

МОДЕЛИРОВАНИЕ В QFORM ТЕХНОЛОГИИ ГОРЯЧЕЙ ОБЪЕМНОЙ ШТАМПОВКИ ФЛАНЦА

Леонидов А. Н.

МГТУ им. Н.Э.Баумана

Кафедра "Технологии обработки давлением"

Научный руководитель: к. т. н. Гладков Ю.А.

Введение: О программе QFORM3D

Программа **QFORM** это идеальный инструмент для моделирования нестационарных технологических процессов объемного формоизменения металлов в горячем, холодном и теплом состоянии. При этом металл может быть как в компактном, так и пористом состоянии (металлические порошки).

QFORM позволяет моделировать объемная штамповку (открытую и закрытую), свободную ковку, прессование, гибку, электровысадку. Кроме этого программа моделирует промежуточные операции и процессы естественным образом входящие в технологическую цепочку, такие как охлаждение заготовки на воздухе и в инструменте, пробивка отверстия и обрезка облоя, кантовка заготовки и ее позиционирование под действием силы тяжести.

Горячая Объемная штамповка

QFORM позволяет наиболее полным образом использовать преимущества горячей объемной штамповки, такие как высокая производительность, получение деталей сложной формы с малыми допусками и высокое качество изделий. Программа позволяет моделировать течение металлов в сложных штампах и предсказывать возможные дефекты (незаполнение, складки, прострелы). Моделируется распределение температуры, деформаций, напряжений в поковке и инструменте, а также форма волокон в поковке, что чрезвычайно важно для контроля качества. Анализ усилия штамповки и затрат энергии позволяют подбирать оптимальное оборудование. Имея такой совершенный расчетный инструмент как **QFORM** технолог может оптимизировать процесс, добиваясь отсутствия дефектов, снижения расхода металла и повышения производительности.

Холодная Объемная штамповка

Холодная штамповка позволяет получать изделия высокой точности, с качеством поверхности, не требующем дополнительной механической обработки. При этом возникают ограничения связанные с более высокими усилиями деформирования и стойкостью инструмента. Применение **QFORM** позволяет оптимизировать течение металла с точки зрения снижения усилия и полного использования ресурса пластичности. Уникальной является возможность расчета составного инструмента, реализованная в **QFORM** и позволяющая оптимизировать составные предварительно напряженные штампы с твердосплавными вставками и бандажными кольцами.

Вальцовка

Для производства поволоков сложной формы используют вальцовку в качестве заготовительной операции. В процессе вальцовки профилированными валками (вальцами) за один или несколько проходов формируется профилированная заготовка. В программе QForm налажен прямой интерфейс с системой VeraCad (<http://www.eratz.de>) специализирующейся на проектировании технологии вальцовки и рабочего инструмента для ковочных вальцов.

1. Цель исследования.

Оценка эффективности и модернизация технологии горячей объемной штамповки фланца, применяемой на заводе "Метровагонмаш".

2. Технологическая часть.

Деталь - фланец, изготавливается на ОАО Метровагонмаш. Штамповка поковки осуществляется на КГШП 16МН в два перехода. Первый переход осадочный в заготовительном ручье. Второй переход в окончательном штамповочном ручье. Заготовка: сталь 12Х18Н10Т

