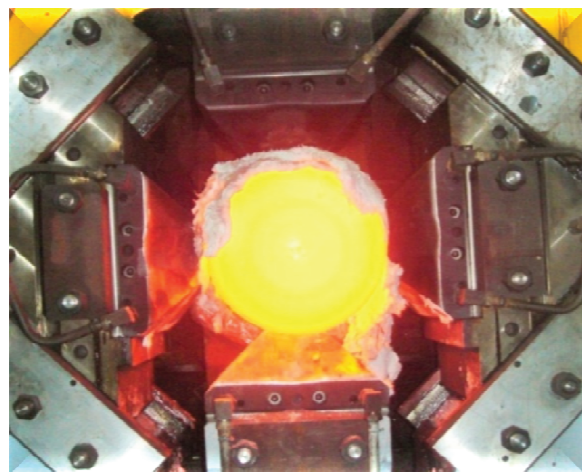
Ковка слитка из нержавеющей стали в FDFD на прессе ус. 30МН (Бразилия)



Патентная защита

Конструкция четырехбойкового ковочного устройства, а также технология ковки четырьмя бойками защищены более чем 70-ю патентами, а именно:

1. Европейский Патент № 2540411 B1.
2. Патент США № 9283614 B2.
3. Патент Японии № 7037140.
4. Патент Республики Корея № 10 – 2209657.
5. Патент Республики Корея № 10 – 2308882.
6. Патент Республики Корея № 10 – 1189333.
7. Патент Китая № 799397 от 24.01.2007г. Четырехбойковое ковочное устройство.
8. Бразильская патентная заявка № BR 11 2013 014955 A2.
9. Патент Германии № 602011029473.3.
10. Патент Украины № 95431 от 16.12.2010, Четырехбойковое ковочное устройство для ковочных прессов.
11. Патент Украины № 98409 от 14.02.2011, Способ изготовления поковок.
12. Патент Украины № 101909 от 05.03.2012, Способ замены бойков в ковочном устройстве.
13. Патент Украины № 118068 Четырехбоковое ковочное устройство.
14. Патент Украины № 125676 Четырехбойковое ковочное устройство для ковочных прессов.
15. Патент Украины № 125131 Четырехбойковое ковочное устройство для ковочных прессов.
16. Патент Украины № 102329 Четырехбойковое ковочное устройство



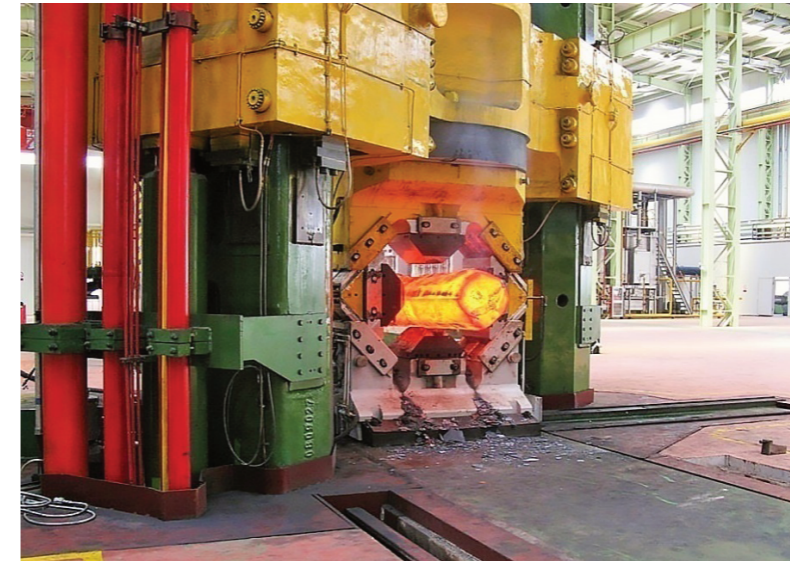
Ковка жаропрочного сплава в FDFD на прессе ус. 25 МН



Ковка поковки квадратного сечения в FDFD на прессе ус. 30 МН (Япония)

Оборудование для использования FDFD

- ❑ Все типы гидравлических ковочных прессов усилием от 2 до 150 МН
- ❑ Все типы автоматизированных ковочных комплексов

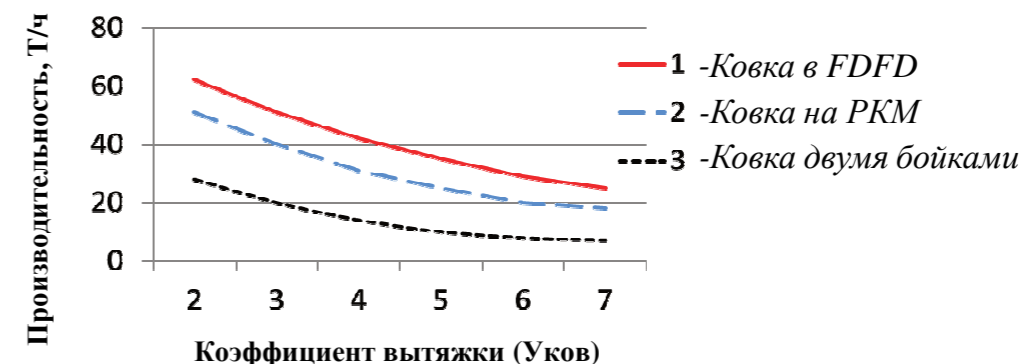


Использование ковочного блока на гидравлических прессах ус. 25МН и 45МН (Китай)

Производительность

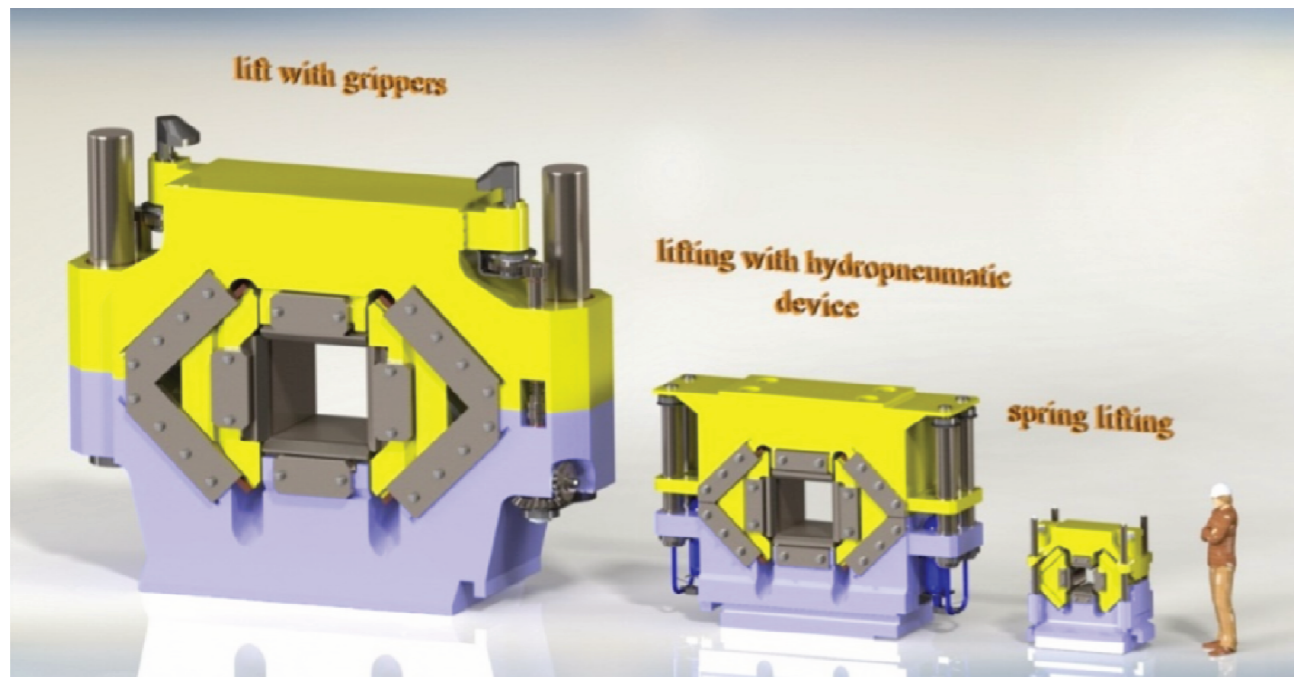
При ковке двумя бойками (по традиционной технологии) после каждого обжатия появляется значительное боковое уширение металла, за счёт чего существенно снижается интенсивность вытяжки заготовки в направлении её продольной оси. Это приводит к необходимости выполнять дополнительные кантовки и обжатия заготовки для получения поковки требуемого поперечного сечения и длины.

