

Моделирование технологии изготовления чугунного колпака скользуна

А. М. Марков¹, Д.А. Габеев¹, В. В. Каргин¹, А. В. Габеев²

¹ Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова
² ООО «Алтайский сталелитейный завод»

Аннотация: В данной работе разработана твердотельная модель колпака скользуна, изготавливаемая из чугуна чертеж ВАГР-113.00.00.006 Алтайского сталелитейного завода (АСЛЗ). Проведено моделирование конструкции отливки и технологических параметров позволяющих получать отливки без литейных дефектов.

Ключевые слова: технология, моделирование, чугунный колпак скользуна, твердотельная модель чугунного колпака скользуна.

В настоящее время среди существующих направлений модернизации тележки модели 18-100 в рамках ее модификации 18-9971, одним из перспективных вариантов рассматривается использование износостойких чугунов в качестве материала для колпака скользуна. Скользуны предназначены для гашения боковых колебаний кузова вагона, ограничения виляния тележки, повышения устойчивости движения вагона, улучшения работы и уменьшения износа подпятникового узла. Колпак скользуна является тяжело нагруженной сменяемой деталью, устанавливаемой на опору скользуна в надрессорной балке тележки грузового вагона. Его расположение в тележке модели 18-100 показано на Рисунке 1.

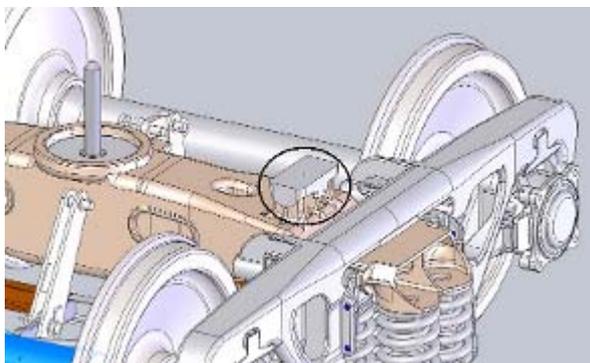


Рис. 1. – Место установки колпака скользуна на тележке

Износостойкие чугуны обладают улучшенным комплексом основных физико-механических и служебных свойств, меньшей склонностью к разрушению, а также более высоким уровнем сопротивления ударного и длительного циклического воздействия. Однако примеров применения износостойких чугунов для деталей тележки грузового вагона недостаточно.[1-2]

В результате выполнения комплекса исследований по выплавке и оценке основных характеристик была разработана новая композиция чугуна для отливки деталей тележки грузового вагона. При выпуске расплав дополнительно обрабатывается комплексным модификатором, содержащим цирконий, барий, кальций и алюминий.

Соотношение элементов установлено так, чтобы обеспечить требуемый уровень и стабильность структурных характеристик литого металла, во многом определяющих высокую работоспособность и эксплуатационную надежность детали. Результаты основных механических свойства разработанного чугуна представлены в таблице 1.

Таблица №1

Основные механические свойства разработанного чугуна.

Предел прочности при растяжении, кг/мм ²	Предел прочности при изгибе, кгс/мм ²	Предел выносливости, МПа	Твердость по Бринеллю, ед.	Сопротивление ударному разрушению, кДж/м ²
47,9	72,4	148,4	293,7	135,0

Входе испытаний подтверждено, что введение легирующих и модифицирующих добавок Ni, Mo, Zr, Ba, Ca, Al в установленных пропорциях с другими компонентами, положительно воздействует на форму, размер и дисперсность феррито-перлитной металлической матрицы, графитных и других структурных образований. Несоблюдение этих пропорций ухудшает весь комплекс основных физико-механических свойств металла. [3-5]

Анализ поверхности изломов образцов показал, что их металлическая основа перлит и феррит. Микроанализ образцов, показал, что циклическая вязкость, во многом отражающая качество литого металла и характеризующая его демпфирующую способность “поглощать” вибрацию, также существенно возрастает.[6-8]

Для изготовления чугунного колпака скользяна на основе чертежа ВАГР-113.00.00.006 Алтайского сталелитейного завода (АСЛЗ) была решена важнейшая задача по разработке твердотельной модели.