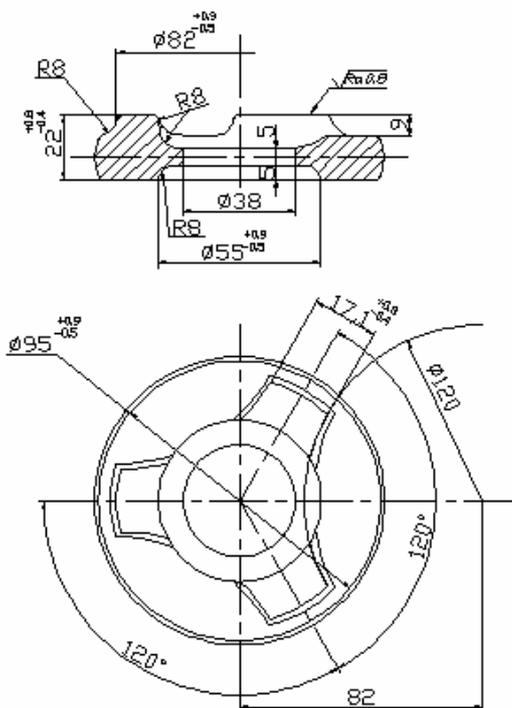


Рис.1. Чертёж детали

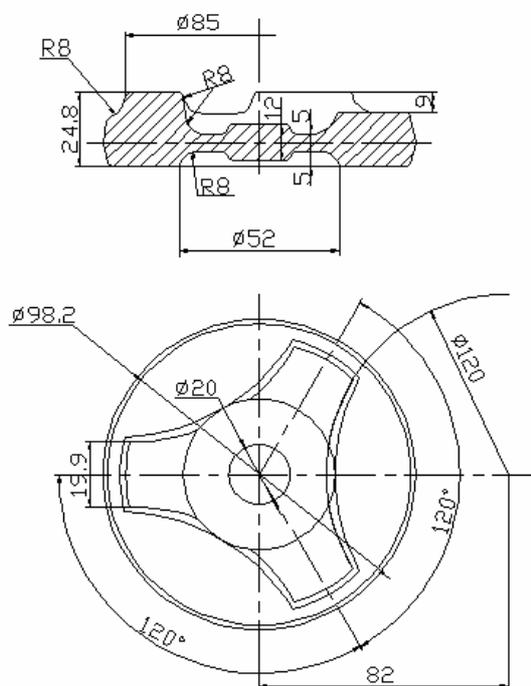


Рис.2. Чертёж холодной поковки

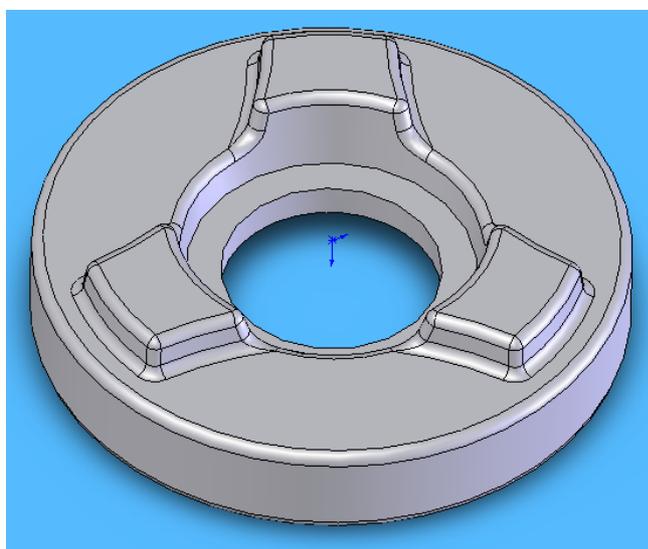


Рис.3. 3D модель детали в Solid Works

Массовые и геометрические параметры:

Плотность = $7850 \text{ кг/м}^3 = 0.00785 \text{ г/мм}^3$

Масса = 1011 г

Объем = 128871 мм^3

Материал - сталь 12Х18Н10Т

3. Исходные данные для моделирования в Qform3D:

Для моделирования процессов штамповки в программе Qform необходимо задать геометрию инструментов и заготовки. Трёхмерная геометрия создаётся в программе Solid Works. Трёхмерные модели верхнего и нижнего инструментов для штамповки детали – фланец приведены на рис.4,5.

