

**Сульдин Сергей Петрович**

Suldin Sergey Petrovich

Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва

«Рузаевский институт машиностроения»

The Mordovian state university named after N.P.Ogaryov

«Institute of mechanical engineering in Ruzaevka»

Зав. кафедрой металлообрабатывающих станков и комплексов

Head of the chair of metal-working machine tools and complexes

К.т.н., доцент / Candidate of technical Sciences, associate Professor

E-Mail: rimstanok@mail.ru

**Григорьев Алексей Владимирович**

Grigoriev Alexey Vladimirovich

Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва

«Институт механики и энергетики»

The Mordovian state university named after N.P.Ogaryov

«Institute of mechanics and energy»

аспирант кафедры технического сервиса машин

post-graduate student of the Department of technical service of machines

E-Mail: grigorotd@mail.ru

**Мартышкин Анатолий Петрович**

Martyshkin Anatoly Petrovich

Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва

«Рузаевский институт машиностроения»

The Mordovian state university named after N.P.Ogaryov

«Institute of mechanical engineering in Ruzaevka»

доцент кафедры общетехнических дисциплин

associate Professor of the chair of General technical disciplines

К.т.н. / Candidate of technical Sciences

E-Mail: a-martyshkin@yandex.ru

**Григорьева Ольга Владимировна**

Grigorieva Olga Vladimirovna

Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва

«Рузаевский институт машиностроения»

The Mordovian state university named after N.P.Ogaryov

«Institute of mechanical engineering in Ruzaevka»

Студент / student

E-Mail: gri-olga@mail.ru

151002.62 – «Металлообрабатывающие станки и комплексы»

## Проектирование стойки одностоечного токарно-карусельного станка с двойными стенками

### The design of the rack single-support multi-turret lathe with double walls

**Аннотация:** В процессе работы проводились расчеты стойки с использованием методик расчета деталей и сборок в программе Simulation, предназначенной для решения задач механики деформируемого твердого тела методом конечных элементов. Работа также опирается на понятия, принципы и модели построения САПР технических систем.

**The Abstract:** In the process of work was carried out calculations of the rack using the methods of calculation of parts and assemblies in the Simulation program, intended for the solution of problems of mechanics of deformable solid body by the method of finite elements. The work also draws on the concepts, principles and models of CAD technical systems.

**Ключевые слова:** Стойка, модель, конструкция, анализ, перемещения, жесткость.

**Keywords:** Desk, model, design, analysis, movement, rigidity.

\*\*\*

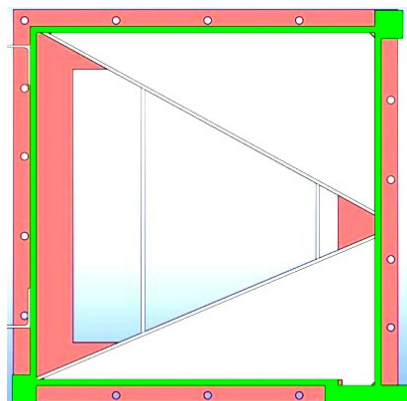
В настоящей статье рассматривается применение в металлообрабатывающих станках корпусных деталей сварной конструкции, и отмечаются некоторые особенности этих конструкций. Сваркой можно получить корпусные детали станков весьма разнообразные по форме и назначению, такие как, детали типа стойки, поперечины, салазки, шпиндельные бабки и т. п. Общим преимуществом стальных сварных конструкций перед литыми чугунами является то, что первые имеют меньший вес при той жесткости, или значительно большую жесткость при том же весе. Это обусловлено, прежде всего, соотношением модулей упругости чугуна и стали (1:2.4 до 1:2.0), а также тем, что в сварной конструкции отпадает необходимость увеличения толщины стенок, а система расположения ребер и конструктивное оформление определяются в основном лишь назначением детали и мало зависят от технологических требований. Повышенная жесткость сварной конструкции обеспечивается, кроме того, благодаря отсутствию окон в стенках, наличие которых в литой конструкции неизбежно.