Твердотельная модель чугунного колпака скользяна

Процесс твердотельного моделирования выполняется в инструментальной среде системы автоматизированного проектирования SolidWorks [3-4].

Концептуальная модель колпака представляет собой тело в форме перевернутого четырехгранного стакана (Рисунок 2).

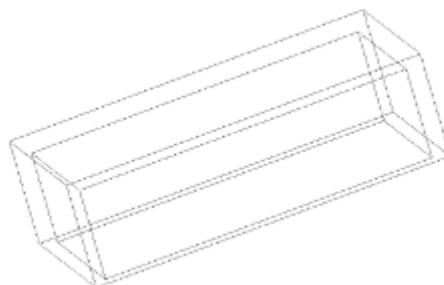


Рис. 2. - Концептуальная модель колпака

С учетом концептуальной модели детали и ее чертежа первоначально создается базовый конструктив колпака, затем к нему добавляются или удаляются из него геометрические элементы конструкции. На следующем этапе выполняется окончательное доопределение полученной конструкции элементами, определяемыми условиями производства и эксплуатации. Это элементы типа фасок, скруглений, уклонов, крепежных отверстий и т.п.

Создание модели колпака начинаем с построения призмы. Первоначально модель содержит лишь Исходную точку трехмерного модельного пространства и три координатных плоскости: Спереди, Сверху и Справа

Для начала построения выберем координатную плоскость: сверху (Рисунок 3).



Рис. 3. - Координатная плоскость сверху

В данной плоскости с помощью инструментальной панели динамического эскизера: Менеджера Элементов выполняем построение контура рабочей поверхности колпака скользя, С помощью размеров и геометрических взаимосвязей сделаем эскиз полностью определенным (Рисунок 4).

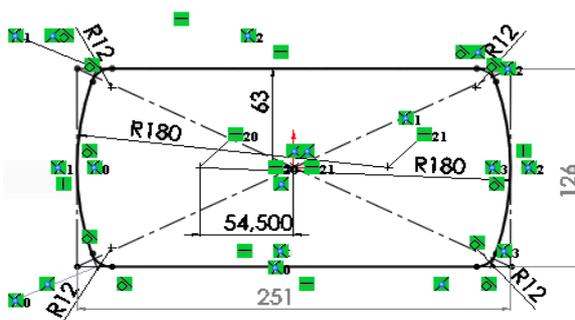


Рис. 4. – Эскиз чугунного колпака скользяна

С помощью инструмента: вытянуть, вытягиваем эскиз на расстояние 76 мм. В результате получаем модель в виде (Рисунок 5).

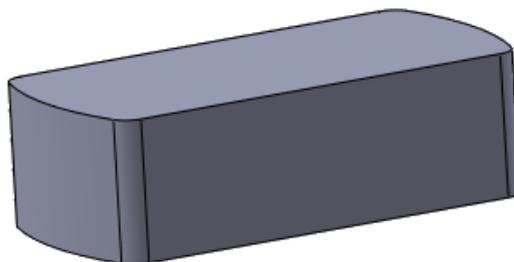


Рис. 5. – Модель с вытягиванием на 76 мм.

Затем на нижней грани строим эскиз контура, равноотстоящий от внешнего контура на толщину вертикальной стенки – 10 мм (Рисунок 6).

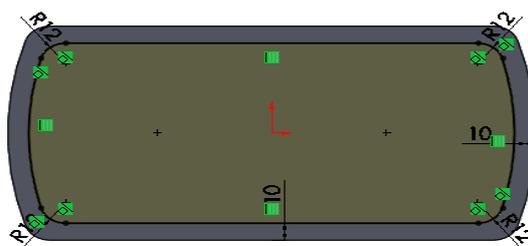


Рис. 6. – Эскиз контура

С помощью инструмента: Вырез – Вытянуть - Полость, создаем в модели вырез, не доходя до торцевой поверхности 15 мм. В результате получаем оболочку, сечение которой плоскостью: спереди, показанную на Рисунке 7.