За счёт четырёхстороннего обжатия заготовки в FDFD боковое уширение металла отсутствует или минимально. Поэтому требуется меньше циклов обжатий и кантовок заготовки. Это приводит к повышению производительности процесса ковки. При деформации в ковочном блоке остывание заготовки происходит значительно медленнее, чем при традиционной ковке двумя бойками, за счёт интенсивного деформационного разогрева заготовки. Это в свою очередь приводит к уменьшению дополнительных подогревов заготовки, и следовательно, к сокращению цикла производства.

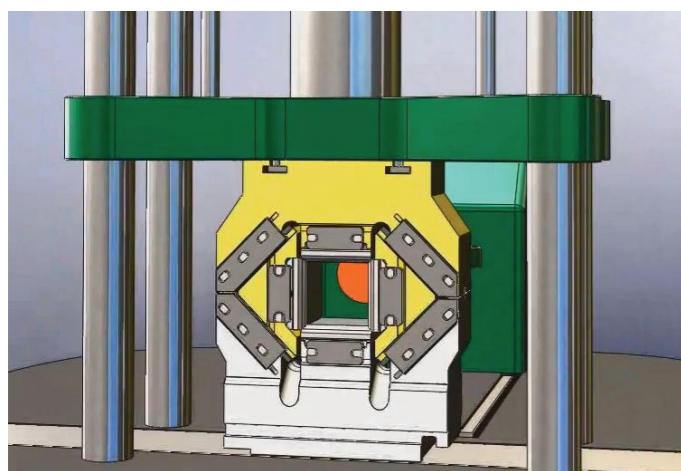


Варианты конструкций FDFD

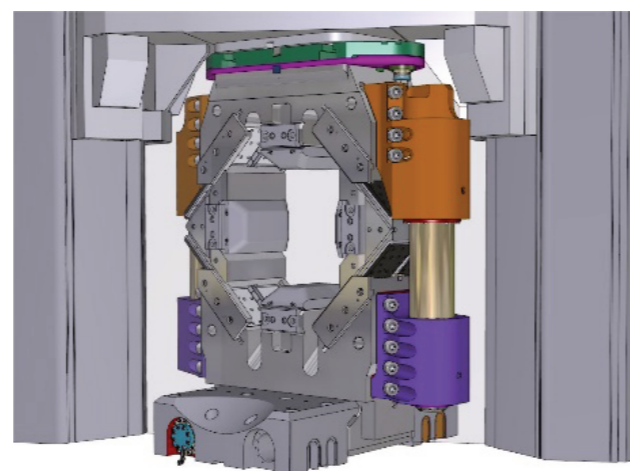
Конструкции FDFD могут быть разными и зависят от конструкции пресса, размеров слитков (заготовок), а также размеров и формы получаемых готовых поковок. Компания Lazorkin-Engineering предлагает оптимальный вариант ковочного устройства в зависимости от технологического процесса заказчика.



Варианты FDFD со специальными зацепами, с гидроневматическим механизмом подъема и с пружинным подъемом подвижных частей



Конструкция FDFD с креплением непосредственно к плите траверсы пресса



Конструкция FDFD усиленная специальными направляющими колоннами для прессов с большими зазорами в направляющих вкладышах и перекосом подвижной траверсы

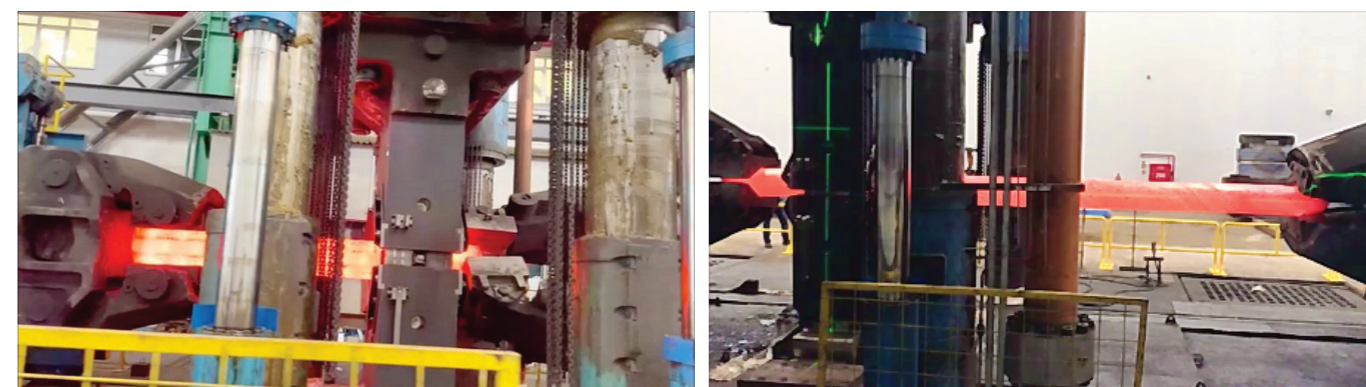
Индивидуальный подход



FDFD на прессе ус. 45 МН (Китай)

Четырехбойковые ковочные устройства разрабатываются индивидуально для каждого пресса, исходя из его конструкции, технической характеристики, условий эксплуатации, а также номенклатуры и материала исходных слитков (заготовок) и изготавливаемой продукции.

Наибольший эффект от применения четырехбойковых ковочных блоков может быть достигнут при использовании их на автоматизированных ковочных комплексах. Автоматизированные ковочные комплексы позволяют производить ковку с использованием четырехбойковых ковочных блоков в изотермических условиях, что существенно улучшает качество металла поковок. Наибольшая эффективность эксплуатации FDFD достигается на прессах с двумя манипуляторами.



Ковка в FDFD на прессе ус. 40 МН с двумя манипуляторами (Турция)

По лицензионному договору компания Lazorkin-Engineering разрабатывает FDFD на любой ковочный пресс, поставяет полный комплект конструкторской документации на это устройство и оказывает помощь при изготовлении и освоении устройства на предприятии заказчика.

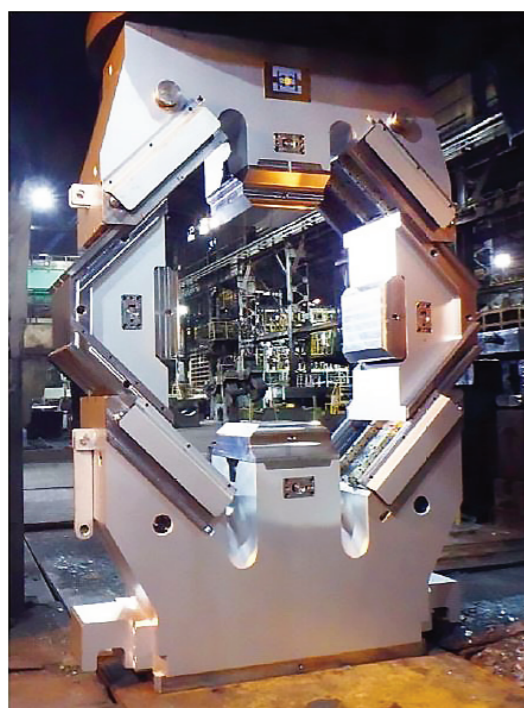
Кроме того, мы разрабатываем оптимальные технологии ковки всей номенклатуры слитков заказчика и оказываем помощь при освоении этих технологий.