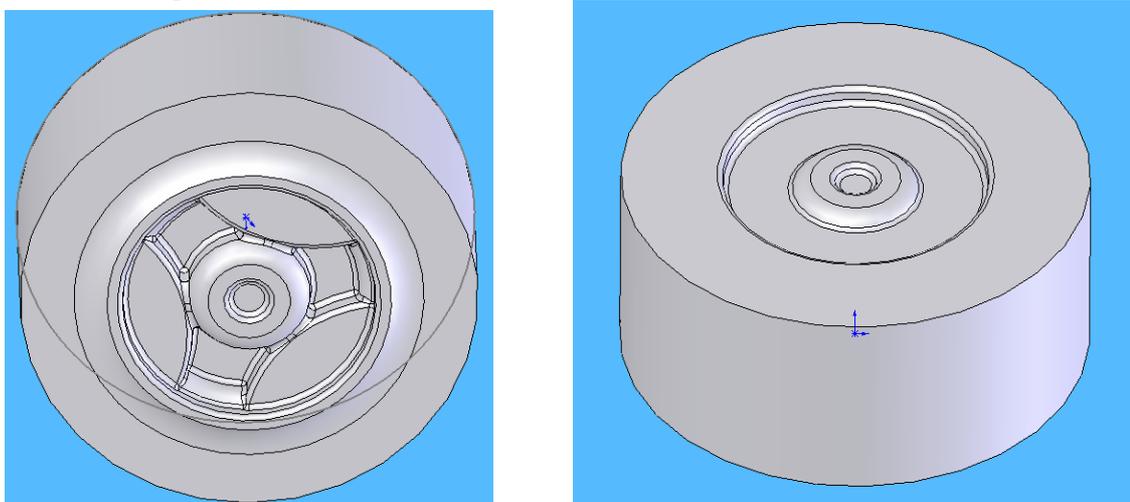


Рис. 4, 5. Вид геометрии верхнего и нижнего инструмента в Solid Works

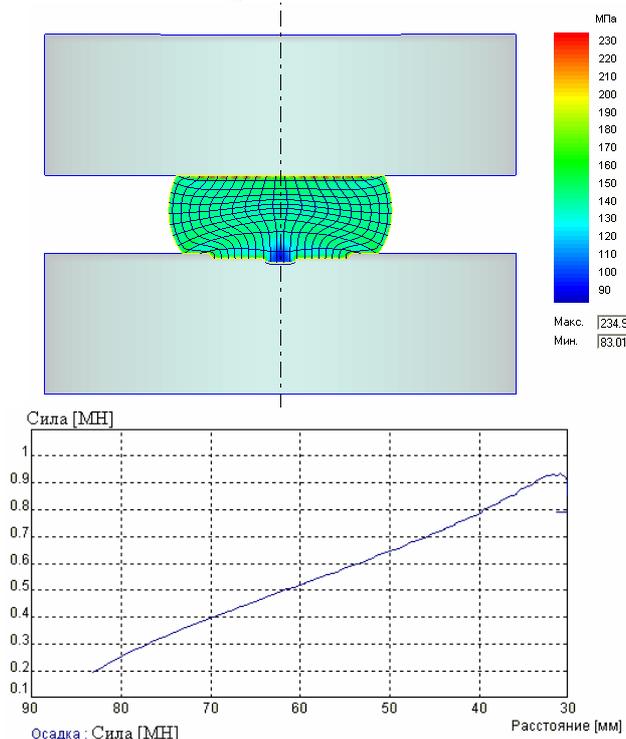
Далее задаются параметры технологического процесса: оборудование - КГШП 16МН; материал заготовки - 12Х18Н10Т; температура заготовки - 1200С; материал инструмента - 5ХНМ; температура инструмента - 300С; высота между инструментами в конце штамповки (высота обля) $h=3,5\text{мм}$.

После ввода всех этих параметров всё готово к началу расчёта.