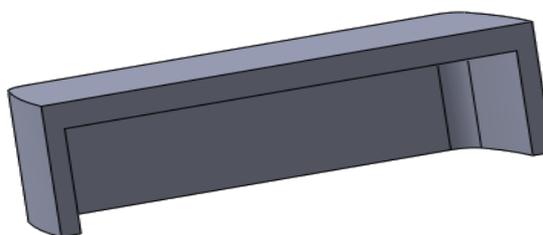


Рис. 7. – Оболочка сечения

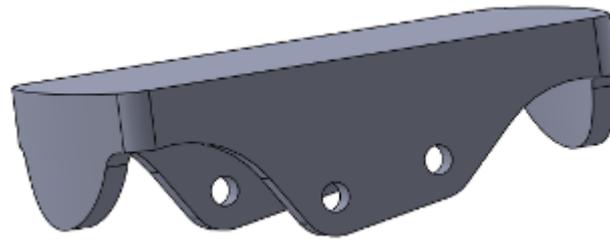


Рис. 11. - Обрезка вертикальных стенок колпака скользяна в продольном направлении

В плоскости внутренней торцевой поверхности модели создадим эскиз опорной бобышки колпака скользяна, показанный на рисунке 12.

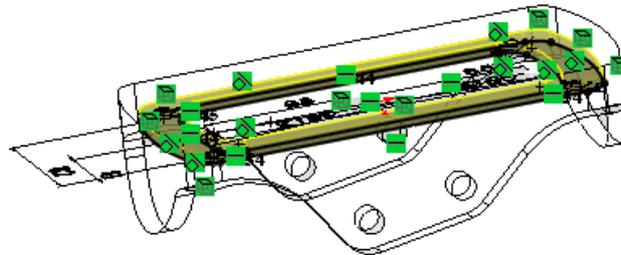


Рис. 12. - Опорная бобышка колпака скользяна

С помощью инструмента: Бобышка – Вытянуть, вытягиваем эскиз на расстояние 6 мм. В результате получаем модель, сечение которой плоскостью: Спереди, показано на Рисунке 13.

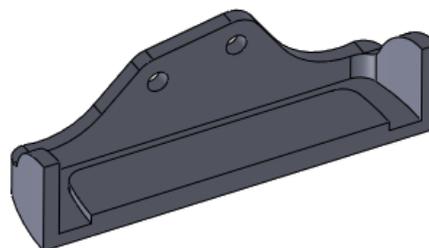


Рис. 13. - Модель, сечения в плоскости

Для вертикальных стенок и опорной бобышки колпака скользяна с помощью инструмента: Уклон, создадим литейные уклоны величиной 3 градуса. Результат показан на Рисунке 14.

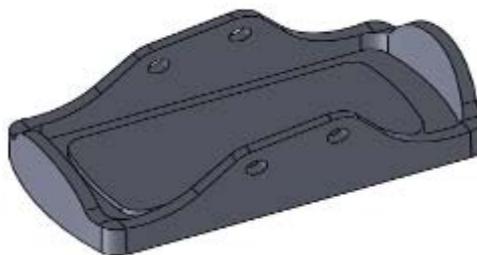


Рис. 14. - Литейные уклоны

С помощью инструмента: Скругление и Скругление переменного радиуса, построим скругления радиусом 3мм и 10 мм для сопрягаемых элементов во внутренней полости модели, а также кромок вертикальных стенок радиусом 3мм. Окончательный результат показан на Рисунке 15.