Изготовление FDFD

Изготовление четырехбойкового ковочного устройства возможно на предприятиях – партнерах нашей компании. Такими компаниями являются Officine Meccaniche Zanetti (OMZ) Италия и Japan Steel Works (JSW) Япония, имеющие опыт изготовления FDFD для гидравлических ковочных прессов различных конструкций.



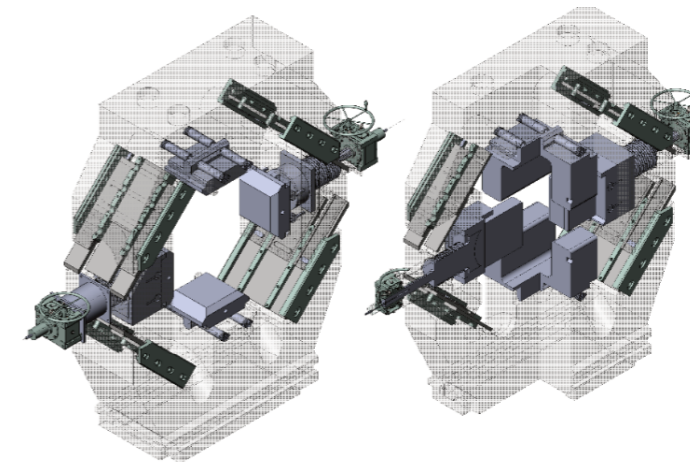
FDFD изготовленные в OMZ для прессов ус. 30 МН и 40 МН



FDFD изготовленное в JSW для пресса ус. 30 МН

Компания-изготовитель предоставляет заказчику все соответствующие сертификаты (химический анализ материалов, механические свойства, неразрушающий контроль, контроль размеров), производит контрольную сборку, проверку, упаковку и доставку в любую точку мира, а также сборку и испытание устройства на предприятии заказчика.

Для получения поковок прямоугольного сечения в широком диапазоне размеров, разработана специальная конструкция ковочного устройства с регулировкой межбойкового рабочего пространства.



FDFD для получения поковок круглого, квадратного и прямоугольного поперечного сечения

Механизм быстрой смены бойков позволяет менять одновременно комплект бойков в течении 10-15 минут.



a)

b)

c)

Быстрая смена бойков в FDFD на прессе ус. 22 МН (Корея)

Система крепления непосредственно к верхнему бойку пресса позволяет менять FDFD в течение 3 минут.



a)

b)

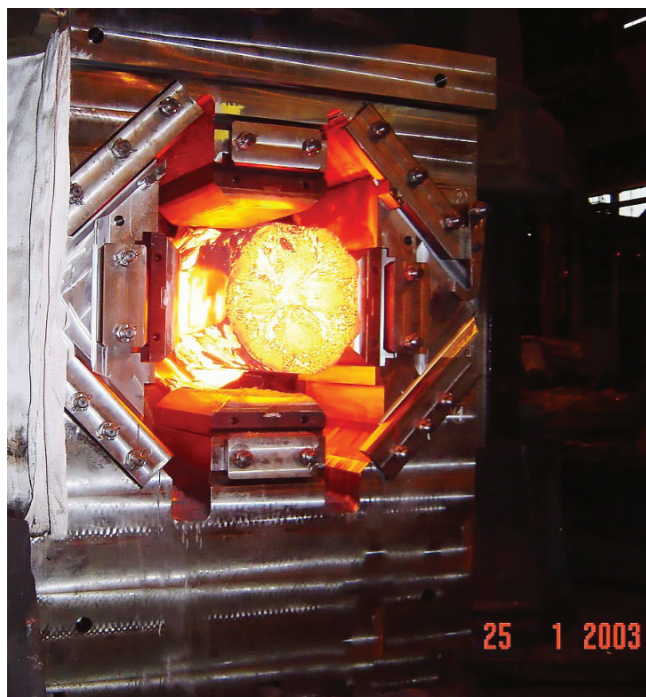
c)

Быстрая смена FDFD на прессе ус. 22 МН (Корея)

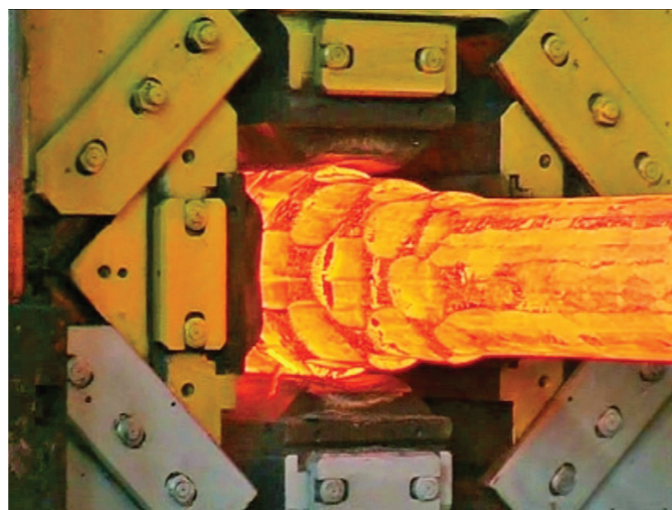
Качество металла

Четырёхсторонняя схема обжатия в ковочном блоке обеспечивает сжимающие напряжения в поперечном сечении заготовки, что позволяет деформировать малопластичные труднодеформированные стали и сплавы. По этому признаку ковка в ковочных блоках на прессе имеет сходство с ковкой на радиально-ковочных машинах (РКМ). Кроме того, ковка в четырехбойковом ковочном блоке позволяет проработать (продеформировать) литую структуру металла одинаково хорошо по всему поперечному сечению поковки.

В FDFD бойки кроме движения в радиальном направлении, как это имеет место в РКМ, перемещаются также и в тангенциальном направлении, за счёт чего создаются дополнительные сдвиговые деформации в поперечном сечении заготовки. Благодаря этому, а также за счёт увеличенных единичных обжатий заготовки достигается глубокая проработка литой структуры металла. При изготовлении в ковочном блоке поковок из различных конструкционных легированных, инструментальных и нержавеющей сталей, а также прецизионных, жаропрочных и жаростойких сплавов, дефекты в виде пористости в материале поковки отсутствуют, а качество металла поковок полученных ковкой в блоке выше качества металла поковок полученных ковкой на многих используемых в настоящее время РКМ.



FDFD на прессе ус. 25 МН (Испания)



FDFD на прессе ус. 30 МН (Китай)

Длительная эксплуатация ковочных устройств в промышленных условиях на различных ковочных прессах показала высокую надежность разработанной конструкции устройства

По состоянию на 2023 год на промышленных предприятиях установлено около 30 четырехбойковых ковочных устройств. На ВСМПО-АВИСМА (Верхняя Салда) в настоящее время эксплуатируются сразу три подобных устройства. Два устройства на прессе усилием 20 МН и одно на прессе усилием 25 МН.