В тонкостенных конструкциях высокая жесткость контура достигается у коробчатых моделей с перегородками между стенками или с ребрами весьма значительной высоты. Высокая местная жесткость и жесткость контура сечения достигаются в конструкциях с двойными стенками. Местные деформации локализуются в зоне приложения нагрузки и должны устраняться соответствующими средствами – применением ребер и косынок. Стоимость сварных конструкций по сравнению с литыми при индивидуальном производстве в некоторых случаях уменьшается более чем в 4 раза. В свою же очередь изготовление конструкции с двойными стенками более трудоемко.

Развитие сварных конструкций с двойными стенками успешно вписывается в современное станкостроение и является перспективным направлением, позволяя в принципе получить максимальную жесткость на единицу веса, что подтверждается исследованиями стойки тяжелого токарно-карусельного станка средствами SolidWorks/Simulation. Анализ напряженно-деформированного состояния конструкции стойки осуществлялся с использованием методик расчета деталей и сборок в программе Simulation предназначенной для решения задач механики деформируемого твердого тела методом конечных элементов.

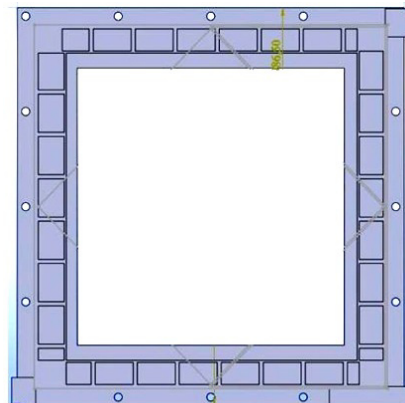
При сравнении рассматривались тонкостенная сварная конструкция (К1) с толщиной стенки основного контура 30 мм и конструкция с двойными стенками (К2) с толщиной стенок основного наружного контура 20 мм и основного внутреннего 10 мм.

Анализ конструкции стойки К1 (рис. 1, а) показал, что данная конструкция спроектирована классическим путем с применением перегородок и косынок.



Модель конструкции К1

а



Модель конструкции К2

б

**Рис. 1.** Модели конструкции стойки

Важным нужно считать то, что V-образная перегородка не позволяет тонкостенному квадратному корпусу складываться при действии на стойку крутящего момента от сил резания. Данная перегородка жестко зафиксирована двумя распорками, каждая из которых представляет собой пластину, изготовленную на всю длину стойки. И один из основных конструктивных элементов – это косынки, которые соединяют две боковые стенки коробчатой конструкции, тем самым, уменьшая роль местных деформаций боковых стенок (депланаций) играя важную роль в повышении жесткости конструкции. Все элементы, из которых собрана стойка, изготовлены методом проката и обработаны в нужный для сборки размер. Все конструктивные элементы соединены с основным корпусом посредством углового сварного шва на всю длину корпуса. Общая длина всех швов составляет 109081мм. Общий вес конструкции составляет 18000 кг.

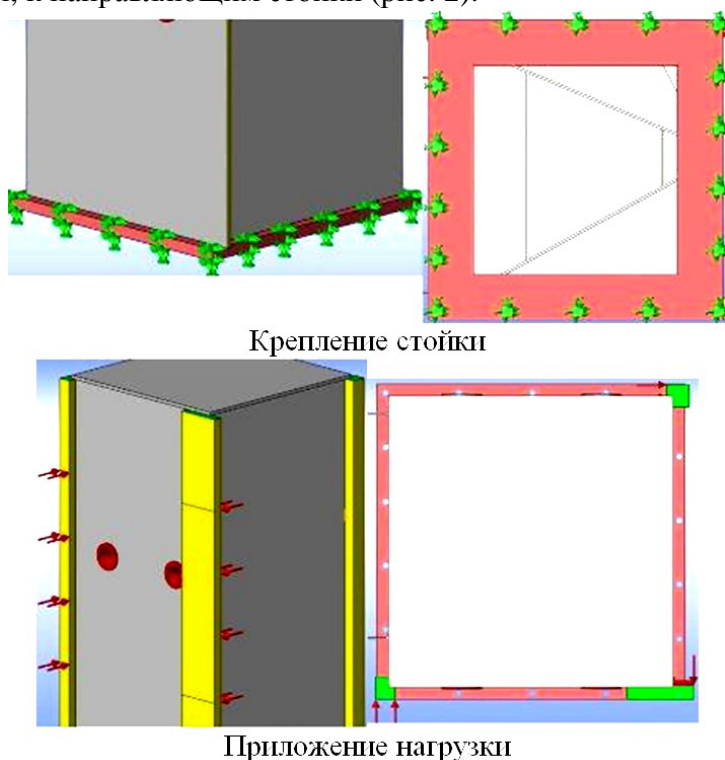
Конструкция с двойной стенкой основного контура К2 (рис. 1,б) проектировалась с условием сохранения веса.