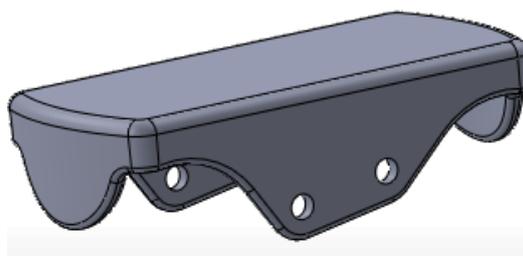


Рис. 15. - Скругление переменного радиуса

Анализ формообразования отливки

Импортируем в программу «3D Импорт» технологический «куст» отливок, производим его ориентацию в расчетной области и фиксируем полученное положение. Сохраняем файл. При сохранение файла происходит его конвертация во внутренний документ программы для проведения дальнейших расчетов.

Вызываем программу «Начальные установки» (Рисунок 16).

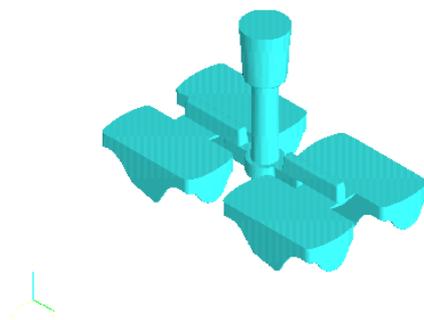


Рис. 16. - Начальные установки

Задаем расчетные размеры бокса, минимальную толщину стенки литейной формы, число ячеек технологического «куст» отливок и элементов литниково-питающей системы для проведения дальнейших расчетов. Затем задаем материал отливки, температуру заливки, материал и температуру литейной формы (Рисунок 17).

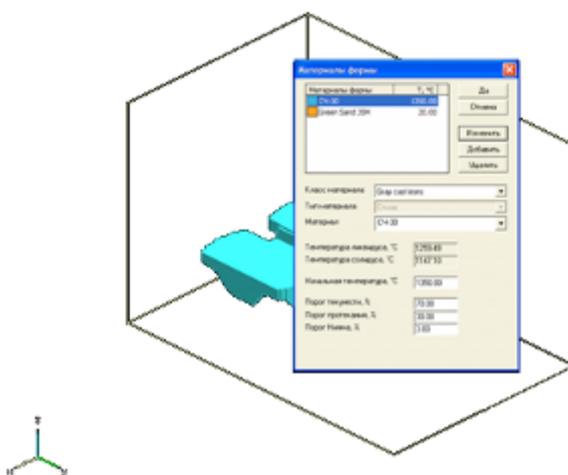


Рис. 17. - Задаем материал отливки, температуру заливки, материал и температуру литейной формы

Задаем положение литниковой чаши технологического «куста» отливок (Рисунок 18).

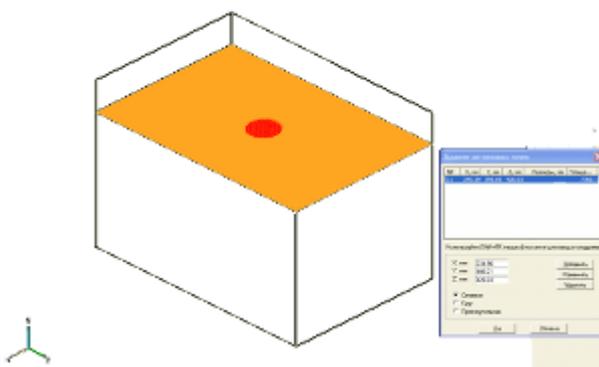


Рис. 18. - Литниковая чаша технологического «куста» отливок

Сохраняем заданные параметры и вызываем файл «Полная задача»

Вызываем контекстное меню «Параметры заливки». Задаем условия «Гравитационное литье (струя)», диаметр струи, высоту расположения ковша относительно уровня литейной формы и сохраняем заданные условия (Рисунок 19)

