



ПРОСПЕКТ СВОБОДНЫЙ-2015

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ СТУДЕНТОВ,
АСПИРАНТОВ И МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ

ЭЛЕКТРОННЫЙ СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ СТУДЕНТОВ,
АСПИРАНТОВ И МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ
«ПРОСПЕКТ СВОБОДНЫЙ-2015»,
ПОСВЯЩЕННОЙ 70-ЛЕТИЮ ВЕЛИКОЙ ПОБЕДЫ

КРАСНОЯРСК, СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

15-25 АПРЕЛЯ 2015 Г.

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет»

Сборник материалов
Международной конференции студентов,
аспирантов и молодых ученых
«Перспектив Свободный-2015»,
посвященной 70-летию Великой Победы

Красноярск, Сибирский федеральный университет, 15-25 апреля 2015 г.

Красноярск, 2015.

«3D-моделирование в образовании будущих инженеров»



ПРОСПЕКТ СВОБОДНЫЙ-2015

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ СТУДЕНТОВ, АСПИРАНТОВ И МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ

Красноярск, Сибирский федеральный университет, 15-25 апреля 2015 г.

THE FUTURE OF RUSSIAN NAVIGATION

**Cherinov D.V., Bakulina V.A.,
scientific adviser teacher Tahaveeva J.V.**
Siberian Federal University

What is GLONASS? Global Navigation Satellite System (GLONASS) - Russian satellite navigation system, developed at the request of the Ministry of Defence. One of the two operating systems on today's global satellite navigation.

Development of GLONASS began in the Soviet Union in 1976. Beginning on 12 October 1982, numerous rocket launches added satellites to the system until the constellation was completed in 1995. After a decline in capacity during the late 1990s, in 2001, under Vladimir Putin's presidency, the restoration of the system was made a top government priority and funding was substantially increased. GLONASS is the most expensive program of the Russian Federal Space Agency, consuming a third of its budget in 2010.

The main contractor of the GLONASS program is Joint Stock Company Reshetnev Information Satellite Systems (formerly called NPO-PM). The company, located in Zheleznogorsk, is the designer of all GLONASS satellites, in cooperation with the Institute for Space Device Engineering (ru: ФНИИ КИ) and the Russian Institute of Radio Navigation and Time. Serial production of the satellites is accomplished by the company PC Polyot in Omsk.

GLONASS includes three components: constellation of satellites (space segment); ground -based control facilities (control); user equipment (user segment).

Completely deployed GLONASS constellation is composed of 24 satellites in three orbital planes whose ascending nodes are 120 apart. 8 satellites are equally spaced in each plane with argument of latitude displacement 45. The orbital planes have 15-degree argument of latitude displacement relative to each other. The satellites operate in circular 19100 - km orbits at an inclination 64.8, and each satellite completes the orbit in approximately 11 hours 15 minutes. The spacing of the satellites allows providing continuous and global coverage of the terrestrial surface and the near-earth space. The control segment includes the System Control Center and the network of the Command and Tracking Stations that are located throughout the territory of Russia. The control segment provides monitoring of GLONASS constellation status, correction to the orbital parameters and navigation data and control commands uploading.

User equipment consists of receivers and processors receiving and processing the GLONASS navigation signals, and allows user to calculate the coordinates, velocity and time.[1]

Over the three decades of development, the satellite designs have gone through numerous improvements, and can be divided into three generations: the original GLONASS (since 1982), GLONASS-M (since 2003) and GLONASS-K (since 2011). Each GLONASS satellite has a GRAU designation 11F654, and each of them also has the military "Cosmos-NNNN" designation

According to Russian System of Differential Correction and Monitoring's data, as of 2010, precisions of GLONASS navigation definitions (for $p=0.95$) for latitude and longitude were 4.46—7.38 m with mean number of navigation space vehicles (NSV) equals 7—8 (depending on station). In comparison, the same time precisions of GPS navigation definitions were 2.00—8.76 m with mean number of NSV equals 6—11 (depending on station). Civilian GLONASS used alone is therefore very slightly less accurate than GPS. On high latitudes (north or south), GLONASS' accuracy is better than that of GPS due to the orbital position of the satellites.



Some modern receivers are able to use both GLONASS and GPS satellites together, providing greatly improved coverage in urban canyons and giving a very fast time to fix due to over 50 satellites being available. In indoor, urban canyon or mountainous areas, accuracy can be greatly improved over using GPS alone. For using both navigation systems simultaneously, precisions of GLONASS/GPS navigation definitions were 2.37—4.65 m with mean number of NSV equals 14—19 (depends on station). [3]

In May 2009, Anatoly Perminov the then director of the Russian Federal Space Agency stated that actions were undertaken to expand GLONASS's constellation and to improve the ground segment in order to increase the navigation definition of GLONASS to an accuracy of 2.8 m by 2011.[4] In particular, the latest satellite design, GLONASS-K has the ability to double the system's accuracy once introduced. The system's ground segment is also to undergo improvements. As of early 2012, sixteen positioning ground stations are under construction in Russia and in the Antarctic at the Bellingshausen and Novolazarevskaya bases. New stations will be built around the southern hemisphere from Brazil to Indonesia. Together, these improvements are expected to bring GLONASS' accuracy to 0.6 m or better by 2020. [2]

The system has advantages and disadvantages. On the one hand term service GLONASS satellites noticeably shorter than GPS. Also, to currently positioning accuracy GLONASS few lags behind similar indicators for GPS. The complexity of configuring the adoption and impact of the signal.

If we upgrade the equipment, then further work can highlight significant advantages. GLONASS has good stability, its equipment does not require additional adjustments for the duration of active existence, it is automatic system and cost-effective, the number of steps reduces, the work is performed several times faster.

At this point in Russian aviation ground equipment is used, such as locator beacons, lighthouses azimuthal rangefinder, automatic direction finders, but thanks to GLONASS we can abandon off them and at the same time to become in a favorable position.

We offer you the idea for the modernization of the Russian air force, as we hope for its development. Therefore, for graduation, getting a job in their specialty, have high hopes for what we are proposing this technology has been successfully implemented and we will be able to work well for the benefit of Russian aviation.

Reference list

1. Employees of a scientific publication of "Russian Space Systems"; GLOBAL NAVIGATION SATELLITE SYSTEM; GLONASS INTERFACE; CONTROL DOCUMENT; Navigation radiosignal; In bands L1, L2 (Version 5.1); MOSCOW 2008; p. 6.
2. Ilya Kramnik; Article: GLONASS benefits worth the extra expense; February 16, 2012.
3. Kevin Roebuck; Location Aware Applications: High-impact Emerging Technology - What You Need to Know: Definitions, Adoptions, Impact, Benefits, Maturity, Vendors; Emereo Publishing, 24 oct. 2012; p.211.
4. Kevin Roebuck; GLONASS: High-impact Strategies - What You Need to Know: Definitions, Adoptions, Impact, Benefits, Maturity, Vendors; Emereo Publishing, 24 oct. 2012; p.9.



3D-PRINTING AND REMOTE MANUFACTURING**V.S. Konovalov****Language supervisor N.O. Kuznetsova***Siberian Federal University*

Day after day, the process of active development of various ways to produce goods takes place in the manufacturing field. One of the most promising methods is 3D-printing. In this article we examine advantages and disadvantages of 3D-printing, its current relevance, as well as future opportunities in remote manufacturing.

One might ask: why do we need 3D-printing? In a few words, 3D-printers are used to create real objects from digital computer 3D-models. This technology allows making these models real very easily – as a result, they can be touched and used.

Let's evaluate pros of 3D-printing compared to our usual methods of production.

- Firstly, when you use this method you get the absolute creativity freedom, because if it is possible to design a model in 3D-editor, 3D-printer will be able to print it as well.

- Secondly, 3D-printers can use more than a hundred types of materials for printing. Not only can different plastics and polymer resin be used, but also metals, ceramics, fabric, food, and even organic cells.

- Thirdly, versatility and reduction of labor input. Workshops with different machines, compression moulds and casting molds are no longer needed to create a complex object. The 3D-printer can substitute them all. In fact, this is an entire factory in one device.

- Fourthly, the speed of object creation and technological flexibility. An algorithm of 3D-printing can be described as follows: digital model, 3D-printer, several hours of work and an object is done. As for disadvantages, the limitation of objects' size, in my opinion, can be considered as the main drawback. Moreover, 3D-printers are capable of printing only relatively small things that can be fit onto their working platform. In addition to this, there is high cost of such production, the possibility to 3D-print weapons and the reduction of existing production facilities. Talking about the relevance, it is worth noting that not so long ago 3D-printing was something of a fiction. But things are changing, and today, almost everyone can afford to have their own 3D-printer if they wish. Moreover, almost every high-tech company has resorted to the use of 3D-printers. For instance, Porsche used a plastic model of a 911 GTI car transmission to explore oil circulation in the process of designing. I would like to add about the usage of 3D-printing in medicine. It is widely used for creating artificial models of human internal organs, prostheses and implants. Among the extraordinary usage of 3D-printing it is necessary to mention the production of shoes. So far, the service is intended only for professional athletes. Concerning the production of high-tech devices it should be added that in January 2014 the Italian company CRP Group created the world's first 3D-printed motorcycle Energic Ergo with electric engine. In September of the same year the American company Local Motors presented an electric car, entirely made just in 44 hours using the 3D-printer. The two-seater roadster with a removable roof was called Strati. In addition, one of the leading companies in the field of 3D-printing introduced the world's first 3D-food printer. And finally, the prospects for development should be pointed. In my opinion, a number of advantages of this technology determine its future. There is no doubt that within the next few years, the technology of three dimensional printing will become widespread. We can say that we are on the verge of industrial revolution. Economic system can undergo fundamental changes as well. Having the 3D-printer, you should no longer buy final goods, all you need to do is to pay for the raw materials and software files, 3D-printer will do the rest. It is possible that as cell phones, which 15 years ago were unusual, in the same way 3D-printing will enter our daily life and become an integral part of it. That is why it is called a revolutionary device.



СВЯЗЬ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ С ИСТОРИЕЙ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ

С.М. Аболенцев

научный руководитель Л.Н. Головина

Сибирский Федеральный университет

Цель: Проанализировать связь механизмов изобретенных в древние времена с современными изделиями и технологиями

Задачи: Создание 3D моделей в CAD-средах, изделий имеющих в своей основе принципы работы различных модификаций Архимедова винта.

Множество современных средств техники, берут свое начало в глубокой древности. До сих пор актуальны простейшие механизмы, разработанные в античные времена, средневековье. Распространённое применение имеет винт Архимеда. (Рис.1.)

Винт Архимеда представляет спираль, помещенная в цилиндр. При вращении она захватывала жидкость и увлекала ее за собой. Зазоры между краями спирали и стенками цилиндра позволяли свободно вращаться валу. В итоге вода выливалась через верхний открытый конец. Таким образом, поместив один конец цилиндра в воду, а другой, расположив выше под углом и вращая вал, жидкость подают вверх. Принцип работы винта Архимеда используется во многих изделиях, например в червячных редукторах, шнеках, гребных винтах кораблей.

Шнек – это тоже видоизмененный винт Архимеда. Применяют его в самых разных областях – от обычной мясорубки до двигателей транспорта, используют вездеходы со шнековыми двигателями. Шнековый бур применяют как для создания колодцев на приусадебных участках, так и скважин в промышленности.

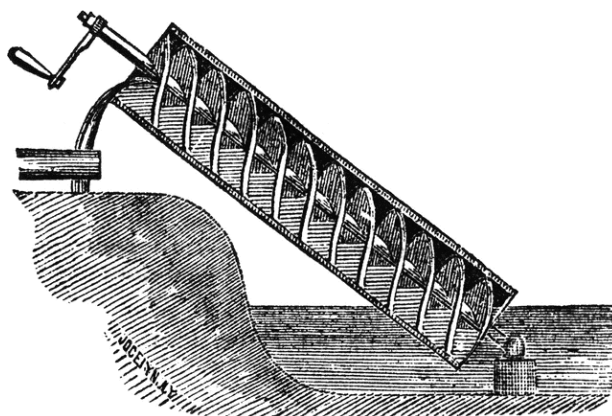


Рис. 1. Архимедов винт

Из современных устройств, использующих в своей основе винт Архимеда, можно выделить червячные передачи с различной модификацией Архимедова винта.

Червячная передача относится к числу зубчато-винтовых, имеющих характерные черты зубчатых и винтовых передач. Червячные передачи применяют для передачи движения между перекрещивающимися валами. При вращении червяка его витки скользят по зубьям червячного колеса заставляя его вращаться. Передачи используют в станках, автомобилях, подъемно-транспортных и других машинах.

Достоинства передачи: возможность получения большого передаточного числа в одной ступени и эффекта самоторможения; плавность и бесшумность работы; повышенная кинематическая точность.

Недостатки червячной передачи: низкий КПД; значительный износ зубьев колеса (ресурс до 5000 часов); использование венца червячного колеса из дорогих антифрикционных материалов; повышенные требования к точности сборки, необходимость регулировки и принятия специальных мер по интенсификации теплоотвода. По форме внешней поверхности червяки разделяют на: цилиндрические, глобоидные и тороидные. Наибольшее применение находят цилиндрические как более простые в изготовлении и обеспечивающие достаточно высокую нагрузочную способность.

По профилю червяки делятся на Архимедовы червяки (рис. 2, а), конволютными червяками (рис. 2, б), эвольвентные червяки (рис. 2, в)

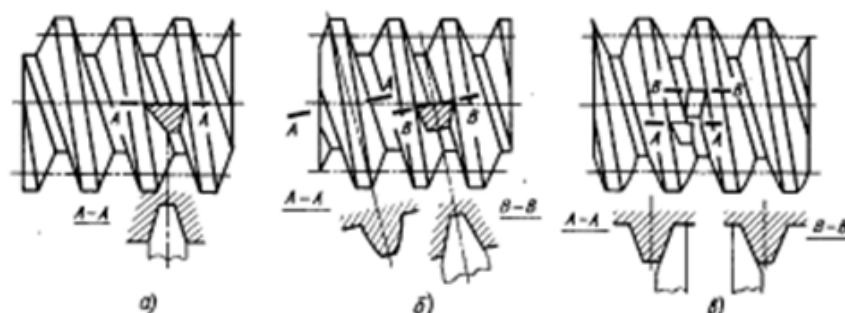


Рис. 2. Основные типы цилиндрических червяков:
а – архимедов; б – конволютный; в – эвольвентный

Червячные передачи применяются при необходимости снижения скорости и передачи движения между перекрещивающимися валами. Объем применения червячных передач составляет около 10% от передач зацеплением. Выпуск червячных редукторов по числу единиц составляет около половины общего выпуска редукторов.

На рисунке 3. представлена модель червячного редуктора в закрытом и разрезанном виде, выполненного в CAD-среде SolidWorks.