4. Сравнение технологических процессов

Осадка

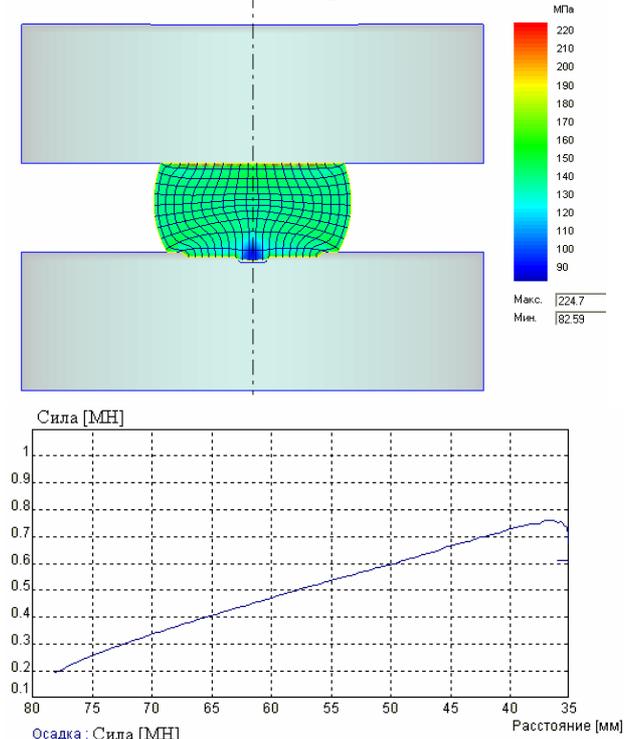
Вариант №1



$$P_d = 0,93\text{МН}$$

$$A_d = 29\text{кДж}$$

Вариант №2



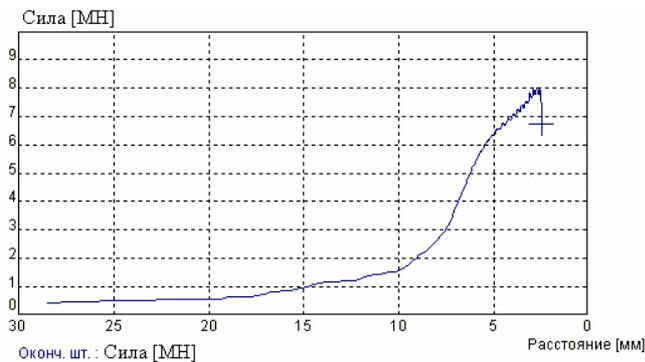
$$P_d = 0,76\text{МН}$$

$$A_d = 21\text{кДж}$$

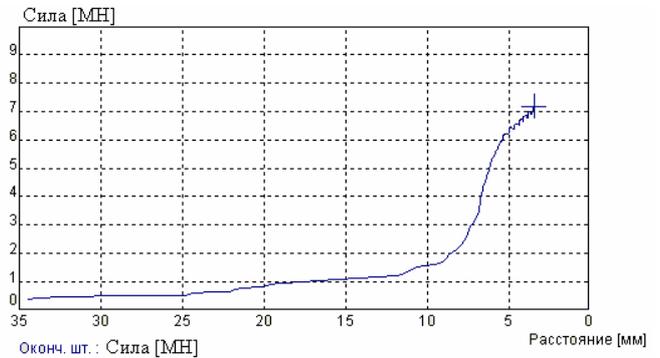
Окончательная штамповка

Вариант №1

Вариант №2



$$P_d = 8 \text{ МН} \quad A_d = 29 \text{ кДж}$$



$$P_d = 7 \text{ МН} \quad A_d = 21 \text{ кДж}$$

Вариант №1: Технологический процесс горячей объёмной штамповки фланца на заводе “Метровагонмаш”.

Исходная заготовка: сталь 12X18Н10Т, $H_{\text{заг}} = 90\text{мм}$, $D_{\text{заг}} = 50\text{мм}$. Осадка заготовки производилась до высоты $H_{\text{ос}} = 30\text{мм}$.

Высота мостика облойной канавки $h_{\text{обл}} = 2,5\text{мм}$.

Вариант №2: Оптимизированный технологический процесс горячей объёмной штамповки фланца.

Исходная заготовка: сталь 12X18Н10Т, $H_{\text{заг}} = 80\text{мм}$, $D_{\text{заг}} = 50\text{мм}$. Осадка заготовки производилась до высоты $H_{\text{ос}} = 35\text{мм}$. Это позволило улучшить течение металла в окончательном ручье штампа. Также это снизило силу и работу деформирования во время осадки.

В процессе окончательной штамповки варьировался параметр высоты мостика облойной канавки. Высота мостика была увеличена с 2.5мм до 3.5мм, это позволило уменьшить силу деформирования в окончательном ручье, из-за облегчения течения металла в облойную канавку.

Моделирование показало излишний объём облоя после окончательной штамповки, чтобы этого избежать и увеличить КИМ, мы снижаем высоту исходной заготовки на 10мм. Экономия металла составила 10% - 11%. При серийности в 10000 шт. экономия составляет 250 000 рублей в год.