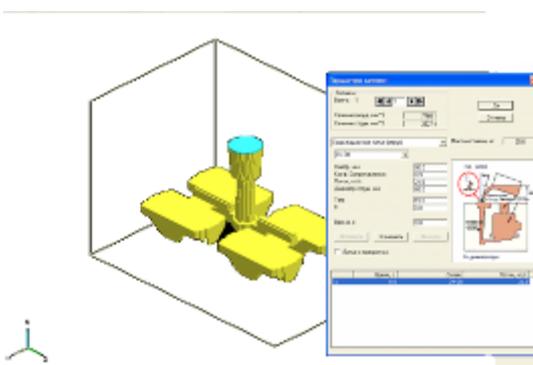


Рис. 19 – «Гравитационное литье (струя)», диаметр струи, высота расположения ковша относительно уровня литейной формы

Вызываем контекстное меню «Параметры автозаписи» и задаем условия объема заполнения литейной формы, объем жидкой фазы с шагом расчета (Рисунок 20).

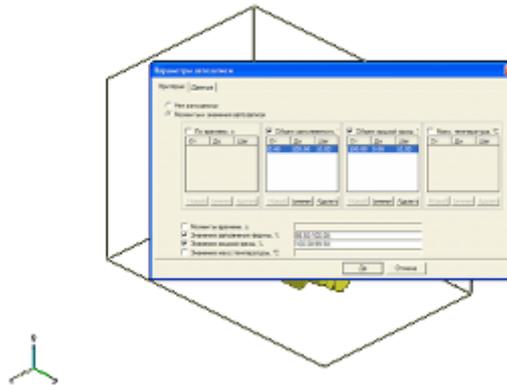


Рис. 20 - Объемы заполнения литейной формы

Вызываем контекстное меню «Данные» и отмечаем параметры, относительно которых необходимо произвести расчеты

Запускаем моделирование процессов и контролируем визуализацию заливки и кристаллизации (Рисунки 21 - 25)

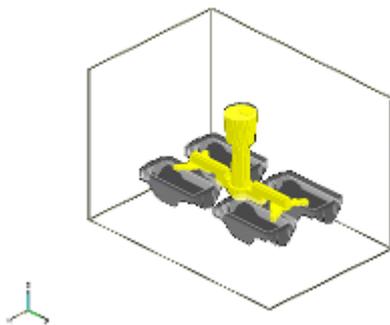


Рис. 21

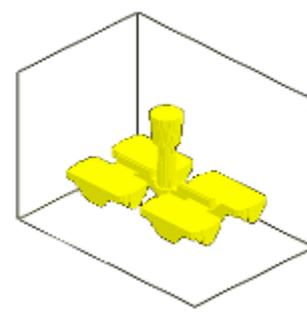


Рис. 22

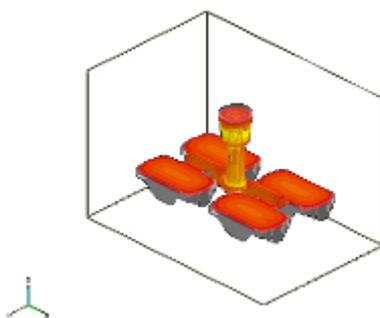


Рис. 23

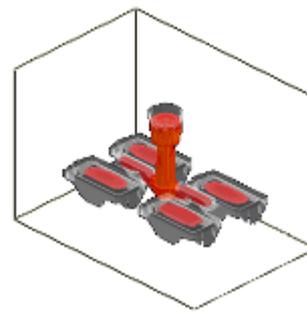


Рис. 24

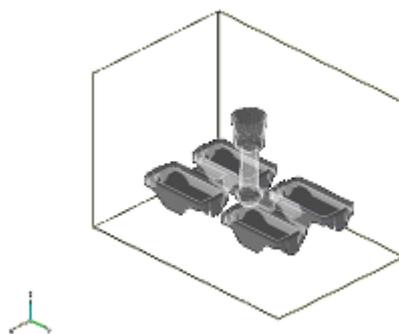


Рис. 25

Начинаем просмотр результатов расчетов, произведенных в процессе моделирования. Возможное наличие и характер расположения дефектов усадочного характера отражаются темно-красным цветом (Рисунок 26).