Червячный редуктор состоит из корпуса, литейной конструкции, червяка и червячного колеса, подшипников скольжения, вала и крышек. Червячный редуктор – механизм для уменьшения угловой скорости при передаче вращения от электродвигателя к машине. Червячные передачи применяются, когда оси валов перекрещиваются, как правило, под углом 90° . Одним из достоинств червячной передачи является возможность получения большего передаточного числа (от единицы до нескольких сотен) при компактной конструкции. Возможность осуществления большого передаточного числа при одной ступени передачи, компактность — основные достоинства редукторов с червячной передачей. Данный редуктор – одноступенчатый, червяк установлен на валу электродвигателя. Вращение с вала электродвигателя передается через червяк и червячное колесо на вал редуктора. На конце вала редуктора на шпонке сидит звездочка, которая передает вращение к рабочим органам машины. Опорами вала служат подшипники скольжения. Масло для смазки подшипников поступает из корпуса редуктора по смазочным канавкам, имеющимся у них. Отработанное масло сливается через пробку в корпусе. На фланцевой поверхности корпуса редуктора имеется четыре отверстия для крепления к электродвигателю.

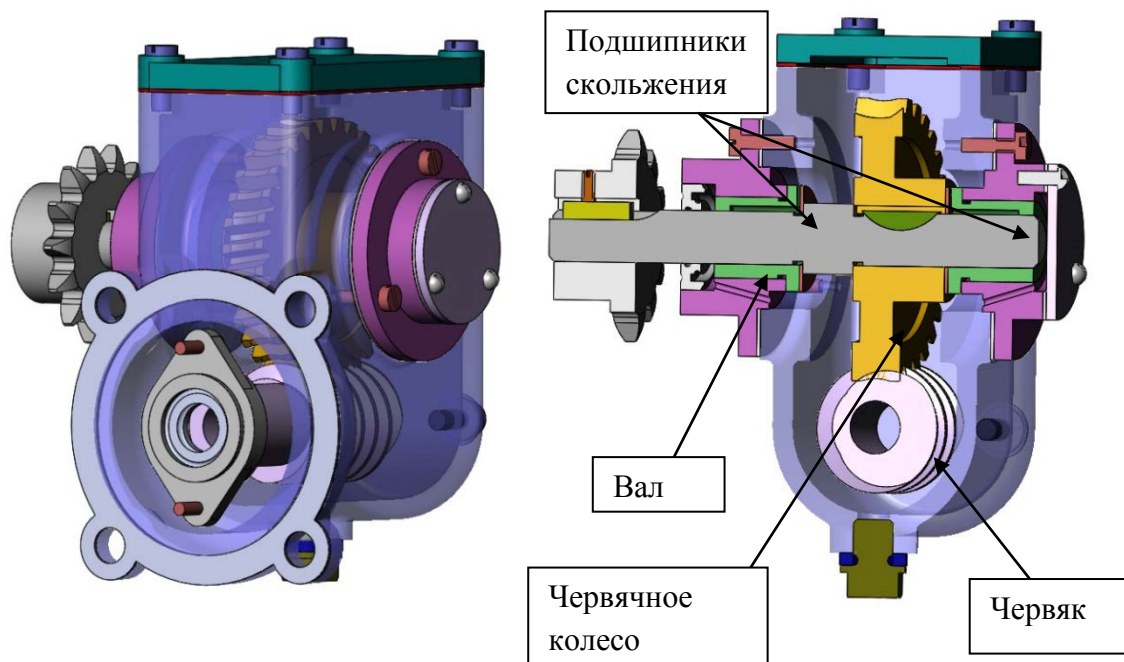


Рис. 3. Модель червячного редуктора

Второй вариант применения червячной передачи показан на рисунке 4 в приспособлении поворотном столе для фрезерного станка, выполненного в CAD-среде КОМПАС 3D V13.

Вращение стола осуществляется вручную от рукоятки и червячной передачи – червяка и червячного колеса. Червячное колесо крепится к столу приспособления тремя винтами и зафиксировано тремя штифтами. Между столом и червячным колесом установлена оправка. К выступающей конической поверхности оправки плотно прижаты два сухари, прикрепленные к корпусу винтами. Сухари удерживают стол от возможных вертикальных перемещений в процессе обработки. Благодаря большому передаточному числу обеспечивается точность позиционирования стола.

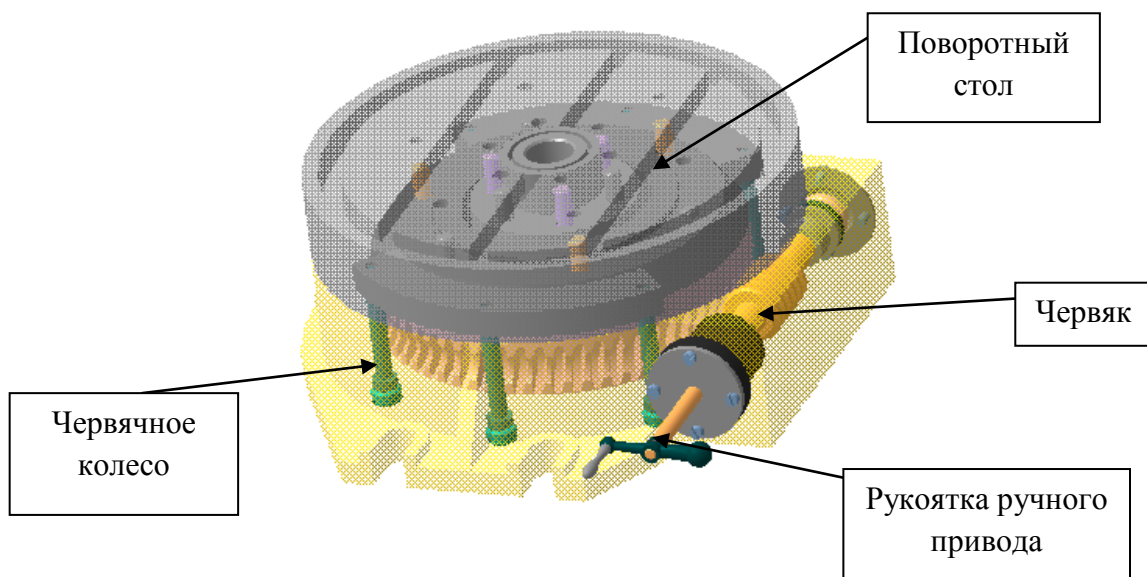


Рис. 4. Модель поворотного стола для фрезерного станка

Выводы:

1. Большая часть современных изделий в своей основе использует механизмы, изобретенные сотни, а то и тысячи лет назад.
2. Идеи Архимеда побеждают время и совместимы с новыми технологиями.

Список литературы

1. Электронная справочная система SolidWorks 2009
2. Решетоа Д. Н. Детали машин/ Д.В. Решетовв – М: Машиностроени, 1989. – 485с.



СВАИ ТИСЭ.
Авдеева А. А.
научный руководитель Холодов С. П.
Сибирский Федеральный Университет

1. Недостатки технологий свай ТИСЭ

Буронабивные сваи с уширением имеют повышенную несущую способность и малый расход бетона. Однако эта технология обладает недостатком, который сильно снижает ее преимущества. Основным недостатком технологии - потребность в специальном оборудовании. Это буровые установки, смонтированные на грузовых автомобилях, имеющие расширяющуюся фрезу (наконечник). Такое оборудование практически недоступно в отдаленных периферийных районах, где ведется строительство.

2. Решение

В настоящее время цена вопроса важна для всех. А как известно, стоимость любого фундамента в основном состоит из стоимости бетона, материалов, арматуры и рабочей силы, что составляет, примерно, от 15 до 30% всех затрат. Поэтому важно выбрать оптимальную технологию, отвечающую всем показателям безопасности, а так же недорогую в использовании.

Экономичность

Благодаря разработанному в 1996 году специальному буру - ТИСЭ с откидным плугом, затраты на создание опор фундамента намного снизились. За счет незначительного веса оборудования, которое не требует дополнительных затрат на перевозки, простоты в использовании в строительстве и короткого срока возведения фундамента.

В таблице 1 указаны основные операции и примерная стоимость на проведение работ. Фундамент по приведенной технологии можно соорудить самостоятельно либо нанять специалистов на любую из стадий. Если все делать своими руками, то затраты будут состоять только из стоимости материалов.

Таблица 1. Примерная стоимость возведения 1 свай и 1 п.м. ростверка по технологии ТИСЭ.

| Наименование операции | Материалы (марка бетона, диаметр арматуры, размер бруса и досок) | Цена, рубли |
|--|--|-------------------------|
| Размер скважин, м: диаметр – 0,25, расширение – 0,6, глубина промерзания грунта – 1,85 | | |
| 1. Скважина для свай (без заливки бетоном) | - | 1 200 |
| 2. Устройство свай ТИСЭ под ключ: | | 4 500 |
| - скважина | | |
| - бетон | В 22,5 | |
| - закладные диаметром 30 мм | | |
| 4. Сооружение опалубки, без бетона | Брус 50x50 мм, Доска 150x25 мм | 750 за 1 м ² |
| 5. Армирование основания ТИСЭ: | | 550 за 1 п. м. |
| - армирование в 2 ряда по 4 прутка | 10 | |
| - вертикальная обвязка на каждый метр | 10 | |
| Ростверк 400x400 мм | | |



| | | |
|---|------|------------------|
| 6. Заливка бетона для ростверка | M300 | 900 за 1 п. м. |
| 7. Возведение ростверка под ключ: | | 2 500 за 1 п. м. |
| - сооружение опалубки | M300 | |
| - армирование в 2 ряда по 4 прутка | 10 | |
| - вертикальная обвязка на каждый метр | 10 | |
| Итого: Стоимость 1 свай Стоимость 1 п. м. ростверка | | 7000 3400 |

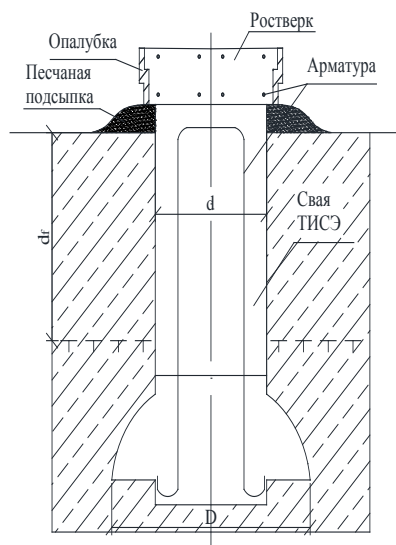


Рисунок 1. Разрез фундамента по технологии ТИСЭ
где d_f - глубина промерзания грунта, d - Диаметр свай, D - диаметр уширения

Безопасность

Эта технология очень простая, но обеспечивает будущему зданию крепкую опору, которая способна компенсировать деформации грунта. Фундамент, построенный по технологии ТИСЭ, подходит под самые разные строения. Это может быть дом, гараж, хозяйственная постройка

Время.

Сегодня время - это один из самых дорогих ресурсов. Чем дольше сроки строительства, тем более дорогой становится технология. Возведение свай ТИСЭ происходит достаточно быстро, благодаря использованию специального бура, а так же снижению объема земляных работ.

Технология

Строительство фундамента по технологии ТИСЭ не нуждается в использовании специальной дорогой техники и инструментов. Здесь спокойно можно обойтись фундаментным ручным буром ТИСЭ с откидывающимся плугом.



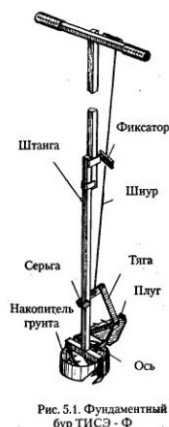


Рисунок 2. Ручной бур ТИСЭ с откидывающимся плугом

Бурение осуществляется чуть ниже глубины промерзания грунта. Чтобы облегчить бурение в грубых и жестких грунтах в скважину подливают немного воды. По мере накопления в накопителе грунта, его периодически очищают.

Когда пробурена полностью цилиндрическая часть скважины, то на бур устанавливают плуг. Опустив его в пробуренное отверстие, вращают против часовой стрелки. Плуг под собственным весом образует полость полусферическую.

После работы скважина очищается от земляных комьев. По технологии ТИСЭ в скважину не делают подушку из песка, потому что это приводит при ее уплотнении к неравномерным осадкам.

Скважины армируются арматурой диаметром 10-14мм. Перед заливкой бетоном выносится отметка нижней кромки фундамента (ростверка). В таком случае используют нивелир или гидравлический уровень. Когда полностью заполнена бетоном сферическая часть, то в скважину опускается специальная рубашка из толя или рубероида до нижнего края ростверка. Только после этого выполняют заливку бетона.

Когда бетон застынет, начинают формировать ростверк.

Важно помнить, что столбчатый фундамент на пучинистых грунтах обязательно выполняется с небольшим зазором между грунтом и ростверком. Это нужно для того, чтобы грунт при пучении не приподнимал ростверк.

3. Постановка задачи

Применение данной технологии можно рассмотреть на примере возведения фундамента по технологии ТИСЭ для конструкция легкого здания. Здание одноэтажное кирпичное с высотой этажа $h = 2,8$ м. Толщина стены $\delta = 380$ мм. Плотность кладки $\rho = 1,35$ т/м³. Полы по грунту, утепленные слоем пенополистирола. Нагрузка на погонный метр стены $P = 1,44$ т/м = 14,4 кН/м. При шаге свай 1,5 м нагрузка на сваю составит $N = 14,4$ кН.

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ТВЕРДОСПЛАВНЫХ КОМПОЗИТОВ ЗА СЧЕТ ДОБАВОК НАНО ЧАСТИЦ КЕРАМИКИ

**Вадимов В.Н., Анистратенко Н.Е.,
научный руководитель канд. техн. наук Гордеев Ю.И.**
Сибирский федеральный университет

Применение современного высокопроизводительного и высокоточного металлообрабатывающего оборудования, многоцелевых станков (обрабатывающих центров) диктует необходимость повышения качества металлорежущего инструмента. Прочностные и эксплуатационные свойства инструмента непосредственно зависят от химического состава исходного порошкового сырья, структурных параметров спеченного материала, технологии изготовления и геометрии режущей части цельного и сборного твердосплавного инструмента.

Известны эффективные, «экономичные» способы и технологические приемы, которые позволяют сохранять субмикронные карбидные зерна за счет предварительного введения в состав смеси добавок наночастиц керамики (оксидов, нитридов), которые играют роль ингибиторов либо нанесения защитных слоев этих наноразмерных материалов на порошки карбидов [1].

При спекании наночастицы оксида алюминия, растворяясь в металле-связке, образуют тонкий металлокерамический слой, разделяющий зерна карбида либо размещаются между ними. Легирующие нанодобавки оказывают не только ингибирующее воздействие, но изменяют также параметры микроструктуры (средний размер карбидного зерна, средняя толщина прослойки связующего, смежность карбидных зерен, протяженность карбидных границ и др.), дисперсно упрочняют собственно прослойку связующего и как результат повышают физико-механические и эксплуатационные свойства твердосплавного композита в целом. Изучение микроструктурных параметров твердого сплава методами растровой электронной микроскопии в сочетании с использованием поэлементного анализа свидетельствует о высокой статистической однородности взаимного распределения компонентов композита (зерен карбидов вольфрама, титана, карбонитрида, прослойки металла-связки и модифицирующих добавок наночастиц) по объему.