5. Моделирование позволяет контролировать и оценивать следующие показатели:

5.1. Контроль заполнения гравюры штампа

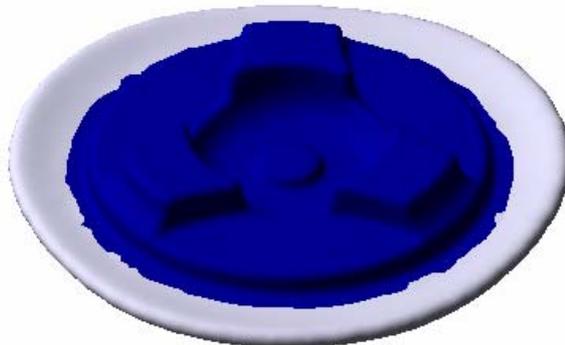


Рис.6. Проверка заполнения гравюры штампа в QForm3D

Моделирование позволяет проанализировать течение металла в инструменте. Моделирование даёт возможность проверить заполнение гравюры штампа при варьировании параметров технологического процесса и выбрать оптимальный. В нашем случае заполнение полностью произошло, несмотря на уменьшение размеров исходной заготовки.

5.2. Контроль макроструктуры (проверка наличия дефектов)



Рис.7. Лагранжевые линии в направлениях OX OY OZ

Лагранжевые линии позволяют оценивать внутреннее течение слоёв металла во всех направлениях. Этот механизм можно использовать для оценки расположения волокон. Также анализ макроструктуры даёт возможность предвидеть образование дефектов, возникающих в поковке во время штамповки. Приповерхностные линии располагаются равномерно по данной поковке, что свидетельствует об отсутствии дефектов типа прострела и зажима.

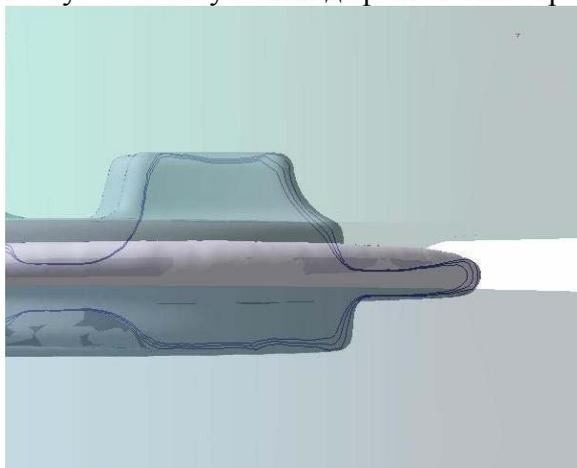


Рис.8. Приповерхностные линии

5.3. Просмотр полей температуры и сопротивления деформации

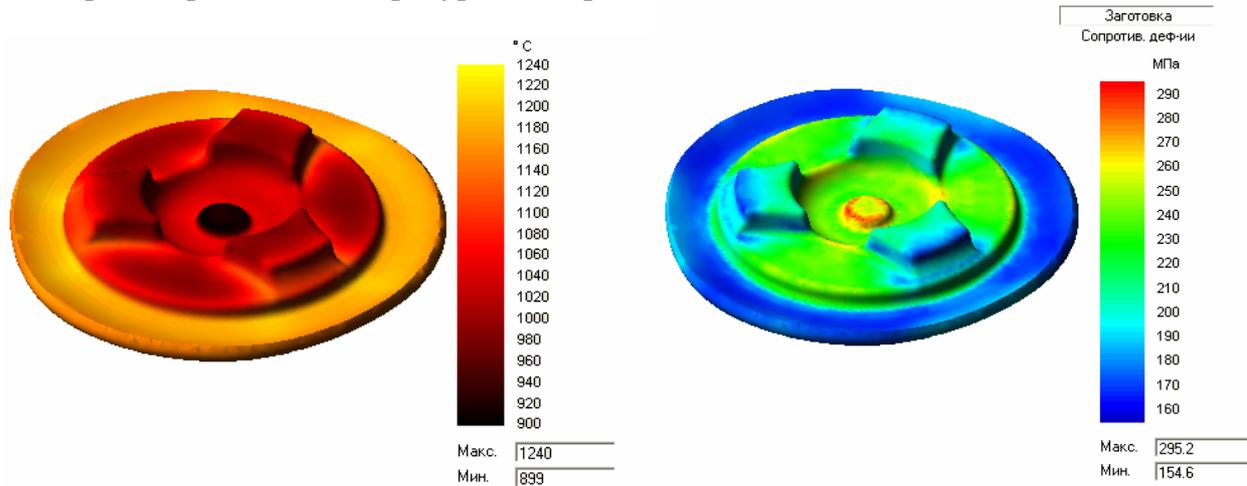


Рис.9,10. Поля температур и сопротивления деформаций

Qform3D позволяет контролировать изменение температуры поковки в процессе штамповки. На периферии поковки металл наиболее нагрет из-за выделения тепла в ходе деформирования и меньшей площади контакта с инструментом. Температура поковки не выходит за рамки ковочных температур.