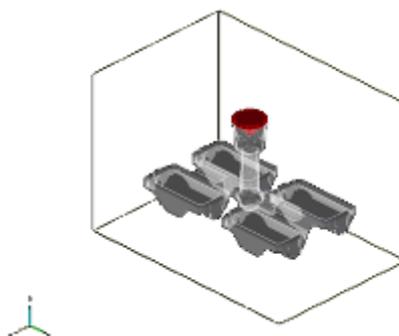


Рис. 26. - Дефекты усадочного характера

Проверяем возможное наличие и характер расположения мест отливки, в которых могут быть литейные дефекты в виде шлаковых и песчаных раковин, газовые пористости (Рисунок 27).

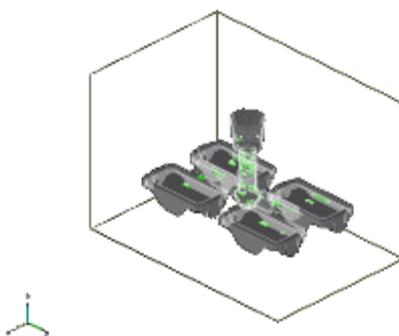


Рис. 27. - Литейные дефекты в виде шлаковых и песчаных раковин, газовые пористости

Просматриваем расчетное время остывания отливки до температуры выбивки (Рисунок 28).

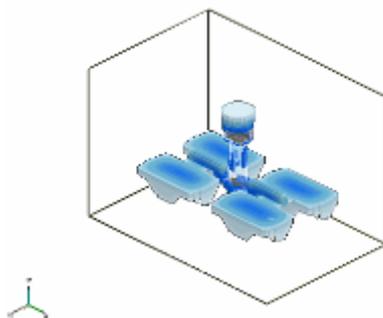


Рис. 28. - Расчетное время остывания отливки до температуры выбивки
Просматриваем и устанавливаем расположение и глубину залегания 2D-Дефектов (Рисунок 29).

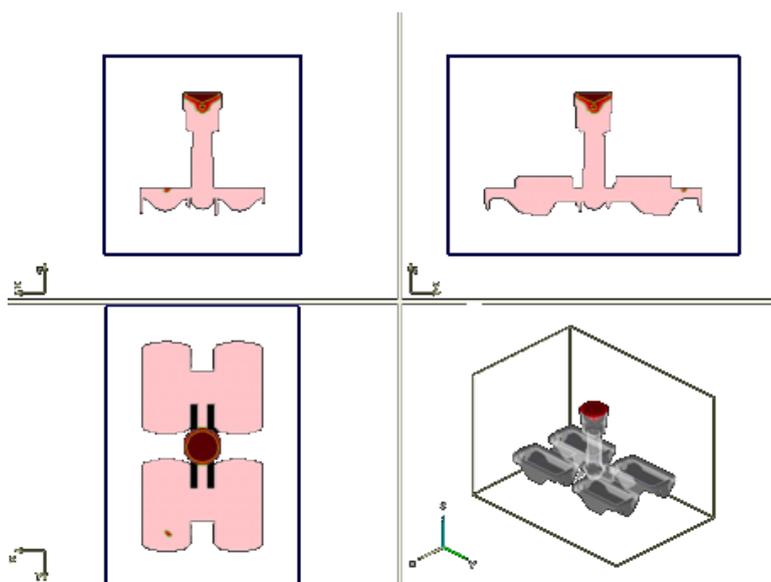


Рис. 29. - Расположение и глубина залегания 2D-Дефектов

По результатам расчетов и визуализации процессов при моделировании колпака скользуна можно констатировать следующее:

1. Конструкция отливки и технологические параметры (сечения элементов литниково-питающей системы, места подвода питания) позволяют получать отливки без литейных дефектов усадочного характера.