Исследованные твердосплавные композиты, являются сложными материалами, в которых, по крайней мере, одна фаза проявляет свойства наноматериала. Характер взаимодействия частиц, энергию активации процессов гомогенизации при спекании можно также моделировать, прогнозировать и рассчитывать на стадии проектирования твердосплавного композита.

Разработанные ранее применительно к модифицированным наночастицами твердым сплавам геометрические модели, методики расчета прочности в зависимости от размеров, концентрации и объемных долей всех составляющих WC-Co-Al₂O₃(ZrO₂), были использованы для оценки эффективности «внедрения» наночастиц Al₂O₃f в структуру кобальтовой связки и прогнозирования конечных свойств материала на стадии «конструирования» [2]. При этом исходили из предположения, что внедренные в прослойку связующего наночастицы способствуют уменьшению ее толщины, дисперсно упрочняют ее на фрагментарном уровне, подавляют рост карбидного зерна и, как результат, обеспечивают прирост прочности твердосплавных композитов в целом.

Однако, задача оптимизации состава и получения качественного материала не может быть решена только за счет повышения начальной плотности упаковки, моделирование структуры и свойств гетерогенных полидисперсных твердосплавных компози-



тов требует учета как геометрических, так и энергетических факторов, определяющих направленность и интенсивность протекания процессов массопереноса при спекании. Реальная структура зачастую кардинально отличается от модельной.

- моделирование плотности, исходя из соотношения объемных долей микронной карбидной (V_m) и нанодисперсной (V_f) фракции и их средних размеров (d_m , d_f);

Предлагаемая стереологическая модель представляет из себя четверку потройно касающихся друг друга матричных частиц (WC) одного размера. Частицы карбидной фазы при моделировании условно приняты сферическими. Центры этих шаров являются вершинами тетраэдра, ребра которого образованы радиусами R_i (рис. 1).

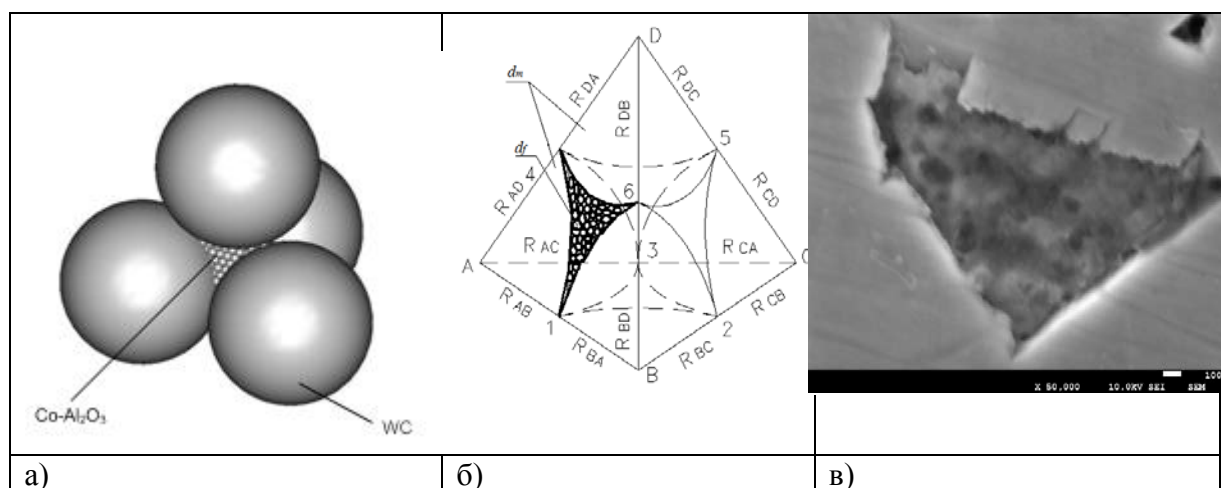


Рис. 1. Моделирование структуры композита: а) – схема упаковки; б) – геометрическая модель бимодальной системы d_m (WC) – нанодобавки керамики d_f (Al_2O_{3f} , ZrO_{2f}); в) реальная структура объекта

Единичный объем (V_c) фрагмента такой структуры с бимодальным распределением частиц по размерам (\bar{d}_m , \bar{d}_f) может быть определен, исходя из соотношения: $V_c = N_m v_m + v_p$, где N_m – число карбидных частиц; v_m – средний объем карбидных частиц. Объем пустот (v_p) между карбидными частицами исходя из известных положений стереологии

$$\text{можно принять равным } v_p = 0.20776 \cdot \left(\frac{\bar{d}_m}{2} \right)^3.$$

В качестве способа повышения плотности прессовки предлагается вводить дополнительный объем нано фазы v_f , равный объему пустот, т.е. $v_p = N_f v_f$. Это условие невыполнимо фактически, поскольку вторичная плотная упаковка из наночастиц образует свои собственные пустоты v_{pf} (рис. 1б), т.е. N_f должно быть уменьшено до N_f^* на объем v_{pf} , который предлагается приравнять объемной доле металлического связующего $v_b =$

$$v_{pf} = 0.20776 \cdot \left(\frac{\bar{d}_f}{2} \right)^3 \text{ (количество частиц } N_f^* \text{ можно рассчитать по аналогии исходя из}$$

приведенных выше соотношений). При таком подходе к решению задачи моделирования структуры композита обеспечивается его максимальная плотность.

Это целесообразно, исходя также и из физических соображений, поскольку при спекании формируется активирующий слой из наночастиц. Особенностью предлагаемого в работе подхода к определению плотности упаковки является учет различий в кинетике уплотнения и массопереноса у частиц крупнокристаллической и субмикронной составляющей. Условие формирования в процессе спекания монослоя из наночастиц и одновременно получение плотной структуры композита требует при «сшивке»

разных моделей выполнения также следующих соотношений:

$$\beta_0 \cdot \sum_{i=1}^{N_m} (d_m + d_f)^3 = N_m \cdot v_m + N_m \cdot v_p + N_f \cdot v_f \quad (1)$$

$$v_h = 4\pi((R_m + h)^3 - R_m^3) / 3R_m^3 \quad (2)$$

где β_0 - коэффициент, определяющий форму структуры; h – толщина прослойки из монослоя наночастиц с размером d_f , v_h - объем прослойки толщиной h .

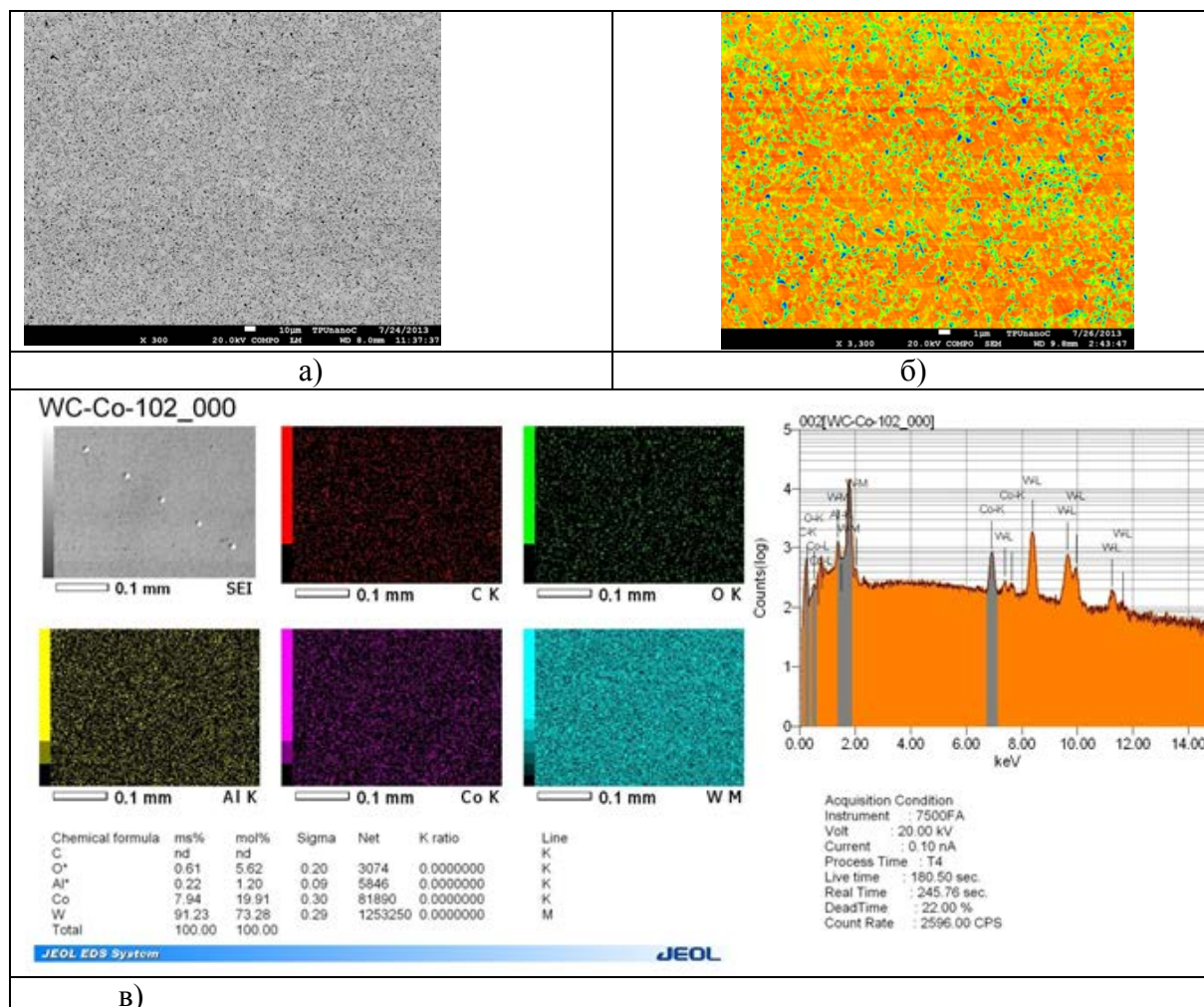


Рис. 2. Электронно-микроскопические изображения наноструктурированного твердого сплава (а,б) и EDS-карта локального залегания легирующего компонента на поверхности твёрдосплавного композита, изготовленного на основе микронного порошка с добавками оксида алюминия (в)

Решая совместно эту систему уравнений (1, 2), а также используя уравнения из геометрической модели разработанной ранее [3] для WC-Co-нано $Al_2O_3(ZrO_2)$ можно определить оптимальные объемные области добавок модифицирующих наночастиц при различных соотношениях средних размеров d_m/d_f и объемных долей частиц v_m/v_f . Полученные в соответствии с геометрической моделью расчетные выражения позволили предварительно рассчитать количество добавок наночастиц, необходимое для получения прессовок с наибольшей плотностью упаковки. Оценочные расчеты производились для размеров частиц карбидной фазы в диапазоне $d_m(WC)$ от 0,5 до 3 мкм и размеров керамических наночастиц d_f от 0,008 до 0,1 мкм, используемых в экспериментальной части работы. В частности, при размерах частиц $d_m = 3$ мкм; $d_f = 80$ нм, необхо-

димая концентрация добавок наночастиц в состав смеси составила $V_f=0,30$ или около 3 % масс.

В совокупности результаты расчетных (по модели) и экспериментальных исследований (методами растровой электронной микроскопии в сочетании с использованием поэлементного анализа) позволяют реализовать требуемые (прогнозируемые) параметры микроструктуры с достаточно высокой однородностью распределения фазовых составляющих (зерен карбидов вольфрама, титана, карбонитрида, прослойки металлсвязки и модифицирующих добавок наночастиц) по объему твердосплавного композита (рис.2).

Дополнительные исследования показывают, что управлять качеством спеченного твердого сплава можно за счет альтернативных методов консолидации, использования поэтапного ступенчатого нагрева с выдержкой на характерных, “реперных” точках соответствующих смене механизмов консолидации, термомеханического циклирования и компрессионного спекания. Физический смысл такого воздействия заключается в своеобразной “раскачке” материала, активации процессов структурообразования. В конечном итоге это позволит снизить температуру спекания и сформировать более мелкозернистую структуру твердого сплавного композита WC-Co-Al₂O₃, WC-Co-ZrO₂.

Результаты совместных работ с Национально – исследовательским Томским политехническим университетом [4] свидетельствуют о положительном влиянии добавок наночастиц на свойства стандартных твердых сплавов, что объясняется, прежде всего, изменением их структурных параметров. Формирование наноструктурных фрагментов в объеме металлической кобальтовой прослойки обеспечивает снижение до субмикронных размеров ее толщины между карбидными зёрнами, реализуется известный в материаловедении эффект дисперсного упрочнения (рис. 3).

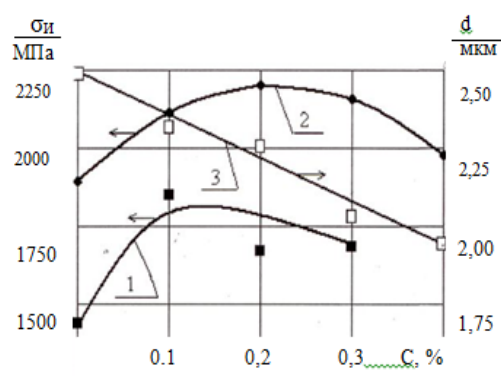


Рис. 3. Изменение прочности на изгиб (σ_n) и размера карбидного зерна (d) в зависимости от концентрации нанодобавок (C): 1 – VK6 - наноAl₂O₃; 2- VK15 - наноAl₂O₃; 3- изменение размера зерна WC в зависимости от концентрации Al₂O₃ – нано

Чрезвычайно важным фактом, который был обнаружен и повторялся при изучении микроструктуры твердосплавных материалов, модифицированных наночастицами в условиях ЦЗЛ УНТЦ Кировградского завода твердых сплавов и ТПУ, является стабильное снижение среднего размера карбидных зерен основной фазы WC, TiC (рис.3), а также данные приведены в работах [4,5].

Разработанные применительно к известным стандартным твердым сплавам математические модели, методики прогнозирования прочности, вязкости разрушения модифицированных твердых сплавов в зависимости от концентрации и объемных долей всех составляющих, были использованы (адаптированы) для оценки эффективности

«внедрения» наночастиц в структуру кобальтовой связки вновь создаваемых твердых сплавов. По результатам расчетных и проведенных экспериментальных исследований такие наноструктурированные твердосплавные композиты с субмикронным карбидным зерном могут иметь следующий диапазон свойств: трещиностойкость по Палмквисту (коэффициент интенсивности напряжений) $K_{Ic}=20-21 \text{ МПа}\cdot\text{м}^{1/2}$; прочность на изгиб, $\sigma_{и}=1800-2400 \text{ МПа}$ (для твердых сплавов разного состава).