Сварная конструкция с двойными стенками К2 получена путем сборки листовых пластин, ребер жесткости, и брусков. Все элементы являются стандартными изделиями и получены методом проката. Конструкция проста в своем исполнении и включает в себя: 8 пластин – из них 4 толщиной 20 мм и 4 толщиной 10 мм; 28 ребер жесткости прямоугольного профиля и 4 бруска.

Пластины образуют два контура: основной наружный и основной внутренний. Данные контуры связаны между собой ребрами жесткости. Также в данном изделии используются элементы под названием брус, которые установлены в местах приложения нагрузки, тем самым существенно увеличивая жесткость стойки. Все сборочные единицы соединены посредством сварки. В данном случае применяется автоматическая сварка. Общая длина всех швов составляет 189600 мм. Общий вес конструкции составляет 17000 кг.

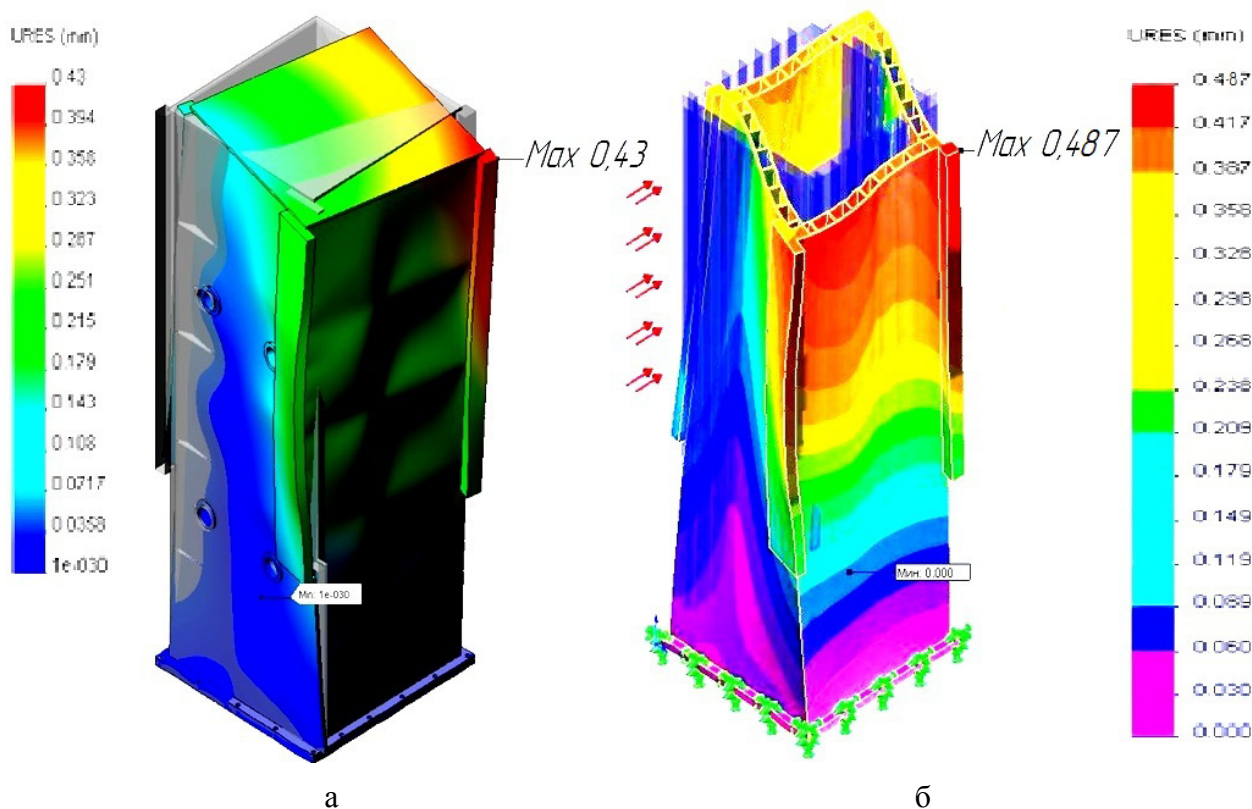
Расчеты напряженно-деформированного состояния конструкции стойки проводились в среде SolidWorks/Simulation для условий максимально приближенных к условиям эксплуатации. Крепление стойки моделировалось жесткой заделкой по нижнему фланцу, а