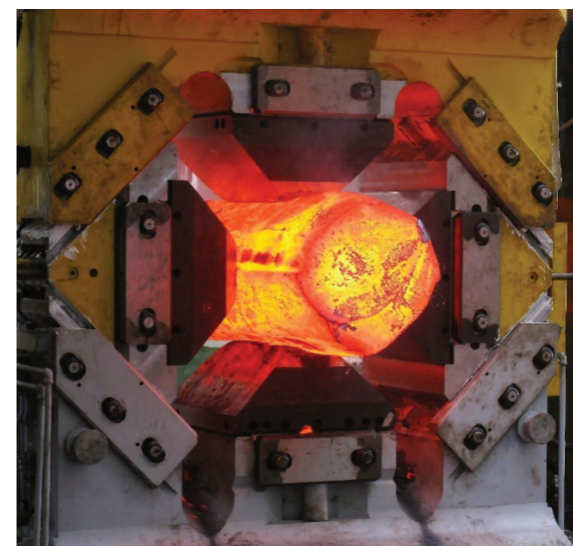
Четырехбойковые ковочные устройства работают в Украине, Германии, Испании, Италии, Бразилии, Индии, России, Китае, Южной Корее, Японии и Турции на прессах усилием от 5МН до 120МН.



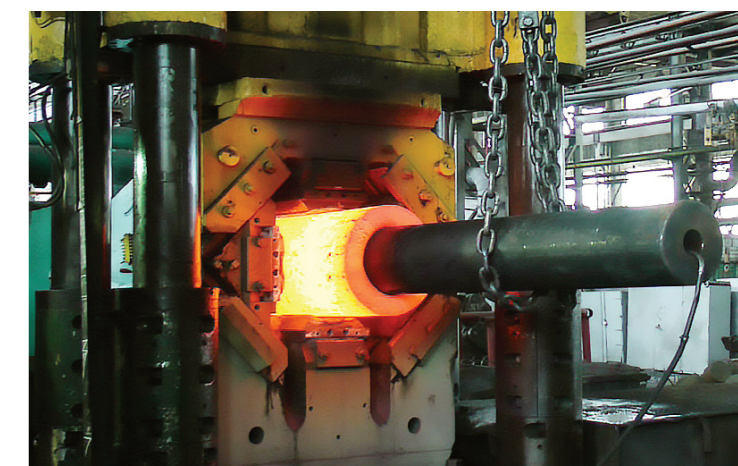
FDFD на прессе ус. 25МН дляковки заготовок из титана



Ковка слитка из высоколегированной нержавеющей стали в FDFD на прессе ус. 30 МН (Италия)



FDFD на прессе ус. 30 МН (Китай)



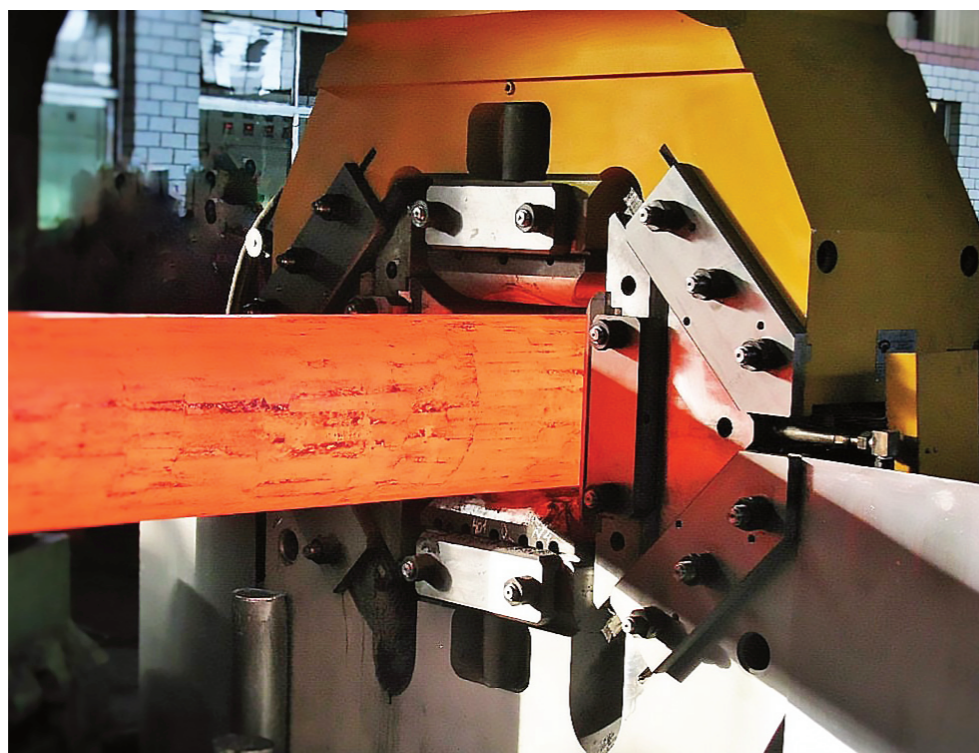
Ковка трубы в FDFD на прессе ус. 25МН

Экономическая эффективность процесса

При расчёте экономического эффекта от использования ковочного блока при изготовлении поковок из стали 4X5МФС на прессе силой 25 МН учитывали реальные параметры технологии, обеспечивающие:

- Повышение производительности процесса ковки в 2 раза.
- Увеличение выхода годного металла на 9%.
- Уменьшение припусков на механическую обработку поковок в 1,5 раза, что позволило сэкономить 40 кг металла на 1 т поковок Ø 300-400мм.

Экономическая эффективность составила более 300\$ на тонну поковок.



Получение поковок с минимальными припуском под механическую обработку в ковочном блоке на прессе ус. 30 МН (Китай)

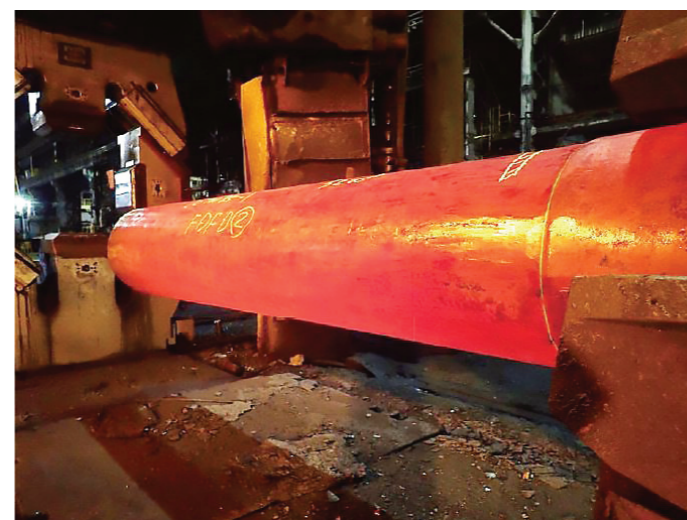
При более точном расчёте экономической эффективности ковочных блоков необходимо учесть:

- Снижение энергозатрат при нагреве металла (газ или электроэнергия).
- Снижение энергозатрат при ковке (электроэнергия).
- Уменьшение трудоёмкости затрат электроэнергии при обдирке поковок за счёт уменьшения снимаемого слоя металла.

С учётом этих статей экономический эффект существенно увеличится.

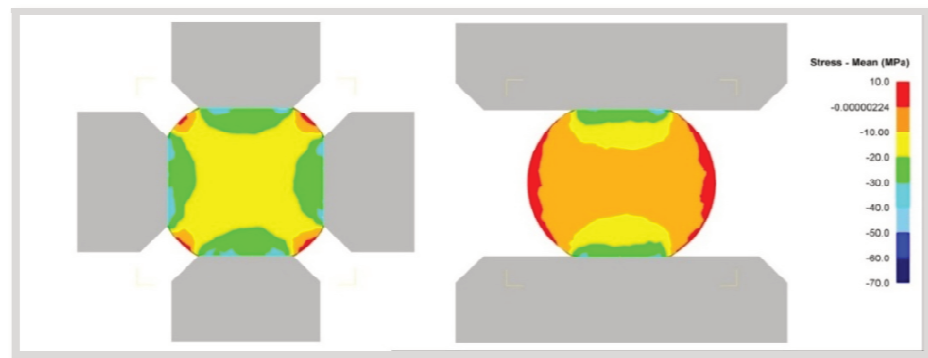
Точность поковок

Ковка в FDFD позволяет получать поковки различных размеров по точности, приближающейся к заготовкам, полученных на прокатных станах.