Таблица1. Некоторые прочностные характеристики образцов твердых сплавов

| Образцы твердых сплавов | | Физико-механические характеристики изготовленных образцов | | |
|--|-------------------------|---|--|---|
| | | Твердость HV, ГПа | Предел прочности при изгибе R_{bm} , ГПа | Трещиностойкость K_{Ic} , $\text{МПа} \cdot \text{м}^{1/2}$ |
| микрокристаллические, крупнозернистые для дорожных резцов BK15 + Al_2O_3 | | 12,7 | 2,54 | 21,6 |
| микрокристаллические, крупнозернистые для перфораторного бурения BK10KC + Al_2O_3 | | 15,1 | 2,68 | 19,3 |
| квази-нанокристаллические для резания металлов (SPS синтез) | BK6 | 19,5±0,6 | 2,03±0,1 | 9,1±0,6 |
| | BK6 + 2% ZrO_2 | 20,4±0,6 | 2,17±0,1 | 9,3±0,7 |
| | BK6 + 4% ZrO_2 | 22,0±0,6 | 2,09±0,1 | 9,7 |

Полученные результаты экспериментальных исследований в сочетании с методами компьютерного моделирования и прогнозирования свойств твердосплавных композитов, модифицированных добавками наночастиц керамики, обеспечивает расширение возможностей для управления структурой и свойствами твердых сплавов. Разработанные методы синтеза новых керамических порошков и их соединений, методы и аппаратура химической очистки нанопорошков, математические модели, методы расчета и прогнозирования структурных прочностных характеристик твердосплавных композитов, модифицированных добавками наночастиц керамики, обеспечивают возможности расширения номенклатуры, областей применения и технико-экономических показателей изделий из твердых сплавов за счет улучшенного сочетания физико-механических и эксплуатационных характеристик.

Список литературы

1. Фальковский В.А., Клячко Л.И. Твердые сплавы // М.: Издательский дом "Руда и металлы". -2005. -415 с.
2. Ю. И. Гордеев, А. К. Абкарян, Г. М. Зеер. Конструирование и исследование твердосплавных и керамических композитов, модифицированных наночастицами//Перспективные материалы, №5, 2012г., с. 76-88.
3. Гордеев Ю.И., Абкарян А.К., Зеер Г.М. Перспективы использования нанопорошков для повышения эксплуатационных характеристик твердосплавного инструмента// Технология машиностроения, №9, 2008 г., с.31-35.



4. Гордеев Ю. И., Абкарян А. К., Бинчуров А.С., Ясинский В.Б., Карпов И.В., Лепешев А.А., Хасанов О. Л., Двилис Е.С. Разработка эффективных путей управления структурой и свойствами твердосплавных композитов модифицированных наночастицами//Журнал Сибирского Федерального Университета. Серия: техника и технологии №3 (7), 2014г.

5. Гордеев Ю. И., Абкарян А. К., Ясинский В.Б., Бинчуров А.С., Вадимов В.Н. Конструирование и исследование наноструктурированных твердосплавных композитов с повышенным уровнем прочностных и эксплуатационных характеристик за счет модифицирования наночастицами и термомеханической обработки//Вестник Сибирского аэрокосмического университета Выпуск 4(56),2014г., с. 209-219.



ВАКУУМНЫЙ НАСОС, КАК ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ И ПОНИМАНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ ЗАДАЧ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ В САД-СРЕДЕ SOLIDWORKS

Бобров Денис Евгеньевич
научный руководитель Л.Н.Головина
Сибирский Федеральный Университет

Цель: Решение инженерной задачи по определению давления, создаваемого в цилиндре вакуумного насоса, для проверки соответствия выполняемой работы.

Понятие «вакуум» («пустота» от латинского) – это газовое состояние при низком давлении. Вакуум в камере создается путем физического удаления молекул воздуха и вывода их из системы. Удаление воздуха из замкнутой системы постепенно уменьшает плотность воздуха в ограниченном пространстве, что вызывает падение абсолютного давления оставшегося газа. Вакуумный насос преобразует механическую энергию, подаваемую на вращаемый вал, в пневматическую энергию путем откачивания воздуха, находящегося внутри системы. Уровень внутреннего давления, таким образом, становится ниже, чем у наружного атмосферного.

На рисунке 2 представлена модель вакуумного насоса, выполненного в САД-среде SolidWorks. Вакуумный насос состоит из корпуса литой конструкции, шкива с противовесом, коленчатого вала, шатуна, поршня, цилиндра, гильзы, коробки клапанов и крышки с отверстиями для ввода и вывода газа.

Принцип работы исследуемого вакуумного насоса

При движении поршня вниз в цилиндре создается разрежение. Всасывающий клапан в коробке клапанов открывает отверстия в головке и воздух из системы поступает в рабочую камеру. Нагнетательный клапан в головке под действием атмосферного давления закрывает отверстия в коробке клапанов, тем самым изолируя рабочую систему от атмосферы. При движении поршня вверх воздух сжимается. Под действием воздуха всасывающий клапан перекрывает отверстия, ведущие в систему, а нагнетательный поднимается и воздух выталкивается в атмосферу. Возвратно-поступательное движение поршень получает от коленчатого вала через шатун, который, в свою очередь, получает вращение от мотора через клиномерный шкив, выполненный с противовесом для балансировки вала.

Для смазки движущихся частей вакуумного насоса в нижней части корпуса крепится разбрызгиватель (рис.2), который обеспечивает равномерность смазки.

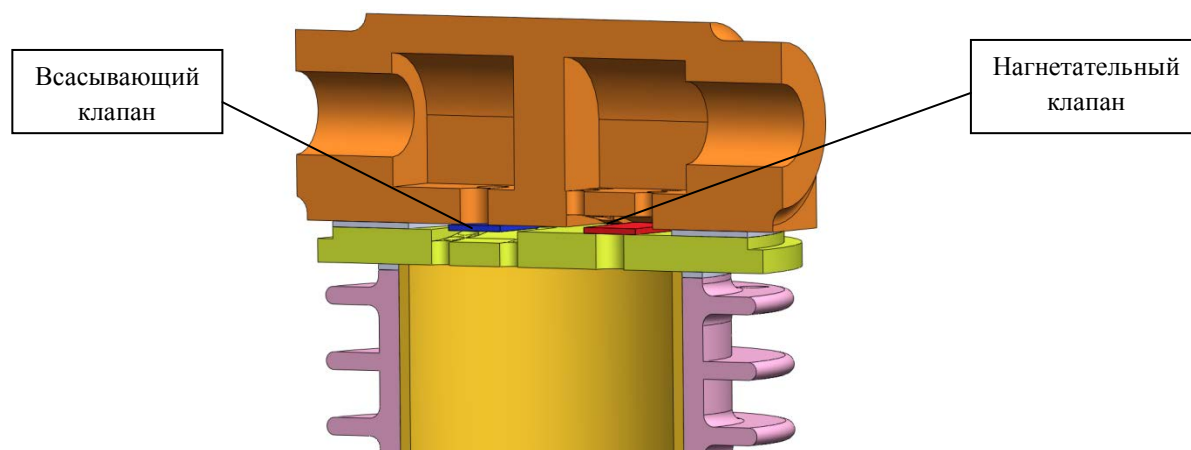


Рисунок 1. Головка поршня

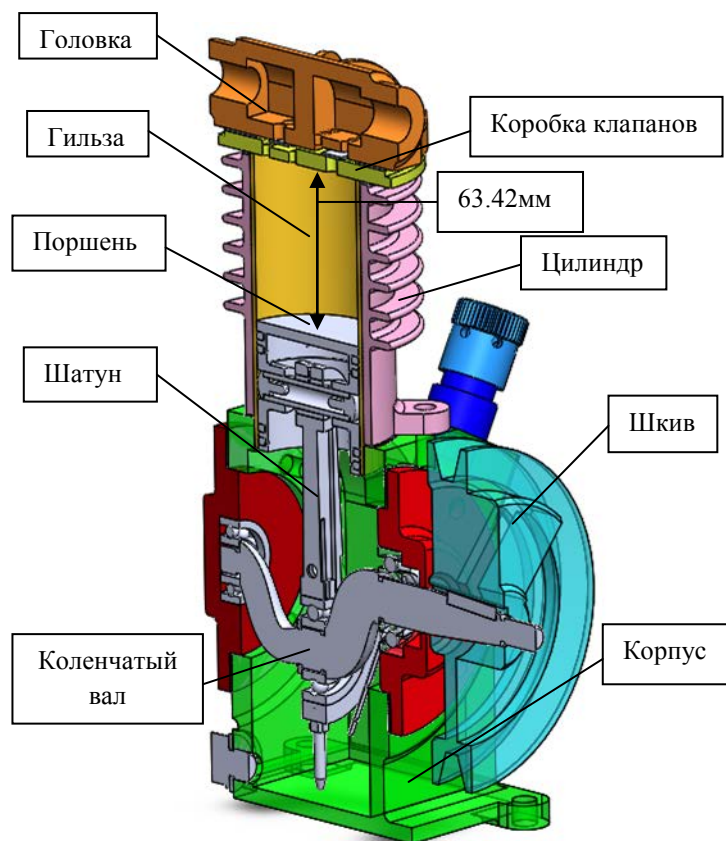


Рисунок.2. Вакуумный насос в положении всасывания

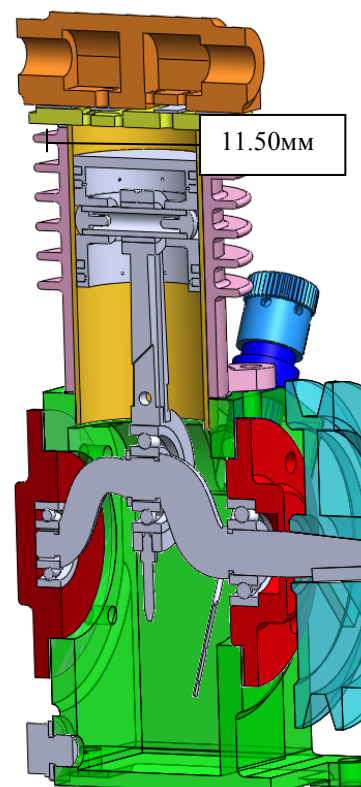


Рисунок.3. Вакуумный насос в положении нагнетания

Определения давления насоса

Найдём давление газа по формуле Менделеева-Клапейрона $PV = \frac{mRT}{M}$; $P = \frac{mRT}{VM}$, где m – масса газа, R – универсальная газовая постоянная, T – температура газа, V – его объём и M – его молярная масса. Давление газа поступившего в систему будет равно $P_o = \frac{mRT_o}{V_oM}$, а давление сжатого воздуха равно в таком случае $P_c = \frac{mRT_c}{V_cM}$. Найдём давление, создаваемое насосом через отношение $\frac{P_o}{P_c}$, так как $\frac{mR}{M}$ будет постоянно для любого положения поршня, то выражение примет вид $\frac{P_o}{P_c} = \frac{V_cT_o}{V_oT_c}$, отношение $\frac{V_c}{V_o}$ всегда будет постоянно для исследуемого нами насоса, его мы найдём как коэффициент разрежения

Для определения коэффициента разрежения насоса нам потребуется формула $Q = \frac{1}{k}$, где k – это коэффициент сжатия, который, в свою очередь, вычисляется по формуле: $k = \frac{V_o}{V_c}$. В данном случае работа совершается в цилиндре, объём которого мы можем посчитать по формуле: $V = Sh$, где S – основание цилиндра, а h – его высота. Очевидно, что S будет постоянна для всех состояний системы, следовательно, $k = \frac{Sh_o}{Sh_c} = \frac{h_o}{h_c}$

Для того, чтобы измерить высоту h_o и h_c воспользуемся инструментами SolidWorks. Как видно из рисунков 2 и 3 в нижнем положении поршня расстояние между верхней кромкой цилиндра и нижней кромкой коробки клапанов h_o равно 63,42 мм, а в верхнем положении расстояние h_c равно 11,50 мм. Подставляя полученные значе-

ния, получим коэффициент сжатия $k = 5,5$, в таком случае коэффициент разрежения равен $Q = \frac{1}{5,5} = 0,18$.

Зная коэффициент разрежения, мы можем посчитать давление, которое может создать насос при заданном атмосферном давлении. Так как $P_c = \frac{P_o T_c}{Q T_o}$, то, например, если расширение изотермическое, то при поступившем в рабочую камеру атмосферном давлении ($P_o = 101\ 325$ Па), давление, созданное насосом, будет равно $P_c = 562\ 916$ Па.

Эти расчеты подтверждают соответствие изделия техническому заданию

Выводы:

1. Инструменты Cad-сред, в частности SolidWorks, позволяют изучить работу любого смоделированного устройства без создания реального прототипа, что значительно ускоряет и удешевляет решение поставленной инженерной задачи.
2. На этапе проектирования появляется возможность изменения размеров моделей деталей по мере уточнения параметров.
3. Полученная 3D модель позволяет исследовать кинематику, динамику и работоспособность изделия.

Список литературы

1. Электронная справочная система SolidWorks 2009
2. Кузнецов В. И. Механические вакуумные насосы/ В.И. Кузнецов – Москва: Государственное энергетическое издательство, 1959. – 280стр.



КОНСТРУИРОВАНИЕ ДЕТАЛЕЙ СЛОЖНЫХ ФОРМ В САД-СРЕДАХ СИНТЕЗОМ ИХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЗ ТИПОВЫХ ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ ОПЕРАЦИЙ

Головачев И.С

научный руководитель Головина Л.Н.

Сибирский федеральный университет

Цель: научиться понимать формы элементов деталей и их взаимные расположения при чтении сложных чертежей, на примерах “стопорно-регулирующего клапана ЦДС” и “корпуса шестеренного насоса”.

Задача: создание 3D-моделей элементов деталей с использованием различных приемов построений САД-сред: SolidWorks и КОМПАС 3DV13.

Корпус стопорно-регулирующего клапана ЦДС, выполненный в САД-среде SolidWorks (рис.1), состоит из центрального элемента, патрубка верхнего и патрубков для подвода пара.