внешняя нагрузка моделировала поперечные силы, передаваемые от сил резания и весовых нагрузок через стыки, к направляющим стойки (рис. 2).



**Рис. 2.** Условия закрепления и нагружения стойки

В результате анализа напряженно-деформированного состояния конструкции стойки были рассмотрены статические перемещения К1 (рис. 3, а) и перемещения К2 (рис. 3, б).



**Рис. 3.** Сравнение двух вариантов конструкций по результатам статического перемещения

Из результатов видно, в модели К2 прирост максимального результирующего перемещения не превысил 13% от перемещений варианта К1.

Для выбора наиболее лучшего варианта следует сравнивать конструкции по технико-экономическим показателям.

Основными технико-экономическими показателями являются:

- 1) перемещения от внешних нагрузок;
- 2) масса;

Для определения наиболее эффективной, с точки зрения, указанных выше показателей, введем понятие коэффициента эффективности.

Коэффициент эффективности (зависимость перемещения от массы) учитывает минимальное перемещение при массе, которая указана в базовом варианте.

Данные для определения коэффициента эффективности приведены в таблице 1.

**Таблица 1**

**Данные для определения коэффициента эффективности**

№ варианта	Масса конструкции, кг	Перемещение, мм
К1	18000	0,43
К2	14070	0,487

Определяем коэффициент эффективности  $k_i$  (зависимость перемещения от массы) для всех вариантов по формуле

$$k_i = m_i \cdot \Delta_i$$

где  $m_i$  – масса конструкции,

$\Delta_i$  – результирующее перемещение,

Полученные результаты сводим в таблицу 2.

**Таблица 2**

**Результаты расчета коэффициента эффективности**

№ варианта конструкции	Масса конструкции, кг	Результирующее перемещение, мм	Коэффициент эффективности
К1	18000	0,43	7740
К2	14070	0,487	6852

Таким образом, можно сделать вывод, что применение двойных стенок в конструкции К2 имеет ряд преимуществ перед конструкцией К1:

- снижение веса конструкции;

- сохранение первоначальной жесткости;
- снижение затрат на приобретение материала (5,8%);
- использование в сборке стандартных изделий;

В результате проведенной работы были смоделированы две расчетных модели стойки, произведен статический анализ, выбрана по технико-экономическим параметрам наиболее выгодная конструкция, т.е. конструкция К2.

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 Алямовский А.А., Собачкин А.А., Одинцов Е.В. [и др.] SolidWorks. Компьютерное моделирование в инженерной практике. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 800 с.: ил.
- 2 Будур А.И., Белогуров В.Д. Справочник конструктора. Стальные конструкции. – К.: Изд-во «Сталь», 2004. – 210 с.
- 3 Великанов К.М. Расчеты экономической эффективности новой техники. Л: Машиностроение. 1989. – 445с.
- 4 Григорьев А.В. / Моделирование и анализ напряженно-деформированного состояния стойки тяжелого токарно-карусельного станка с двойными стенками в среде SolidWorks/COSMOSWorks. Машиностроение: наука, техника, образование (Сб. научн. трудов VIII Всероссийской научн. практ. конф.:). Рузаевка. 2010. С.123 – 125
- 5 Металлорежущие станки, выпускаемые в 1989 – 1990гг. Номенклатурный каталог В 2 т. М.: Машиностроение, 1988. Т1 – 41с, Т2 – 65 с.

**Рецензент:** Евгений Анатольевич Нуязин – доцент кафедры технического сервиса машин “Институт механики и энергетики “МГУ им Н.П.Огарева”, кандидат технических наук.