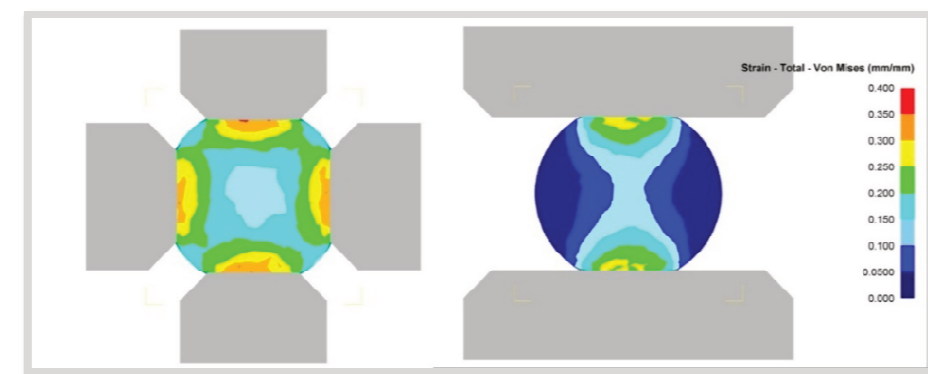


Готовые поковки, полученные в FDFD

Технология



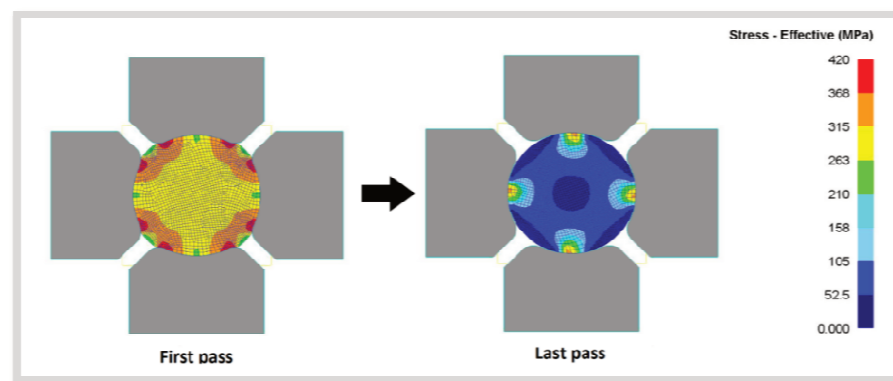
Напряжения при ковке четырьмя и двумя бойками



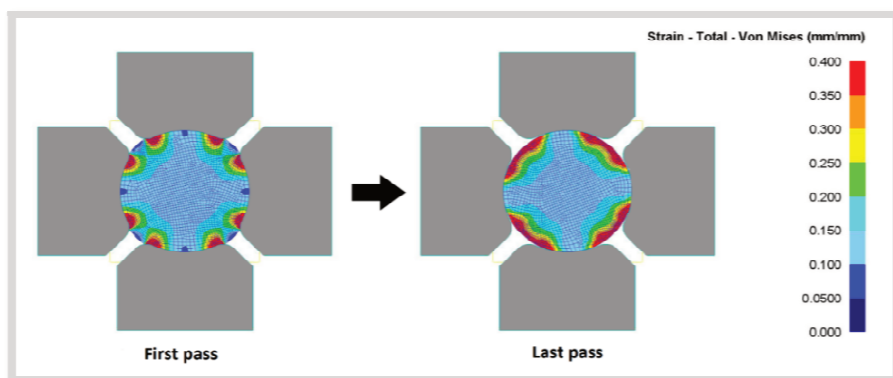
Деформации при ковке четырьмя и двумя бойками

Технология ковки в ковочных блоках позволяет обеспечить допуски $\pm 0.8-2.0$ мм в зависимости от размера поперечного сечения поковки. Для этого технологией предусмотрена калибровка поковок в бойках специальной конструкции, либо ковка в специальном калибровочном блоке после ковки в черновом блоке без дополнительного подогрева заготовок.

Калибровка поковок может осуществляться бойками с плоскими рабочими поверхностями или вырезными бойками. При калибровке четырьмя вырезными бойками производительность процесса увеличивается на 40–60 % по сравнению с калибровкой четырьмя бойками с плоскими рабочими поверхностями.



Напряжения при калибровке четырьмя бойками



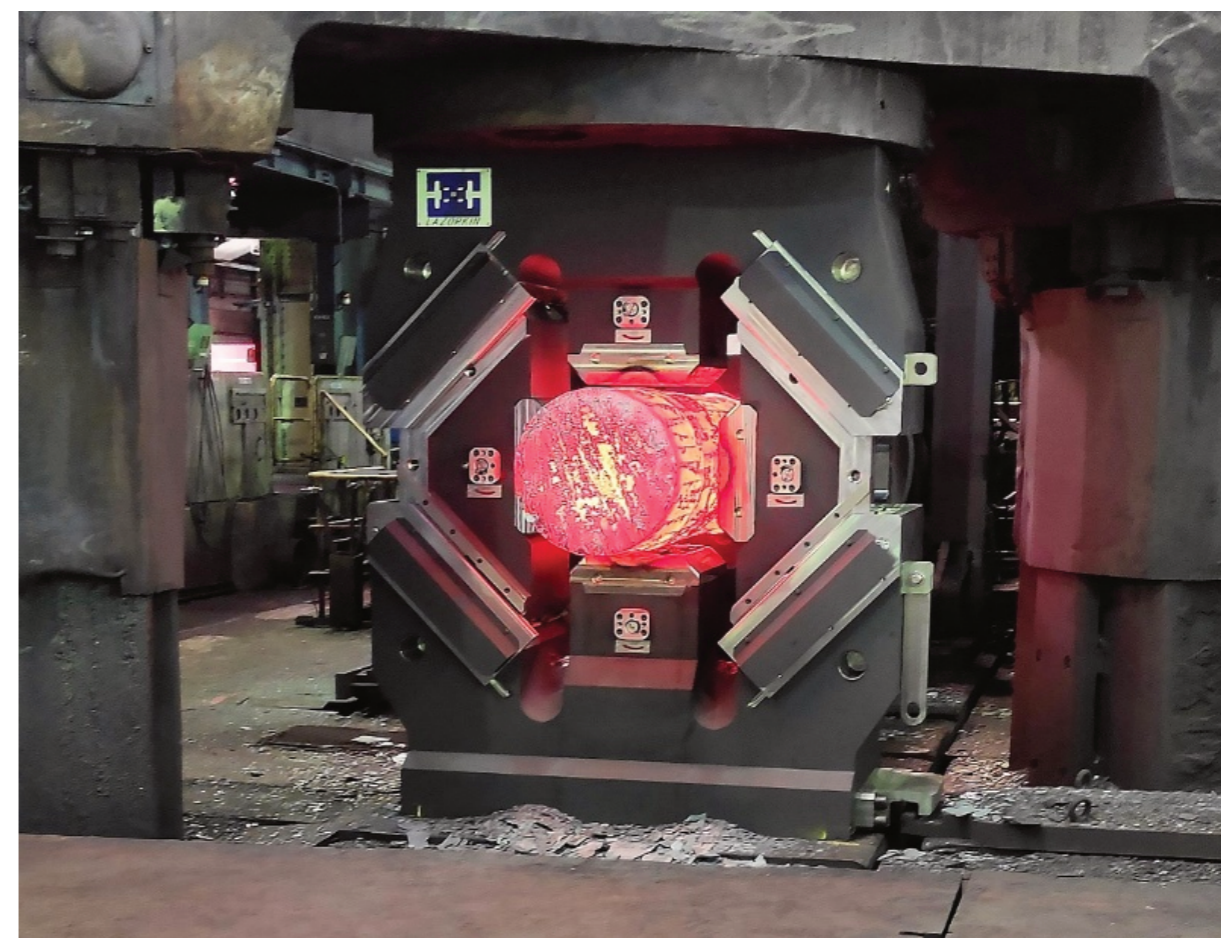
Деформации при калибровке четырьмя бойками