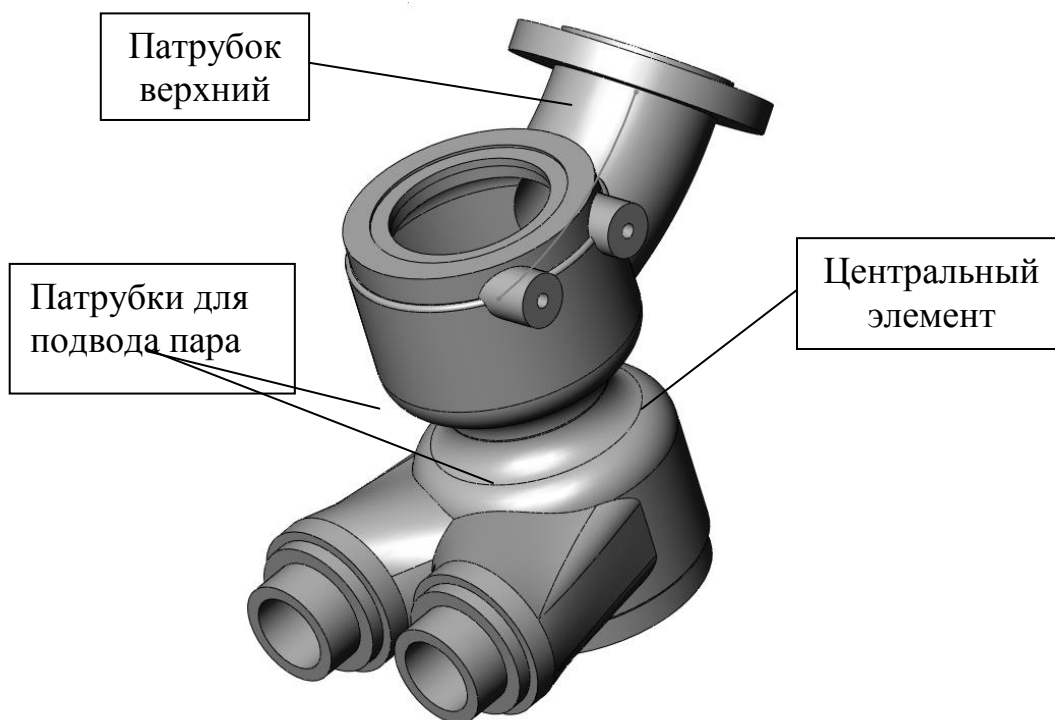


Рис. 1 Стопорно-регулирующий клапан ЦДС

Центральный элемент корпуса представляет из себя цилиндрическую поверхность, полученную операцией “повернутая бобышка”. Эскиз для данной операции представлен на рисунке 2.

Форма патрубка верхнего представляет из себя часть торовой поверхности и создается в САД-среде операцией “бобышка по траектории” (рис.3).

На рисунке 5 представлена сборка шестеренного насоса, выполненного в CAD-среде КОМПАС 3DV13. Шестеренный насос предназначен для подачи смазочного материала под давлением к трущимся частям двигателя. Рабочие шестерни, стоящие внутри насоса, вращаются и создают пониженное давление в зоне всасывания, под действием которого смазочный материал из поддона картера по трубопроводу поступает в зону всасывания и между зубьями шестерен переносится в зону нагнетания, где вытесняется зубьями, входящими в зацепление; создается повышенное давление, под действием которого смазочный материал подается в фильтр грубой очистки. Из фильтра она поступает в смазочную магистраль.

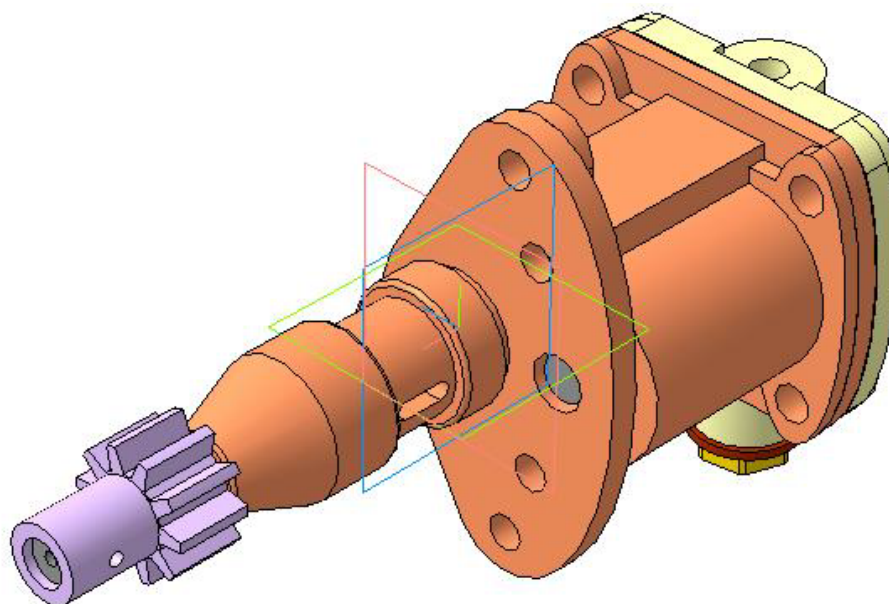


Рис.5 Модель шестеренного насоса

Корпус шестеренного насоса состоит из элементов различной формы (рис.6), часть из них получены операцией вращения, часть операцией выдавливания.

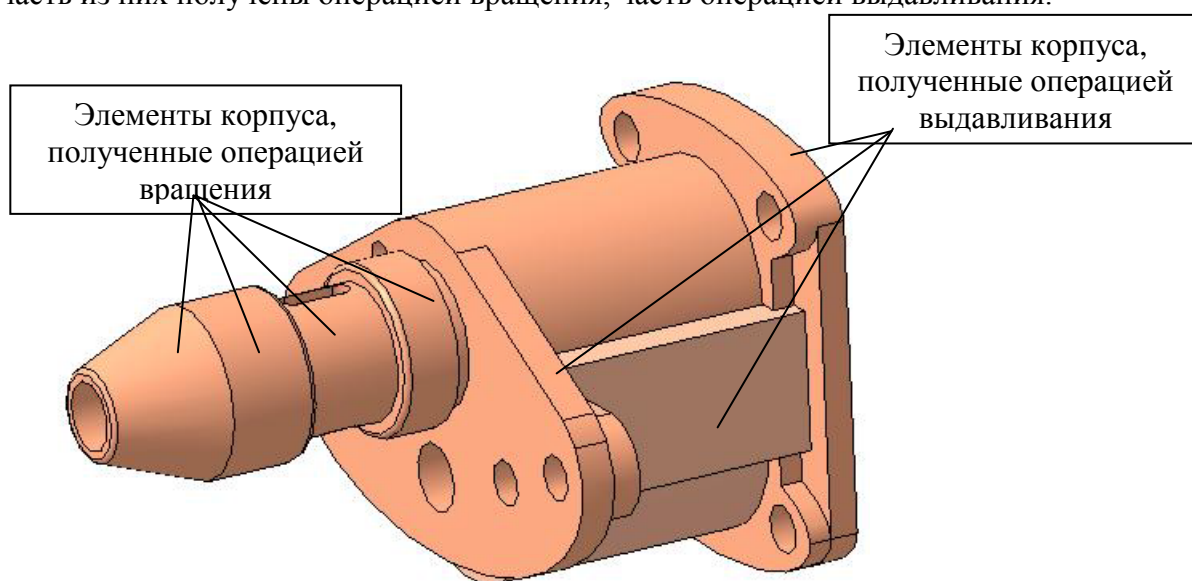


Рис.6 Корпус шестеренного насоса

Один из эскизов для создания фланцевой поверхности представлен на рисунке 7. Для создания эскиза использовались примитивы: отрезки, дуги, окружности.

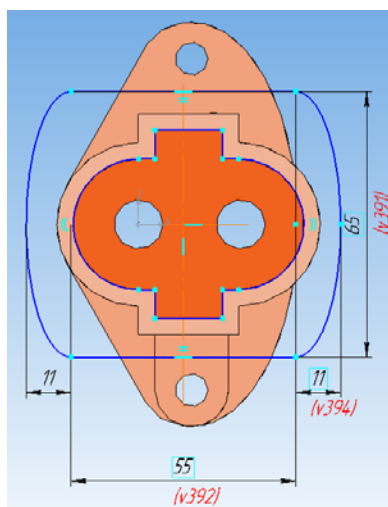


Рис.7 Эскиз фланцевой поверхности

Вывод:

1. Освоение технологии моделирования в CAD-средах позволяет создавать сложные детали за счет синтеза элементов, анализируя алгоритмы их построения.
2. При работе в CAD-средах появляется понимание не только формы деталей, но и принципы действия изделий.





УДК 004:744

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ СОЗДАНИЯ 3D БИБЛИОТЕК УПРУГИХ МУФТ В CAD-СРЕДЕ «SOLIDWORKS»

Егорова М.И., Малахова А.В.
научный руководитель Головина Л.Н.
Сибирский Федеральный Университет

CAD-среда «SolidWorks» предназначена для проектирования изделий, представляемых как совокупность твердотельных моделей деталей и сборочных единиц. В настоящее время, для сокращения времени проектирования и снижения вероятности ошибок за счет автоматизации моделирования в CAD-средах создаются 3D библиотеки, содержащие различные стандартизованные компоненты, доступные конструктору для использования в создаваемых изделиях.

Основные проблемы создания библиотек – поиск и анализ действующего стандарта, распространяющегося на создаваемый элемент, вывод уравнений зависимостей, связывающих отдельные части конструкции, определение взаимосвязей, грамотное проектирование 3D-моделей деталей и их сборка.

Упругие муфты с выпуклой торообразной оболочкой по ГОСТ Р 50892-96 изготавливают типов: 1, 1П и 2П. Полумуфты изготавливают исполнений 1, 2, 3 и 4. Упругая муфта с торообразной оболочкой состоит из: двух полумуфт 3 (рис. 1), двух соединительных колец 2 (рис. 1), четырех прижимных полуколец 1 (рис. 1) и торообразной оболочки 4 (рис. 1).

ГОСТ Р 50892–96

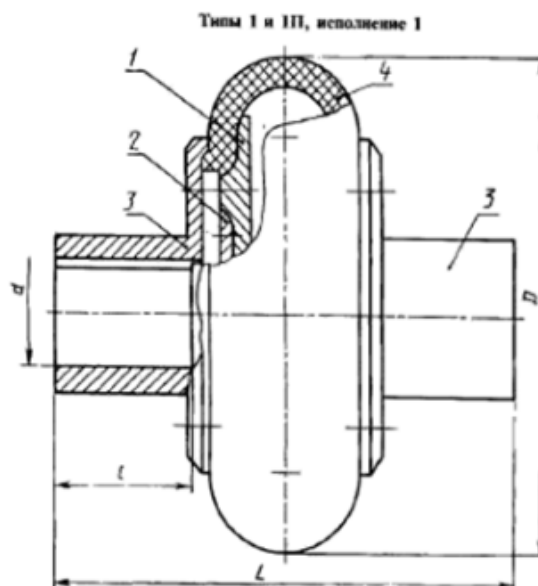


Рисунок 1. Упругая муфта с выпуклой торообразной оболочкой 1 типа, 1 исполнения по ГОСТ Р 50892-96

Для представления муфты в программе, последовательно моделируются все ее составляющие (рис. 2 а, б, в, г), после чего создается единая сборочная единица (рис. 2 д, е).



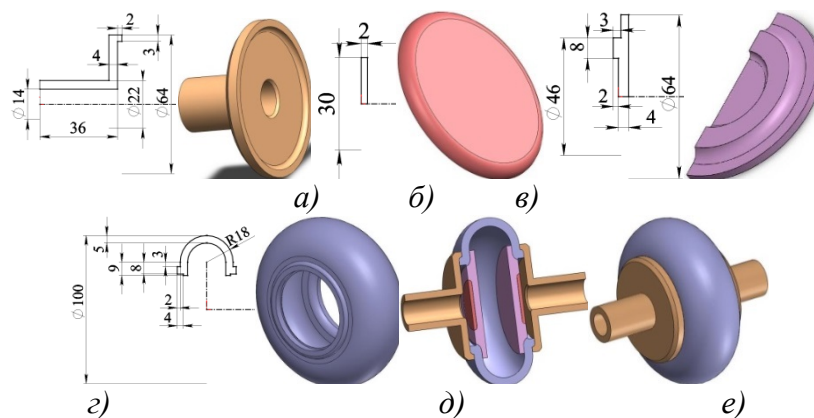


Рисунок 2. Модели и соответствующие им эскизы в CAD-среде «SolidWorks»: а) полумуфта, б) соединительное кольцо, в) прижимное полукольцо, г) выпуклая торообразная оболочка, д) сборка муфты в разрезе, е) сборка муфты полностью

Для создания параметризации необходимо было провести подробный и тщательный анализ деталей и их параметров по ГОСТ Р 50892-96, в результате чего было принято решение смоделировать муфту как монолитную конструкцию, полностью повторяющую конфигурацию муфты в сборке (рис. 3), поскольку это позволит упростить создание библиотеки и не допустить появления ошибок при добавлении муфты в сборку.

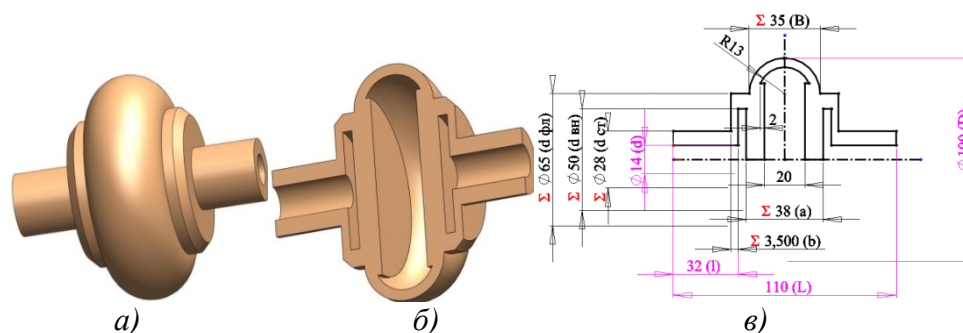


Рисунок 3. Эскиз (в) и 3D модель монолитной упругой муфты с выпуклой торообразной оболочкой типа 1, исполнения 1 а) полностью, б) в разрезе

На рис. 3(в) представлен эскиз монолитной упругой муфты с выпуклой торообразной оболочкой, на котором цветом выделены параметры (d, D, L, l) , являющиеся стандартными по ГОСТ Р 50892-96 и зависящие от номинального крутящего момента при кратковременной перегрузке.

Значком Σ выделены размеры, которые зависят от табличных параметров и связаны уравнениями. При анализе отдельных параметров таблицы были выведены следующие эмпирические зависимости, которые отображены в уравнениях:

1. $d_{cm} = 1,5 * d + 7$, где d_{ct} – диаметр ступицы полумуфты, d – внутренний диаметр полумуфты;

2. $b = (d_{cm} - d)/4$, где b – толщина фланца полумуфты;

3. $B = L - 2(l + b + 2)$, где B – ширина упругой оболочки;

4. $d_{fl} = D - B$, где D – диаметр торообразной оболочки, d_{fl} – диаметр фланца;

5. $d_{вн} = D/2$

6. $a = L - 2l - 8$

После вывода уравнений зависимостей и применения их в CAD-среде «SolidWorks» была создана таблица параметров по ГОСТ Р 50892-96 для упругой муфты с выпуклой торообразной оболочкой типа 1, исполнения 1 (рис. 4).