Анализ поля сопротивления деформации позволяет определить наиболее труднозаполняемые участки в ручье инструмента, определить наиболее нагруженные части инструмента, что проанализировать причины незаполнение или образования дефектов в самой поковке.

Так же при анализе процесса использовались другие поля в заготовке и инструменте.

5.4. Оценка износа штампа

Контроль износа инструмента позволяет на стадии проектирования определить лучший технологический процесс по отношению к стойкости инструмента. Оценить целесообразность использования того или иного варианта технологического процесса.

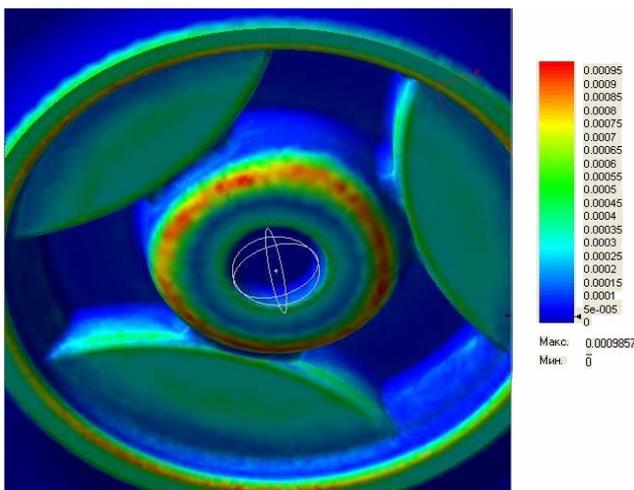


Рис.11. Поле износа верхней вставки

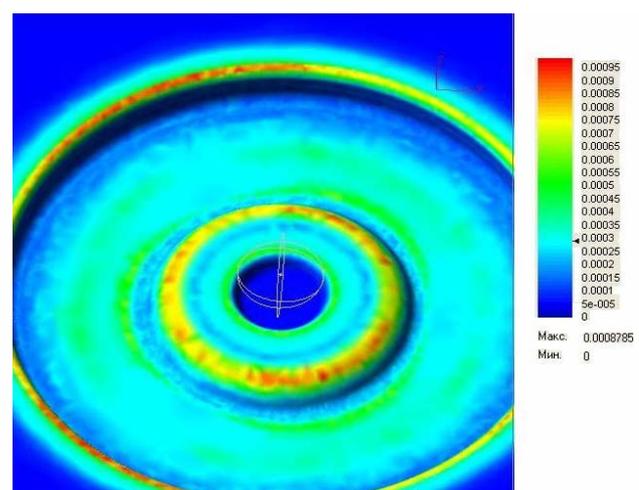


Рис.12. Поле износа нижней вставки

Анализ износа штамповых вставок показывает, что обе вставки изнашиваются практически равномерно. Для уменьшения износа инструмента по отдельным кромкам возможно использование профилированного инструмента на этапе осадки.

Заключение

Моделирование в Qform позволило оптимизировать разработанный ранее технологический процесс, сделав его менее энергоемким. Моделирование позволило разработать технологический процесс штамповки с более рациональным использованием металла.

При этом наблюдалось полное заполнение гравюры штампа, температура поковки не выходила за рамки ковочных температур, в поковке отсутствовали дефекты типа прострела и зажима, износ штампа был равномерный.

Для подбора технологических параметров использовался большой объем данных о технологическом процессе, полученный при моделировании в QForm. Именно это дало возможность модернизировать технологический процесс без выполнения пробных штамповок и доводок штампов.

Литература

1. Сайт компании КванторФорм: <http://www.qform3d.com>
2. Комплект документации к программе QForm2D/3D.
3. Семенов Е. И. “Ковка и штамповка”. Справочник. М. “Машиностроение”. 1985 г. Т.1, Т.2.
4. Ануриев В. И. “Справочник конструктора-машиностроителя”. М. “Машиностроение”. 1980 г.
5. Бабенко С. А., Бойцов В. В., Волик Ю. П. “Объемная штамповка: Атлас схем и типовых конструкций штампов”. М. “Машиностроение”. 1982 г.