Экономия металла

Четырёхсторонняя схема обжатия в FDFD с бойками специальной конструкции обеспечивает сжимающие напряжения в периферийной кольцевой зоне заготовки, что позволяет проводить ковку без поверхностных дефектов. За счёт этого уменьшается съём бракованного поверхностного слоя металла при адьюстажной обработке, что увеличивает выход годного металла. Кроме того, уменьшение количества дополнительных подогревов металла приводит к меньшему его угару, что также приводит к повышению выхода годного металла а, следовательно, к его экономии.

Энергозатраты

Энергозатраты при ковке в четырехбойковом ковочном блоке, по сравнению с традиционной ковкой двумя бойками на прессе, уменьшаются за счет более экономичного способа ведения ковки, при котором практически отсутствует боковое уширение металла, а весь деформируемый объем металла перемещается при каждом единичном обжатии в направлении продольной оси заготовки. Энергозатраты при нагреве заготовок уменьшаются за счет сокращения дополнительных подогревов заготовок.



FDFD на прессе ус. 30МН (Япония)

В таблице приведены примеры получения поковок по традиционной технологии ковкой двумя бойками (№1) и по технологии ковки в FDFD (№2).

По известной технологии ковку на ковочном прессе осуществляют вначале двумя плоскими бойками, затем плоские бойки убирают из рабочего пространства пресса, устанавливают два вырезных бойка и калибруют в них поковку (Технология №1). В процессе ковки слитка двумя плоскими бойками заготовка быстро остывает ниже допустимого интервала ковочных температур и поэтому ее после 9-го прохода отправляют на дополнительный подогрев. Ковка слитка массой 4300 кг выполняется за 23 прохода, а время ковки слитка по традиционной технологии (без учета времени на дополнительный подогрев и смену бойков) составляет 1195 секунд.

При ковке в FDFD (Технология №2) количество проходов составляет 11, а время ковки – 587 секунд, что в два раза меньше, чем при ковке двумя бойками. При этом не требуется дополнительный подогрев заготовки и не требуется замена бойков при калибровке, так как и при черновой ковке (проходы 1-9) и при калибрующей ковке (проходы 10,11) используют один комплект бойков с вогнутыми рабочими поверхностями .

Поэтому, сравнение двух методов ковки для слитков и заготовок доказывает явное преимущество метода ковки в FDFD по сравнению с традиционной ковкой двумя бойками.

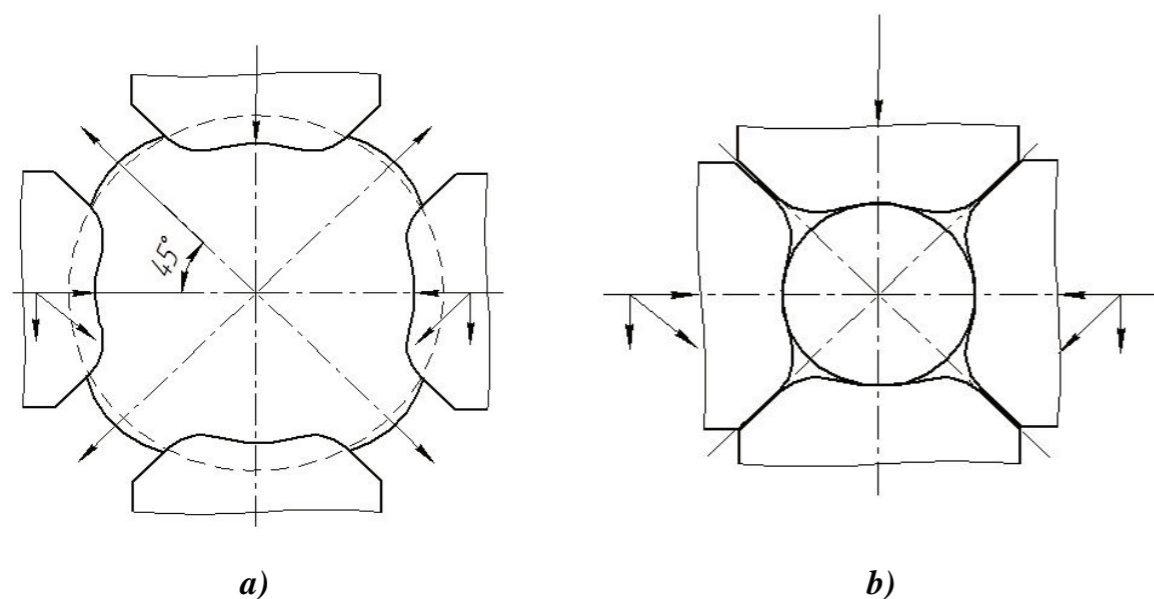
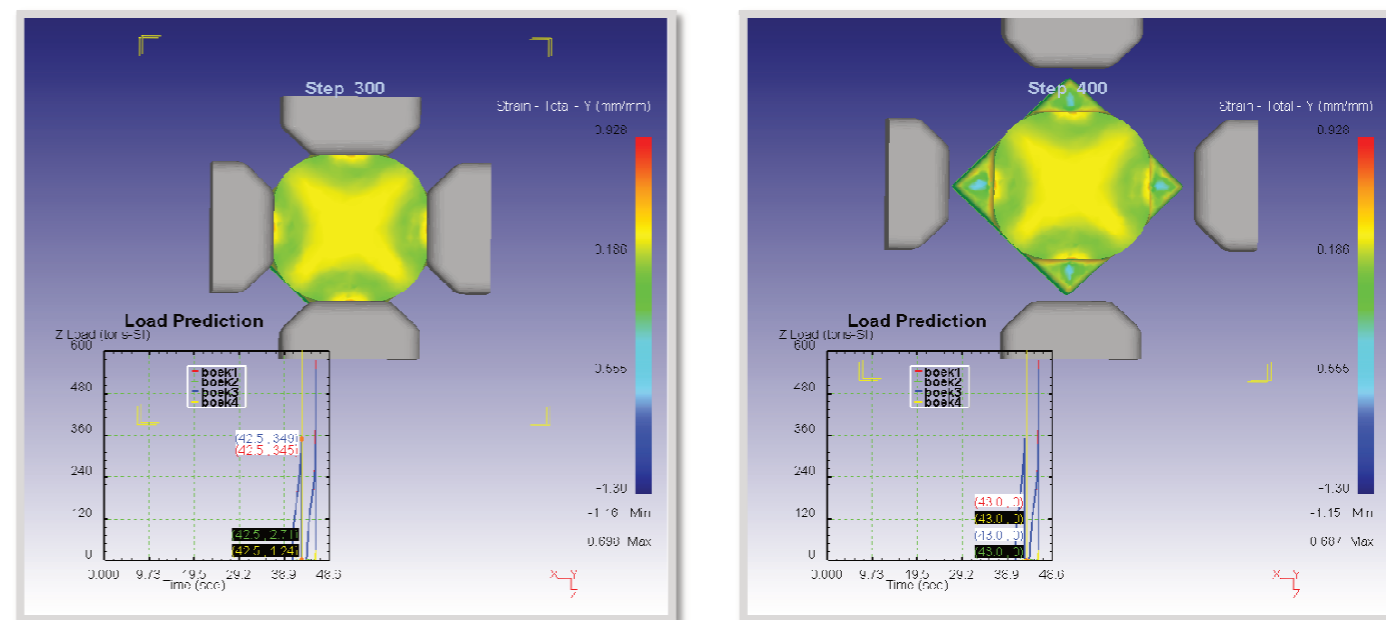