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Таблица параметров для: муфта | | | | |
| | D1@Эскиз1 | D7@Эскиз1 | D6@Эскиз1 | D3@Эскиз1 |
| 1 | 14 | 100 | 110 | 32 |
| 2 | 16 | 100 | 130 | 42 |
| 3 | 18 | 100 | 130 | 42 |
| 4 | 18 | 125 | 140 | 42 |
| 5 | 14 | 125 | 160 | 52 |
| 6 | 14 | 125 | 160 | 52 |
| 7 | 18 | 125 | 180 | 63 |
| 8 | 18 | 160 | 170 | 52 |
| 9 | 18 | 160 | 190 | 63 |

Рисунок 4. Фрагмент таблицы параметров для упругой муфты с выпуклой торообразной оболочкой типа 1, исполнения 1

На рис. 4 представлен фрагмент таблицы параметров для 9 из 75 разных (предпочтительных) упругих муфт с торообразной оболочкой, значения которых зависят от величины номинального крутящего момента. На рис. 4: 1 столбец - имя, номер муфты; 2 столбец – перечень значений для d ; 3 столбец – перечень значений для D ; 4 столбец – перечень значений для L ; 5 столбец – перечень значений для l .

На рис. 5 представлен пример изменения параметров в CAD-среде «SolidWorks» для упругой муфты №6 с выпуклой торообразной оболочкой типа 1, исполнения 1, где $d=14$, $D=125$, $L=160$, $l=52$

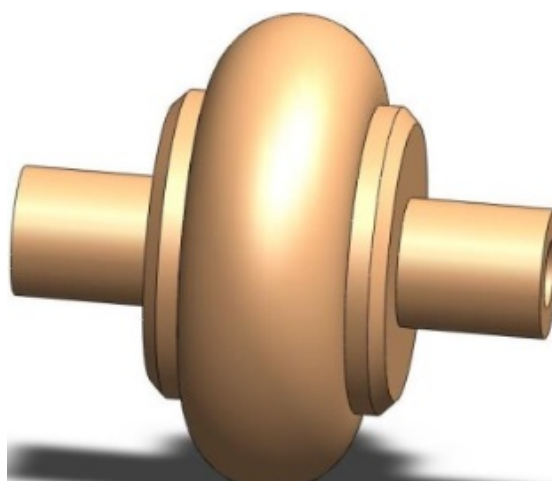


Рисунок 5. Упругая муфта с выпуклой торообразной оболочкой №4

Упругие муфты с упругим элементом (звездочкой) по ГОСТР 50894-96 изготавливают двух типов: 1 тип - с двумя торцевыми кулачками трапецевидного сечения и звездочкой с четырьмя «зубьями» (рис. 6 а); 2 тип – с тремя торцевыми кулачками трапецевидного сечения и звездочкой с шестью «зубьями» (рис. 6 б).

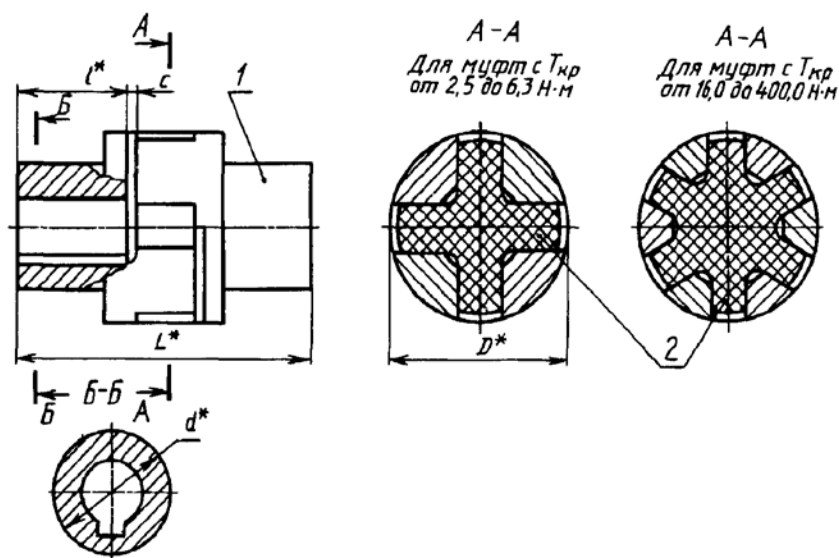


Рисунок 6. Упругая муфта с упругим элементом (звездочкой) по ГОСТ Р 50894-96: а) муфта 1 типа - с двумя торцевыми кулачками трапецевидного сечения и звездочкой с четырьмя «зубьями», б) муфта 2 тип - с тремя торцевыми кулачками трапецевидного сечения и звездочкой с шестью «зубьями»

Для представления муфты со звездочкой в программе, так же последовательно моделируются все ее составляющие (рис. 7 а,б, в), после чего создается единая сборочная единица (рис. 8 а,б).

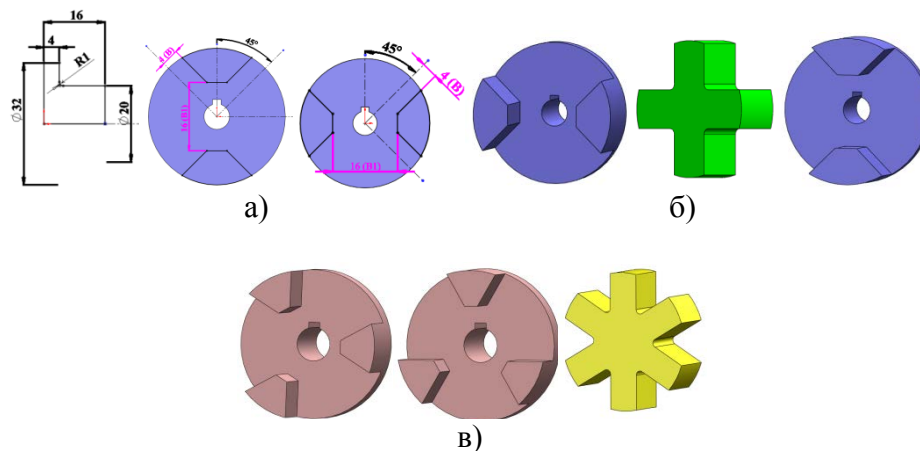


Рисунок 7. Модели упругой муфты со звездочкой: а) эскиз создания полумуфты, левая полумуфта, звездочка, правая полумуфта 1 типа в) левая полумуфта, звездочка и правая полумуфта 2 типа

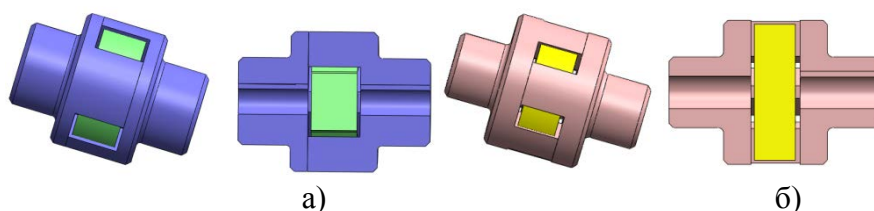


Рисунок 8. Упругая муфта со звездочкой в сборке: а) 1 типа б) 2 типа

После подробного анализа деталей и их параметров по ГОСТ Р 50894-96 создается таблица для каждой детали упругой муфты со звездочкой 1 и 2 типа.

| | D2@Эскиз2 | D2@Эскиз3 | D1@Эскиз3 | D1@Эскиз2 | D3@Эскиз2 | D4@Эскиз2 | D2@Эскиз4 | D3@Эскиз4 |
|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1 | 6 | 7 | 2 | 20 | 32 | 16 | 4 | 16 |
| 2 | 7 | 8 | 2 | 20 | 32 | 16 | 4 | 16 |
| 3 | 8 | 9 | 2 | 20 | 38 | 20 | 4 | 16 |
| 4 | 9 | 10,4 | 3 | 20 | 38 | 20 | 4 | 16 |
| 5 | 10 | 11,4 | 3 | 22 | 38 | 23 | 4 | 16 |
| 6 | 11 | 12,8 | 4 | 22 | 38 | 23 | 4 | 16 |
| 7 | 10 | 11,4 | 3 | 22 | 45 | 23 | 5 | 20 |

Рисунок 9. Фрагмент таблицы параметров для упругой муфты со звездочкой типа 1

На рис. 9 представлена часть таблицы параметров для 7 из 14 разных упругих муфт со звездочкой, значения которых зависят от величины номинального крутящего момента. На рис. 9: 1 колонка - номер муфты; 2 колонка – перечень значений для d ; 3 колонка – перечень значений для $d+t1$; 4 колонка – перечень значений для b ; 5 колонка – перечень значений для $d1$; 6 колонка – перечень значений для D ; 7 колонка – перечень значений для L ; 8 колонка – перечень значений для B ; 9 колонка – перечень значений для $B1$.

На рис. 10 представлена часть таблицы параметров для 6 из 30 разных упругих муфт со звездочкой.

По ГОСТ Р 50894-96 таблица содержит значения более чем для 30 различных муфт, включая в себя предпочтительные и менее предпочтительные значения d . На рис. 10: 1 колонка - имя, номер муфты; 2 колонка – перечень значений для d ; 3 колонка – перечень значений для $d+t1$; 4 колонка – перечень значений для b ; 5 колонка – перечень значений для $d1$; 6 колонка – перечень значений для D ; 7 колонка – перечень значений для L ; 8 колонка – перечень значений для $L1$; 9 колонка – перечень значений для B ; 10 колонка – перечень значений для $B1$.

| | D2@Эскиз1 | D1@Эскиз4 | D2@Эскиз4 | D3@Эскиз1 | D4@Эскиз1 | D1@Эскиз1 | D5@Эскиз1 | D4@Эскиз3 | D3@Эскиз3 |
|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1 | 12 | 13,8 | 4 | 26 | 53 | 30 | 20 | 5 | 14 |
| 2 | 14 | 16,3 | 5 | 26 | 53 | 30 | 20 | 5 | 14 |
| 3 | 16 | 18,3 | 5 | 28 | 53 | 40 | 30 | 5 | 14 |
| 4 | 18 | 20,3 | 6 | 28 | 53 | 40 | 30 | 5 | 14 |
| 5 | 14 | 16,3 | 5 | 28 | 63 | 30 | 20 | 6 | 16 |
| 6 | 16 | 18,3 | 5 | 28 | 63 | 40 | 30 | 6 | 16 |

Рисунок 10. Часть таблицы параметров для упругой муфты со звездочкой типа 2

На рис. 11 представлен пример изменения параметров в САД-среде «SolidWorks» для значений упругой муфты со звездочкой типа 1 под №10, параметры: $d=14$, $d+t1=16.3$, $b=5$, $d1=26$, $D=45$, $B=5$, $B1=20$.

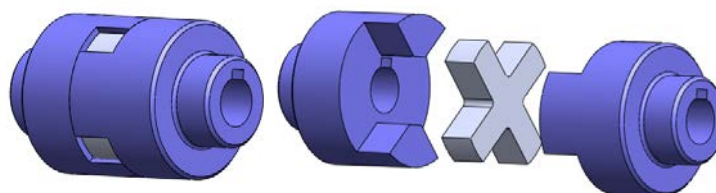


Рисунок 11. Упругая муфта со звездочкой № 10

В итоге, после определения эмпирических зависимостей, вывода уравнений, определения взаимосвязей и всех нюансов конструкций, проектирования монолитной упругой муфты с выпуклой торообразной оболочкой, моделирования составных частей упругих муфт со звездочкой и создания таблиц параметров, для САД-среды «SolidWorks» мы получили новые готовые библиотеки таких стандартизованных элементов, как упругая муфта с выпуклой торообразной оболочкой типа 1, исполнения 1 по ГОСТ Р 50892-96 и упругая муфта со звездочкой 1 и 2 типа по ГОСТ Р50894-96. Такие библиотеки могут сократить время на моделирование и облегчить задачу проектирования различных механизмов не только при выполнении работ и проектов студентами, но и при создании действующих механизмов квалифицированными инженерами-конструкторами.

Список литературы

1. «Муфты упругие с торообразной оболочкой. Технические условия.» ГОСТ Р 50892-96, Москва, Издательство стандартов, 1996
2. Поляков В.С., Барбаш И.Д., Ряховский О.А «Справочник по муфтам»: «Машиностроение» (Ленингр. отд-ние), 1974
3. Электронная справочная система SolidWorks
4. «Муфты упругие со звездочкой. Технические условия.» ГОСТ Р 50894-96, Москва, Издательство стандартов, 1996
5. Справочник по муфтам (Поляков В.С., Барбаш И.Д., Ряховский О.А.), Л., «Машиностроение» (Ленингр. отд-ние), 1974



ОЦЕНКА СТРУКТУРЫ ПАРКА ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ В КРАСНОЯРСКОМ КРАЕ

Князьков А.Н, Кайзер Ф.С.

канд. техн. наук, профессор Катаргин В.Н.

Сибирский Федеральный Университет

Производство, торговля и эксплуатация транспортных средств обеспечивает занятость большого числа квалифицированных специалистов и существенные налоговые поступления в бюджет.

По данным комитета автопроизводителей АЕВ в 2014 году в Красноярском крае продано 31,8 тыс. новых автомобилей, что на 13,5 % меньше чем в 2013. Больше всего пострадал корейский бренд KIA. По данным «AUTOSTAT-RADAR», его продажи упали на 25,2%, с 2,5 тыс. авто до 1,9 тыс. Продажи АвтоВАЗа снизились на 24,8%, с 6,7 тыс. автомобилей до 5 тыс. Спрос на продукцию Renault в крае сократился на 17,4 %, с 2,5 тыс. до 2,0 тыс., Chevrolet — на 13,6 %, с 2,1 тыс. авто до 1,8 тыс., Volkswagen — на 13,0 %, с 1,7 тыс. авто до 1,5 тыс. При общей отрицательной динамике продаж, есть и исключения. По данным AUTOSTAT-RADAR в массовом сегменте продажи Hyundai в Красноярском крае выросли на 1%, с 2,9 тыс. до 3,0 тыс. Спрос на Mitsubishi поднялся на 7,4%, с 1,2 тыс. до 1,3 тыс. Сильнее всего увеличились продажи Nissan, на 41,0%: с 1,2 тыс. до 1,7 тыс. Главная причина — в Красноярске начал работать второй дилер марки. И еще японцы в 2014 г. обновили сразу несколько ключевых моделей, что почти всегда приводит к росту покупательского интереса. В общем объеме продаж в рейтинге автопроизводителей лидирует АвтоВАЗ. По данным «AUTOSTAT-RADAR», в 2014 г. в регионе было продано 5,0 тыс. тольяттинских автомобилей. Toyota реализовала 3,8 тыс. машин, Hyundai — 3,0 тыс., KIA — 1,9 тыс., Renault — 2,0 тыс., Chevrolet — 1,8 тыс. Среди конкретных моделей сильнее всего в крае сократились продажи Lada Granta, они упали на 34,3%, с 2,1 тыс. до 1,4 тыс. KIA Rio на 27,4%, с до 985 до 715 авто. Lada 4x4 — на 21,8%, с 940 до 735 шт., Toyota RAV4 — на 16,1%, с 1025 до 850 шт., Toyota Corolla — на 15,8% с 855 до 720 авто. Спрос на Hyundai Solaris снизился всего на 0,3%, с 1740 до 1735 шт. А вот китайский кроссовер Lifan X60 оказался в лидерах. Его продажи в крае за год выросли на 14,1%, с 640 до 735 автомобилей. В ноябре и декабре люди стали активно покупать машины, чтобы спасти свои рублевые сбережения, которые к тому моменту начали стремительно обесцениваться. «В конце октября перед нами встала задача распродать склад, который к этому времени оказался немного перезатарен. Мы начали развернутую кампанию по привлечению клиентов, — говорит Денис Балтийский, директор Автоцентра «Рено на Свободном». — И когда в ноябре народ к нам пошел и стал покупать автомобили, мы сначала подумали, что это результат кампании. Но чуть позже поняли, что это общий тренд». «Если продажи всех предыдущих месяцев 2014 года отставали на 10—15% от показателей 2013 года, то объем продаж ноября догнал предыдущий год, что позволило нам оптимизировать склад и избавиться от малоликвидных позиций», — сообщил Балтийский.