2. Заданные условия заливки и кристаллизации отливки также позволяют получать их без дефектов, а так же определить наиболее эффективную организацию технологического процесса.

На основе результатов моделирования и технологии изготовления чугунного колпака скользуна (на АСЛЗ), были изготовлены опытные отливки (Рисунок 30). Технический контроль показал, что чугунный колпак скользуна полностью соответствует чертежу и техническим требованиям.



Рис. 30 – Чугунный колпак скользуна

Однако для принятия решения о внедрении в серийное производство необходимо провести ряд стендовых и ходовых испытаний.

Литература

1. Марков. А. М., Габец Д. А., Габец А. В., Некрасов В. Н., Каргин В. В. Методика испытания материалов на износостойкость // Инновации в машиностроение – основа технологического развития России. 2014. №4. – С. 253 - 258.
2. Шпади Д. В.. Новым грузовым вагонам - инновационные узлы и детали // Журнал Техника железнодорожных дорог. 2012 №1. – С.46.
3. Бойк М.В. Булгаревич С.Б., Коган В.А. Улучшение эксплуатационных свойств конструкционных сталей за счет модификации их



поверхностных оксидных пленок на наноуровне // Инженерный Вестник Дона, 2009, №3 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2009/146

4. Акуличев А.Г. Остаточные напряжения в нитроцементованной стали 20Х3МВФ-ш // Инженерный Вестник Дона, 2010, №4 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2010/264

5. Гольдштейн Я.Е., Мизин В.Г. Модифицирование и микролегирование чугунов и стали. - М.: «Металлургия», 1986. С. 45

6. Габец А.В. Специальный чугун для отливки фрикционного клина тележки железнодорожного вагона // Ползуновский вестник. 2013. № 4/2. С.51-52.

7. Ланда А. Ф. Основы получения чугуна повышенного качества. - М., МАШГИЗ, 1960. С.80

8. Шермана А. Д., Жукова А. А., Чугун (справочник). Металлургия, 1991. С. 70-85

9. Jankowski G., Doyle R. SolidWorks For Dummies. 2 edition John Wiley & Sons, 2011. pp. 12-50

10. Alex Ruiz, Gabi Jack, Josh Mings. SolidWorks 2010: No Experience Required. 2 edition John Wiley & Sons, 2010. pp. 33-65

References

1. Markov. A. M., Gabets D. A., Gabets A. V., Nekrasov V. N., Kargin V. V. Innovacii v mashinostroenie – osnova tehnologicheskogo razvitija Rossii. 2014. №4. pp. 253 - 258.

2. Shpadi D. V.. Zhurnal Tehnika Zheleznodorozhnyh dorog. 2012, №1. pp.46.

3. Bojk M.V. Bulgarevich S.B., Kogan V.A. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2009, №3 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2009/146

4. Akulichev A.G. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2010, №4 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2010/264



5. Gol'dshtejn Ja.E., Mizin V.G. Modificirovanie i mikrolegirovanie chugunov i stali. [Modification of microalloying and iron and steel.] M.: «Metallurgija», 1986. pp. 45
6. Gabets A.V. Polzunovskij vestnik. 2013. № 4/2. pp.51-52.
7. Landa A. F. Osnovy poluchenija chuguna povyshennogo kachestva. [Fundamentals of producing pig iron Premium] M., MASHGIZ, 1960. С.80
8. Shermana A. D., Zhukova A. A., Chugun (spravochnik). [Iron (reference)] Metallurgija, 1991. pp. 70-85
9. Jankowski G., Doyle R. SolidWorks for Dummies. 2 edition John Wiley & Sons, 2011. pp. 12-50
10. Alex Ruiz, Gabi Jack, Josh Mings. SolidWorks 2010: No Experience Required. 2 edition John Wiley & Sons, 2010. pp. 33-65