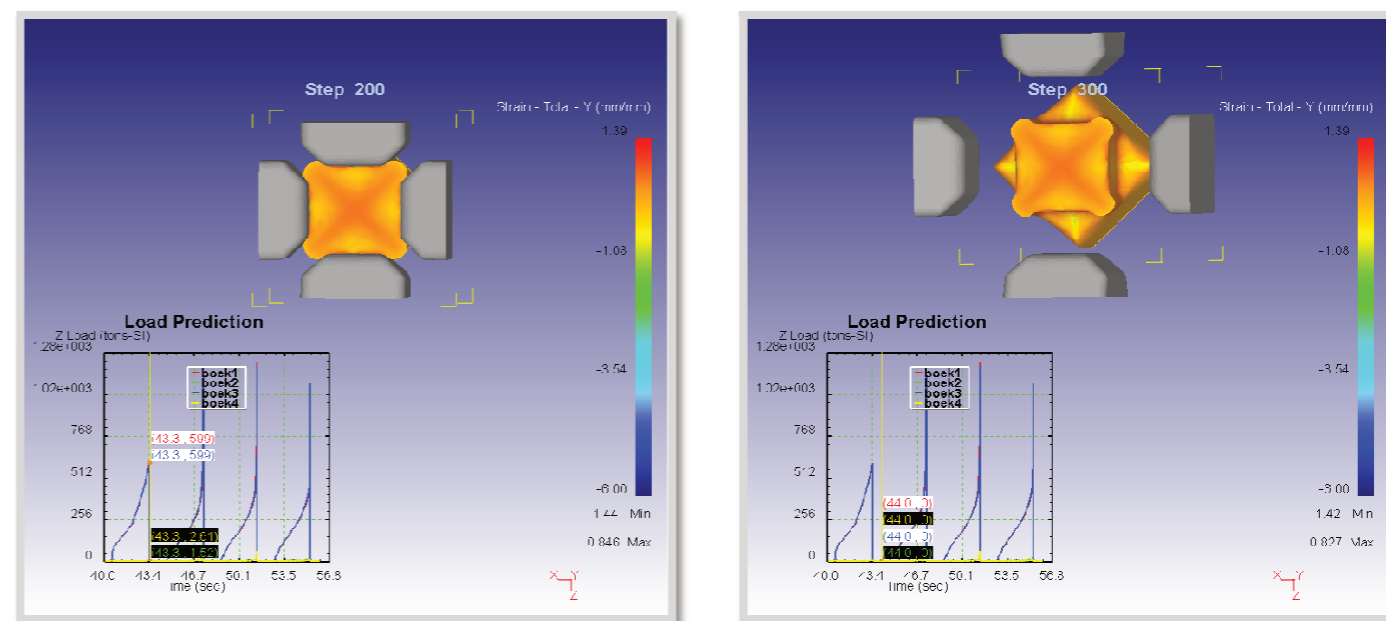
Схема обжатия заготовки при черновой ковке (а) и при калибрующей ковке (b) в FDFD бойками с вогнутыми рабочими поверхностями.

Исследование процессов ковки методом конечных элементов

Анализ различных технологий, используемых для получения поковок двумя бойками, четырьмя бойками на РКМ и четырьмя бойками в FDFD, проводится методом конечных элементов с помощью компьютерной программы *DEFORM-3D*, предназначенной для анализа трехмерного (3D) поведения металла при различных процессах обработки давлением.



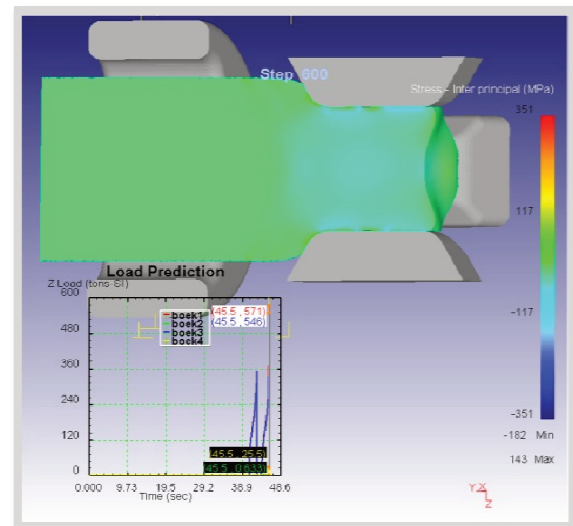
Ковка слитка в FDFD без вытеснения металла между бойками (Деформация)



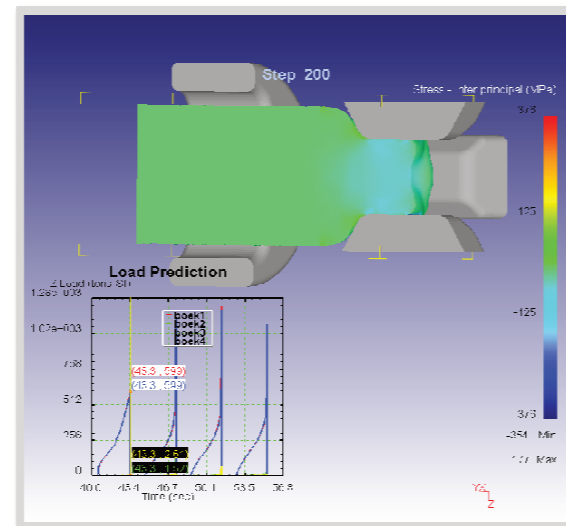
Ковка слитка в FDFD с вытеснением металла между бойками (Деформация)

Сравнительный анализ восьми разных технологий ковки равновеликих слитков с помощью метода конечных элементов показал, что:

1. В отличие от ковки двумя бойками, при ковке в FDFD преобладают, в основном, сжимающие напряжения. При этом, схема распределения напряжений при ковке в FDFD более благоприятная не только по сравнению с ковкой двумя бойками, но и по сравнению с ковкой на РКМ.
2. Показано, что при ковке в FDFD с вытеснением металла между бойками максимальные продольные и поперечные сжимающие напряжения в осевой зоне заготовки существенно (в 2 – 2,8) раза превышают максимальные сжимающие напряжения при ковке не только двумя бойками, но и при ковке в FDFD таких же заготовок без вытеснения металла между бойками.
3. Выполненные расчеты показателей поврежденности металла по методике Cockroft & Latham, показали, что разрушение металла в заготовке, полученной по технологии ковки двумя бойками произойдет значительно быстрее, чем при ковке по технологиям в FDFD.
4. Показано, что наибольшие значения главные деформации достигаются при ковке в FDFD с вытеснением металла между бойками. Таким образом, процесс ковки в FDFD позволяет создать лучшие условия для деформационной проработки металла, по сравнению с ковкой двумя бойками и ковкой на РКМ.
5. При ковке по технологиям в FDFD происходит значительный деформационный разогрев металла, что позволяет ковать слитки либо без дополнительного подогрева, либо с меньшим количеством дополнительных подогревов.