Рост спроса составлял от 10 до 50% у разных дилеров, причем ощущался во всех классах, от «китайцев» до премиума. Благодаря такому мощному финишному рывку получились хорошие итоговые показатели по 2014 году.



| Место | Марка | 2014 год | 2013 год | % |
|-------|---------------|----------|----------|-------|
| 1 | Lada | 387307 | 456309 | -15,1 |
| 2 | KIA | 195691 | 198018 | -1,2 |
| 3 | Renault | 194531 | 210099 | -7,4 |
| 4 | Hyundai | 179631 | 181153 | -0,8 |
| 5 | Nissan | 162010 | 146319 | 10,7 |
| 6 | Toyota | 161954 | 154812 | 4,6 |
| 7 | VW | 128071 | 156247 | -18,0 |
| 8 | Chevrolet | 123175 | 174649 | -29,5 |
| 9 | Skoda | 84437 | 87456 | -3,5 |
| 10 | Mitsubishi | 80134 | 78747 | 1,8 |
| 11 | ГАЗ КОМ.АВТ. | 69388 | 82395 | -15,8 |
| 12 | Ford | 65966 | 106734 | -38,2 |
| 13 | Opel | 64985 | 81421 | -20,2 |
| 14 | Mazda | 50716 | 43179 | 17,5 |
| 15 | УАЗ | 49844 | 51624 | -3,4 |
| 16 | Mercedes-Benz | 49165 | 44376 | 10,8 |
| 17 | Daewoo | 37695 | 60829 | -38,0 |
| 18 | BMW | 35504 | 42071 | -15,6 |
| 19 | Audi | 34014 | 36150 | -5,9 |
| 20 | SsangYong | 25010 | 34055 | -26,6 |
| 21 | Lifan | 23619 | 27467 | -14,0 |
| 22 | Land Rover | 21148 | 21030 | 0,6 |
| 23 | Peugeot | 21102 | 33862 | -37,7 |
| 24 | Honda | 20655 | 25741 | -19,8 |

Продажа новых автомобилей в 2014 году.

В результате, используя накопленные ранее базы данных по парку и продажам новых легковых автомобилей в Красноярском крае, возможно составить прогноз формирования парка до 2017 года включительно, который учитывает текущую ситуацию в экономике. При прогнозировании дальнейшего изменения структуры парка учитывая оценку объема продаж новых автомобилей по всем ведущим маркам, а также динамику ввоза подержанной техники в течение последних лет, можно сделать вывод о том, какие запасные части будут пользоваться спросом, а какие утратят свою рентабельность.

Список литературы

1. Association of European Businesses [электронный ресурс] //Режим доступа: <http://www.aebrus.ru/ru/>
2. Безформата.ru /2008-2015 BezFormata.Ru. Powered by TabureT Engine [электронный ресурс] // Режим доступа: <http://krasnoyarsk.bezformata.ru/word/autostat-radar/7389080/>



ТРИЦИКЛ ДЛЯ ДРИФТА

Колосов В.В.

научный руководитель канд. техн. наук Зеер В.А.

Сибирский Федеральный Университет

Дрифт (англ. *Drift*) — техника прохождения поворотов и вид автоспорта, характеризующиеся прохождением поворотов с намеренным срывом задней оси и проход в управляемом заносе на максимально возможной для удержания на трассе угла и скорости, требующие от автомобиля наличие задней ведущей оси. Соревнования проводятся на асфальте, льду, трассах с большим количеством поворотов.

Целью данного проекта является разработка опытного образца двухместного трицикла для дрифта в качестве аттракциона.

Проектируемое транспортное средство (ТС) предполагается изготавливать с использованием узлов и агрегатов от мотоцикла Honda Valkiery и автомобиля Subaru Impreza WRX, а также с индивидуальной конструкцией рамы и других элементов подвески.

От Honda Valkiery позаимствованы: передние стойки, передняя часть рамы, заднее колесо, тормозные механизмы передних тормозов, КПП.

От Subaru Impreza WRX: двигатель EJ 20TT, задний редуктор, тормозные механизмы, две ступицы в сборе.

Особенностью расположения используемых, агрегатов, узлов и механизмов проектируемого ТС является то, что их центры масс расположены ниже линии соединяющей оси колес для уменьшения опрокидывающего момента.

Модификация используемого двигателя доработана в следующем конструктиве:

- выполнена система «сухой картер»;
- установлен дополнительный насос для перекачки масла в масляный бачок;
- турбины перенесены ниже средней линии двигателя.

В конструкции трансмиссии предусматривается межколесный самоблокирующийся дифференциал червячного типа.

Для лучшей компоновки и достижения необходимых кинематических параметров подвески у проектируемого ТС применяется подвеска задних колес двухрычажная с отрицательным наклоном рычагов. В качестве упругого и демпфирующего элементов применяется амортизационная стойка с возможностью регулировки ее энергоемкости.

Общая компоновка проектируемого трицикла представлена на Рис. 1.

Реализация данной компоновки позволила получить развесовку по осям ТС 65/35 %, что позволяет обеспечить необходимый управляемый занос.

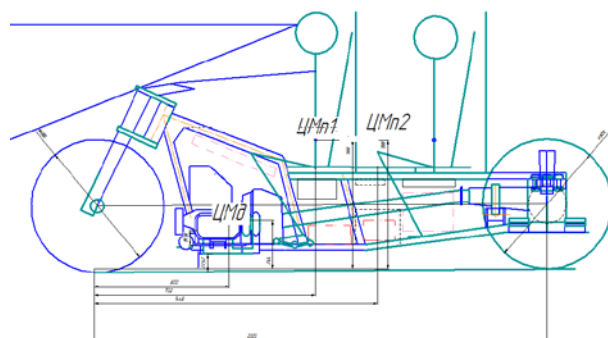


Рис. 1 Общий вид трицикла.

Для такого типа ТС в соответствии с его назначением важным вопросом является поперечная устойчивость. Исходные данные для определения показателей поперечной устойчивости трицикла и результаты расчетов представлены в таблице 1. При проведении оценки показателей поперечной устойчивости проектируемого ТС принят минимальный радиус поворота 16 м, что соответствует геометрическим параметрам трассы «Красное кольцо».

Табл. 1. Результаты расчета показателей поперечной устойчивости проектируемого трицикла.

| Наименование | Обозначение | Значение | | | | | | | |
|---|---------------|----------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|
| Полная масса АТС | m_a | 520 | | | | | | | |
| База: | L | 2,200 | | | | | | | |
| Составляющая базы: | B | 1,323 | | | | | | | |
| Средняя колея АТС: | B | 1,900 | | | | | | | |
| Высота центра масс: | $h_{цм}$ | 0,490 | | | | | | | |
| Основной радиус поворота (min) | R | 16 | | | | | | | |
| Угол поперечного уклона: | B | 0,0 | | | | | | | |
| Угол поперечного уклона: | B | 0,000 | | | | | | | |
| Скорость АТС | V_a | 0 | 10 | 25 | 50 | 60 | 80 | 125 | 150 |
| | | 0 | 2,778 | 6,944 | 13,889 | 16,667 | 22,222 | 34,722 | 41,67 |
| Угол установки радиуса центра масс: | $\varphi_{ц}$ | 4,727 | | | | | | | |
| Радиус траектории центра масс: | $R_{ц}$ | 16,055 | | | | | | | |
| Средний угол поворота управляемых колес равен: | θ | 60,000 | | | | | | | |
| Скорость ЦМ АТС | $V_{ц}$ | 0 | 2,787 | 6,968 | 13,936 | 16,723 | 22,298 | 34,840 | 41,808 |
| Центробежная сила: | $P_{ц}$ | 0,0 | -251,6 | -1572,6 | -6290,5 | -9058,3 | -16103,6 | -39315,4 | -56614,2 |
| Боковая составляющая центробежной силы $P_{цуг}$, параллельная горизонтальной плоскости: | $P_{цуг}$ | 0,0 | -250,8 | -1567,3 | -6269,1 | -9027,5 | -16048,9 | -39181,9 | -56421,9 |
| Касательная составляющая силы $P_{цуг}$ будет равна: | $P_{цуг}$ | 0,0 | -250,8 | -1567,3 | -6269,1 | -9027,5 | -16048,9 | -39181,9 | -56421,9 |
| Касательная составляющая силы тяжести G : | P_{Gy} | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Полная касательная сила P_y равна: | P_y | 0,0 | -250,8 | -1567,3 | -6269,1 | -9027,5 | -16048,9 | -39181,9 | -56421,9 |
| Нормальная составляющая центробежной силы: | $P_{цz}$ | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Нормальная составляющая силы тяжести: | P_{Gz} | -5101,2 | -5101,2 | -5101,2 | -5101,2 | -5101,2 | -5101,2 | -5101,2 | -5101,2 |
| Полная составляющая силы тя- | P_z | -5101,2 | -5101,2 | -5101,2 | -5101,2 | -5101,2 | -5101,2 | -5101,2 | -5101,2 |



| | | | | | | | | | |
|--|----------|--------|--------|--------|---------|---------|----------|----------|----------|
| жести: | | | | | | | | | |
| Сила сцепления автомобиля с дорогой: | R_y | 4081,0 | 4081,0 | 4081,0 | 4081,0 | 4081,0 | 4081,0 | 4081,0 | 4081,0 |
| Опрокидывающий момент $M_{Оп}$ силы P_y равен: | $M_{Оп}$ | 0,0 | 122,9 | 768,0 | 3071,9 | 4423,5 | 7864,0 | 19199,1 | 27646,7 |
| Момент удерживающий АТС от бокового опрокидывания: | $M_{Уд}$ | 4846,1 | | | | | | | |
| Сумма сил P_y и R_y | | 4081,0 | 3830,2 | 2513,7 | -2188,1 | -4946,5 | -11967,9 | -35100,9 | -52340,9 |

Зависимости момента опрокидывающего ($M_{Оп}$) и удерживающего ($M_{Уд}$) моментов от скорости трицикла (V_a) представлены на рисунке 2

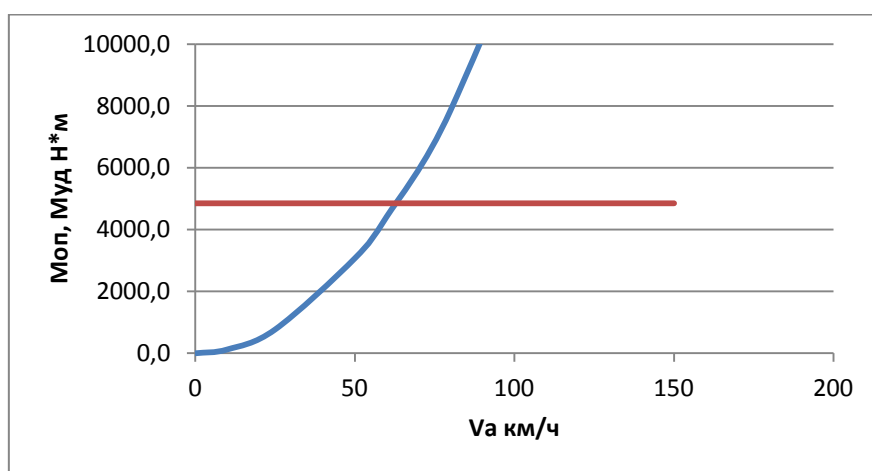


Рис. 2. Зависимость моментов от скорости

Разработанная компоновка трицикла позволила добиться высоких показателей поперечной устойчивости, что удовлетворяет требованиям технического задания на проектирование.

Список литературы

- 1) Тарасик В.П. Теория движения автомобиля. — СПб.: БВХ Петербург, 2006.
- 2) . Фалькевич Б.С. Теория автомобиля. — М.: Машгиз, 1963.
- 3) . Гагкуев, А.Е. Формирование устойчивости трицикла на стадии проектирования // Материалы- Международной НПК молодых ученых и аспирантов. Владикавказ, 2008, с.90-91.
- 4) Антонов Д.А. Расчет устойчивости движения многоосных автомобилей. — М.: Машиностроение, 1984.
- 5) . Вонг Дж. Теория наземных транспортных средств. Пер. с англ. -М.: Машиностроение, 1982.

3D-МОДЕЛИРОВАНИЕ В ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКЕ КАК ОСНОВА АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ

Краснов Н. В.

**научные руководители доцент кафедры НГЧ ПИ СФУ Петровская Н.М.,
технический директор ООО «СКБ «Механика» Привалихин Р.С.**

Сибирский Федеральный Университет

ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Методы компьютерного 3D-моделирования проектирования сегодня активно приходят на смену традиционным 2D-методам. Речь идет не просто о компьютерных технологиях в графике, которые давно завоевали прочное положение и на практике вытеснили ручные методы. Речь о новом подходе, который направлен на построение реалистичных компьютерных 3D-моделей. Действует ГОСТ 2.052-2006 «Электронная модель изделия», регламентирующий подготовку технологической документации на основе 3D-модели. По этому стандарту в состав документации чертежи уже не входят.

Различают двухмерную и трехмерную технологии подготовки чертежа.

По 2D-технологии конструктор строит проекции создаваемого объекта, то есть его плоские изображения – виды, разрезы, сечения и др. Проектирование идет одновременно с созданием чертежа объекта. 2D-технология основана на начертательной геометрии. Это традиционная, вековая технология и является сегодня основной. Лист бумаги, карандаш и кульман составляют арсенал её технических средств. Сегодня распространены компьютерные варианты 2D-технологии, в которых компьютер применяется лишь как электронный кульман, позволяющий разгрузить конструктора от рутинной графической работы по проведению линий требуемой толщины, выполнению надписей шрифтом, стрелочек нужной формы и т. п., но не более.

Сущность 3D-технологии состоит в том, что конструктор сразу строит реалистичную, наглядную виртуальную модель детали, узла или здания, собирая её из объемных примитивов (призма, цилиндр, конус и др.), не прибегая к построению чертежа. Модель можно рассмотреть со всех сторон, разрезать, получить произвольное сечение, выполнить прочностной расчет, для архитектурных объектов – построить перспективу, фотореалистичное изображение и т.д. Этот естественный для человека вариант проектирования стал возможным в последние 10-15 лет благодаря компьютерной графике, позволяющей создавать трехмерные виртуальные модели объектов и наглядно отображать их на экране.