Ковка слитка в FDFD без вытеснения металла между бойками (Напряжения)



Ковка слитка в FDFD с вытеснением металла между бойками (Напряжения)

Примеры технологий получения поковок двумя бойками (№1) и четырьмя бойками в FDFD (№2).

№	Шаг	Тип инструмента (бойков)	Движение манип-ра	Ø нач., мм	Ø кон., мм	Подача манипулятора, мм	Поворот манип-ра (после прохода) °	Поворот манип-ра (после обжатия) °	Доп. подогрев	T, °C	Время сек.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	Плоские	Прямое	600	530	200	0	0		1240	15
	2	Плоские	Прямое	530	530	200	90	0			18
	3	Плоские	Прямое	550	470	240	90	0			17
	4	Плоские	Прямое	550	470	240	90	0			20
	5	Плоские	Прямое	490	400	240	90	0			25
	6	Плоские	Прямое	490	400	240	90	0			30
	7	Плоские	Прямое	420	350	240	90	0			34
	8	Плоские	Прямое	420	350	240	90	0			41
	9	Плоские	Прямое	370	300	240	90	0			44
	10	Плоские	Прямое	370	300	240	90	0	Да		47
	11	Плоские	Прямое	320	278	240	90	0			51
	12	Плоские	Прямое	320	278	240	90	0			53
	13	Плоские	Прям.+Пов.	305	278	260	90	0			48
	14	Плоские	Прямое	395	335	260	0	0			52
	15	Плоские	Прямое	395	335	260	90	0			56
	16	Плоские	Прямое	345	278	260	90	0			58
	17	Плоские	Прямое	345	278	260	90	0			60
	18	Плоские	Прям.+Пов.	300	278	260	90	0			45
	19	Плоские	Прям.+Пов.	300	278	260	45	0			46
	20	Плоские	Прям.+Пов.	300	278	260	90	0			46
	21	Круг 290	Прям.+Пов. Калибровка	300	278	50	0	45			114
22	Круг 290	Прям.+Пов. Калибровка	283	278	50	0	40			114	
23	Круг 290	Прям.+Пов. Калибровка	283	278	35	0	35			890	160
Всего											Σ 1195
2	1	FDFD	Прямое	600	560	330	0	0		1240	18
	2	FDFD	Прямое	560	520	380	45	0			18
	3	FDFD	Прямое	520	490	290	45	0			23
	4	FDFD	Прямое	490	450	300	45	0			27
	5	FDFD	Прямое	450	420	280	45	0			32
	6	FDFD	Прямое	420	360	250	45	0			44
	7	FDFD	Прямое	360	340	300	45	0			42
	8	FDFD	Прямое	340	285	260	45	0			66
	9	FDFD	Прямое	340	285	370	45	0			44
	10	FDFD	Прям.+Пов. Калибровка	285	275	50	0	45			114
	11	FDFD	Прям.+Пов. Калибровка	285	275	35	0	35			900
Всего											Σ 587

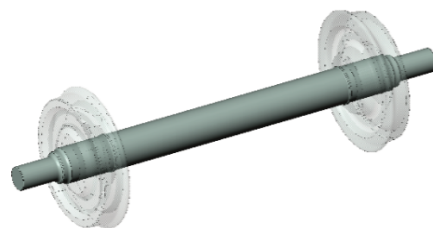
Оси железнодорожных вагонов и тепловозов



Разработана и освоена технология получения точных поковок для осей железнодорожных вагонов и тепловозов высокой производительности ковкой на ковочных прессах в FDFD.

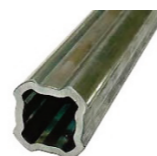
Технология обеспечивает:

- получение поковок переменного поперечного сечения с минимальными припусками на механическую обработку;
- равномерную мелкозернистую структуру металла за счет интенсивной пластической деформации в FDFD;
- припуски на механическую обработку 10 – 12 мм ;
- допуски на диаметры +2 / -1 мм;
- повышение производительности на 70–100% по сравнению с традиционной ковкой на прессах или молотах.



Колесная пара железнодорожного вагона

Полые изделия квадратного, прямоугольного и другого сложного поперечного сечения



Разработаны и внедрены технологии получения полых изделий квадратного, прямоугольного и других сложных поперечных сечений с использованием ковочных прессов с FDFD.

Для получения этих изделий используют трубную заготовку или трубу определенного диаметра, полученную по любой известной технологии.

Формирование требуемого профиля изделия осуществляют на ковочном прессе в FDFD с использованием специального инструмента и разработанных режимов деформации.



Полые изделия разного поперечного сечения

Продукция



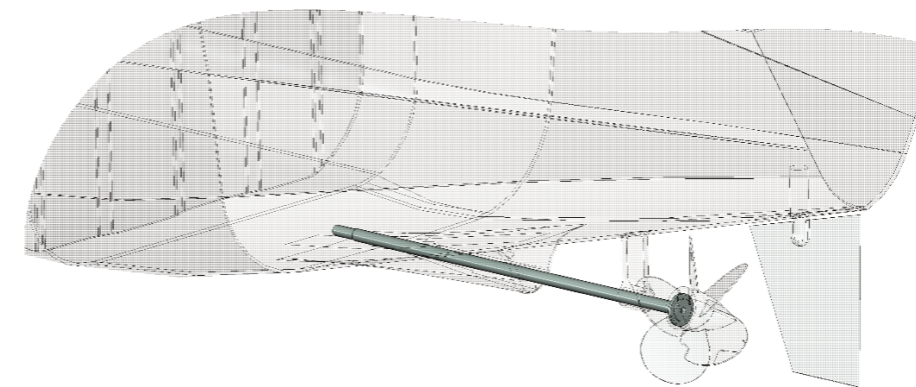
Судовые гребные и промежуточные валы. Валы ветрогенераторов



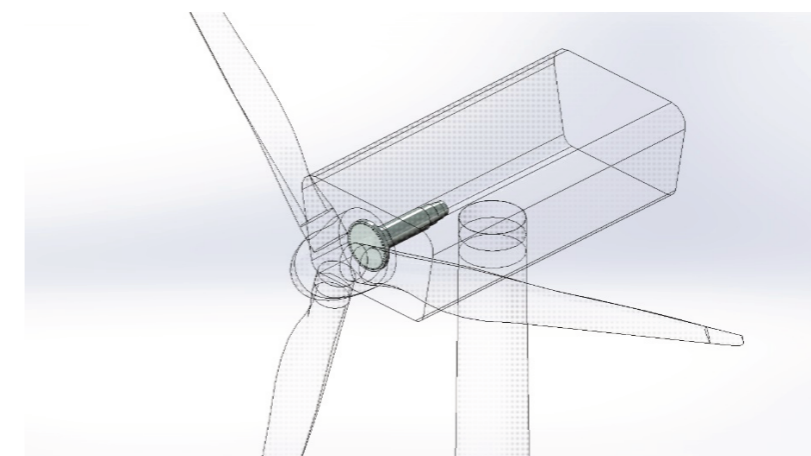
Разработаны технологии получения поковок для судовых гребных и промежуточных валов, а также для валов ветрогенераторов ковкой на ковочных прессах в FDFD.

Технологии обеспечивают мелкозернистую структуру и высокие прочностные свойства металла за счет интенсивной пластической деформации в FDFD по всему поперечному сечению и эффективного закручивания структуры (волокон) металла вокруг продольной оси поковки.

Технология получения поковок для судовых гребных и промежуточных валов внедрена на ковочном прессе усилием 25 МН и показала не только высокое качество получаемых поковок, но и повышение производительности в 2,0 – 2,3 раза по сравнению с традиционной ковкой двумя бойками. При этом весь процессковки осуществляется за один нагрев слитка.



Судовой гребной вал



Вал ветрогенератора