Чертежи по 3D-технологии получают после того, как модель создана, то есть на завершающей стадии проектирования, и, в значительной мере, в автоматическом режиме. В современных графических редакторах «система» сама строит необходимые виды, разрезы, в первом приближении проставляет размеры, хотя за конструктором остается задача определить оптимальное содержание чертежа. Тем самым осуществляется интеллектуальная разгрузка проектировщика.



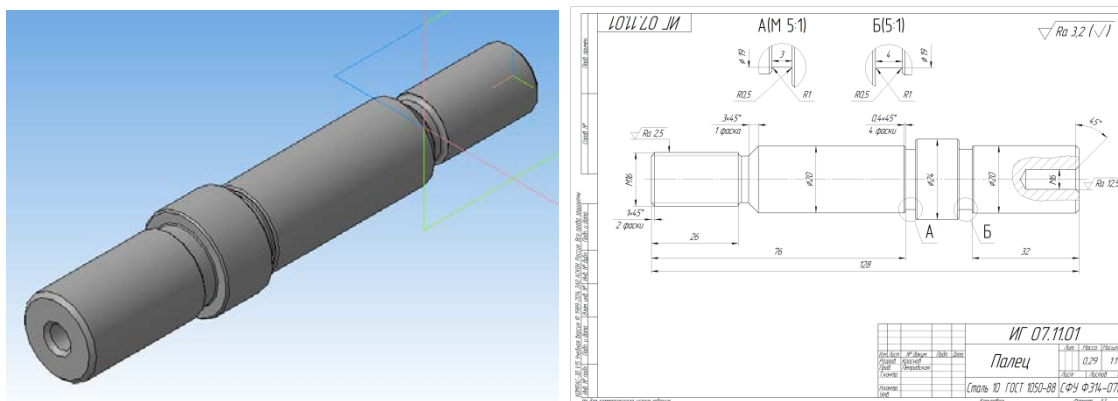


Рис. 1 3D-модель детали и полученный с неё рабочий чертёж

ИЗГОТОВЛЕНИЕ

Следующий этап – изготовление детали по виртуальной модели. Существует несколько методов. Это традиционные (штамповка, фрезеровка, порошковая металлургия, литье), и инновационный метод *быстро прототипирования* - это процесс послойного построения физической детали (прототипа) в соответствии с ее трехмерной моделью. Основное отличие этой технологии от традиционных методов изготовления деталей заключается в том, что деталь создается не отделением «лишнего» материала от заготовки, а послойным наращиванием материала, составляющего деталь, включая входящие в нее внутренние и даже подвижные части. Прототипирование позволяет получать качественные и сравнительно недорогие изделия в короткие сроки и без использования большого количества оборудования и рабочего персонала, что особенно важно при *изготовлении экспериментальных моделей*.

Прототипирование широко используется для изготовления литейных форм.



Рис. 2 Литейная форма и готовая деталь

Изделия, выполненные по этой технологии, могут изготавливаться из различных материалов (в зависимости от применяемой в оборудовании технологии): из пластиков, жидких смол, специальных порошков (полимеров, металлов, керамики), воска или фотополимеров.

УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ 3D-ПРИНТЕРОВ

Существует множество типов 3D-принтеров, различающихся по устройству, принципам работы и технологиям печати.

Вначале виртуальная модель будущего объекта обрабатывается специальной программой «Slicer3D» генератора промышленного G-кода. Исходный объект “разрезается” на тонкие горизонтальные слои и преобразуется в цифровой код.

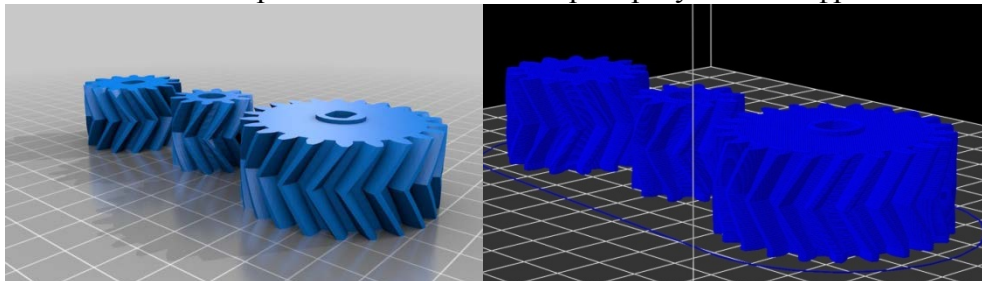


Рис. 3 3D-модель детали до преобразования и после

3D-принтер состоит из двух основных узлов:

- **Печатающая головка** формирует слои материала, постепенно вырастая из них объект. Она движется только в горизонтальной плоскости (вдоль осей X и Y).
- **Рабочая платформа** служит для размещения объекта при печати, она движется сверху-вниз (по оси Z).

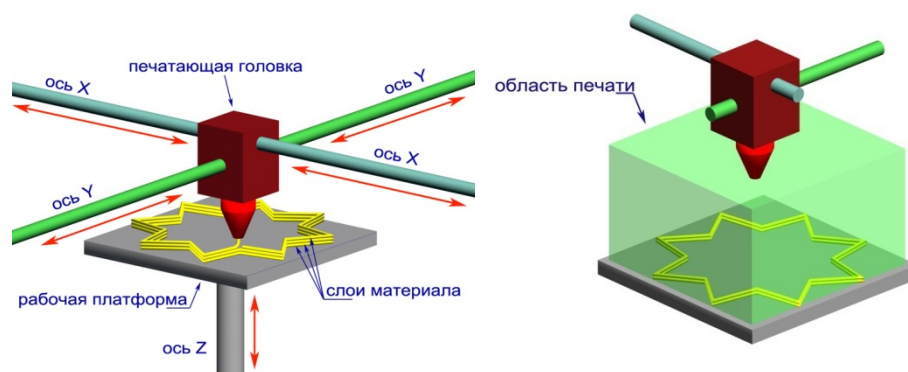


Рис.4 Упрощенная схема 3D-принтера

Сам по себе, процесс 3D-печати очень прост. В начале рабочая платформа находится в верхнем положении, а печатающая головка накладывает на нее нижний слой объекта. После того как первый слой сформирован, рабочая платформа опускается на толщину слоя, и печатающая головка накладывает новый слой материала на предыдущий. Этот цикл повторяется до тех пор, пока не будет построен целый объект.

Техническими характеристиками 3D-принтеров являются:

- **Рабочий объем** («область печати», «зона печати» и т.д.). Именно он показывает, какого размера объекты может печатать конкретная модель 3D-принтера.
- **«структуры поддержки»** («поддерживающие конструкции», «конструкции поддержки» и т.д.). Они позволяют печатать детали, фрагменты которых не касаются рабочей платформы.



- «разрешение печати». Под этим параметром понимают минимально допустимую высоту слоя материала, с которой может печатать данный 3D-принтер. Чем тоньше слои, тем менее заметен переход между ними, соответственно, поверхность объекта более гладкая, а его детали — более выразительные. С другой стороны, чем тоньше слои, тем больше времени 3D-принтеру нужно затратить на создание объекта, тем больше нагрузка на печатающие механизмы, быстрее происходит их износ.

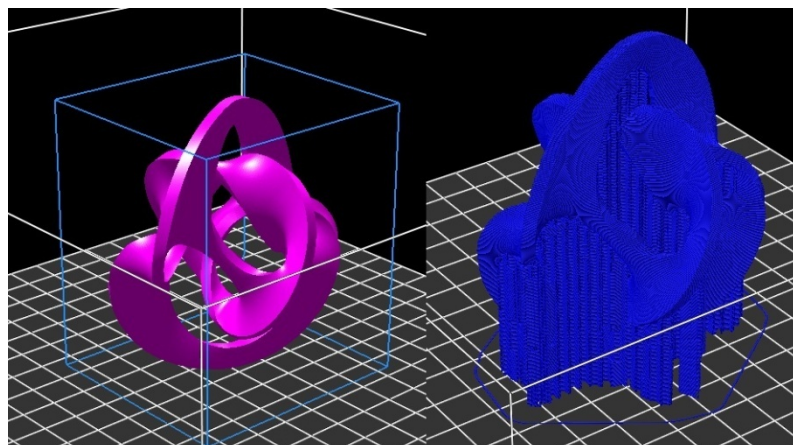


Рис. 6 Деталь сложной формы со структурами поддержки

Выводы:

3D-моделирование существенно облегчает проектировщика, а 3D-печать позволяет изготавливать прототипы деталей без использования чертежей, громоздких станков и привлечения рабочего персонала, что намного сокращает затраты на изготовление опытных образцов, и как следствие – уменьшение сроков испытаний, доработки и внедрения на производстве.

Список использованных источников

1. «Инженерная 3D-компьютерная графика.» А.Л. Хейфец, А.Н. Логиновский, И.В. Буторина, В.Н. Васильева. Челябинск, издательский центр ЮУрГУ, 2010.
2. «Новости 3D-печати: оборудование, технологии, тенденции» [Электронный ресурс] — <http://3dwiki.ru/kak-rabotaet-3d-printer-bazovye-ponyatiya-i-nekotorye-vazhnyie-terminy/> — (дата обращения 04.04.2015).



КРЕМНИЕВАЯ НИЗКОРАЗМЕРНАЯ СРЕДА ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЖИДКОСТНОГО СЕНСОРА

Дулисова М.

научный руководитель канд. техн.наук, доцент Шелованова Г.Н.

Сибирский федеральный университет

Введение

Как известно, пористый кремний характеризуется большой суммарной площадью поверхности, которая зависит от величины пористости и геометрии пор [1]. Наличие развитой химически активной поверхности определяет долгосрочные перспективы применения пористого кремния для создания различного рода газовых сенсоров. Гораздо меньше уделено внимания созданию жидкостных сенсоров, предназначенных, например, для контроля качества питьевой воды, жидкого топлива, спиртосодержащих жидкостей. В данной работе рассмотрена возможность применения кремниевой низкоразмерной среды для создания жидкостного сенсора на примере устройства эспрессо-контроля качества бензина некоторых популярных марок.

Получение кремниевой низкоразмерной среды

Основным способом формирования низкоразмерной среды в кремнии в настоящее время признан достаточно простой низкотемпературный способ анодного травления монокристаллических пластин кремния в водных или спиртовых растворах фтористоводородной кислоты HF. Несмотря на очевидные достоинства, анодное травление имеет и отрицательные стороны: использование вредных с экологической точки зрения химических реактивов, недостаточную воспроизводимость параметров пористой матрицы, а также ее старение.

В данной работе мы формируем низкоразмерную среду в кремнии способом электроэрозионной обработки монокристаллического кремния в искровом режиме. Авторы работы [2] формировали кремниевую пористую матрицу при комнатной температуре в сухой воздушной либо азотной атмосфере с помощью трансформатора Тесла. Время процесса составляло от 8 до 24 часов. Были получены пористые слои в несколько микрометров. Существенной разницы в спектрах фотолюминесценции в красной области спектра для образцов *n*-Si и *p*-Si не обнаружено. В работе [3] сообщается о фотолюминесценции пористого кремния в голубо-зеленой области спектра (450-500нм), причем процесс эрозии длился не часы, а 1-10 минут, при этом толщина пористого слоя составляла несколько микрометров. Как и в предыдущем случае, униполярные разряды получены с помощью трансформатора Тесла. По мнению авторов, «сухая» технология более совершенна, так как не требует жидких составляющих, как в случае анодного травления, и пористая матрица не загрязняется продуктами электрохимического процесса.

Как известно, при электрохимическом формировании пористого полупроводника для поддержания анодного процесса необходимы дырки, поэтому эти процессы для кремния *p*- и *n*-типов будут идти по-разному. В *p*-Si дырки являются основными носителями заряда и их концентрации достаточно для поддержания процесса порообразования. Для полупроводника *n*-типа необходимо стимулировать генерацию дырок нагревом, освещением или ударной ионизацией.

Для механизма электрической эрозии тип проводимости полупроводника значения не имеет. Параметры пористой структуры при этом зависят практически только от удельного сопротивления исходного полупроводника и параметров разряда (энергии и длительности). При осуществлении электроэрозионной обработки в



режиме искрового разряда мы применили взамен обычных релаксационных генераторов генератор импульсов, собранный по одной из классических схем, который подает на разрядный промежуток импульсы электрического тока с заданными временными и электрическими характеристиками, чтобы избежать развития в межэлектродной среде процессов электролиза. Характеристики импульса, рекомендуемые для металлических электродов, не подходят для полупроводникового электрода, электропроводность которого на порядки ниже, поэтому параметры процесса приходилось подбирать экспериментально, это же касалось и выбора электрода-инструмента. В качестве межэлектродной среды мы применили дистиллированную воду двойной перегонки с удельной электропроводностью около $0,2 \times 10^{-8} \text{ Ом}^{-1} \text{ см}^{-1}$.

На первом этапе исследования в качестве катода – инструмента была выбрана вольфрамовая игла, затем применили матрицу игл, чтобы увеличить производительность процесса. С учетом площади поверхности реальных подложек это также не лучшее решение. В дальнейшем остановились на варианте электрода – инструмента в виде медного диска, полученного методом порошковой металлургии. В таком электроде каждая частица спрессованного порошка подобна игле, которая вызывает разряд между ней и полупроводником через диэлектрическую среду (рис.1). Однако такую структуру нельзя назвать низкоразмерной, поскольку размеры пор соответствовали размерам частиц порошка ($\approx 1 \text{ мкм}$).

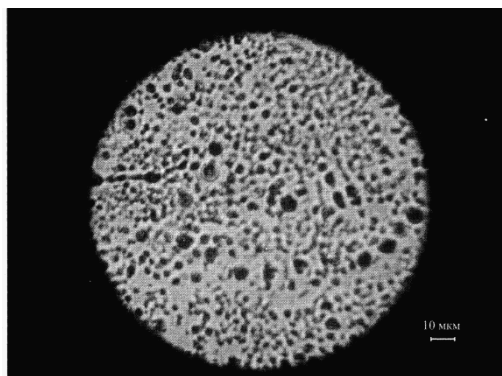


Рис. 1. Поверхность пористого кремния при увеличении 260 раз

Чтобы матрица была низкоразмерной, необходим катод – инструмент, содержащий среду, размерность которой была бы соизмерима с размерностью элементов пористой кремниевой матрицы. Таким электродом – инструментом стала пластина кремния той же марки КЭФ-0,1 со слоем пористого кремния в 200 мкм , полученного электрохимическим методом. Для электроискровой обработки исходной подложки генератор импульсов настраивали на мягкий режим обработки: продолжительность импульсов составляла 30 мкс при энергии разряда $0,85 \text{ мДж}$. Время формирования и толщина слоя составили соответственно 40 мин. и $5,5 \text{ мкм}$. По разработанной нами методике определения пористости установили, что в полученной структуре пористость $P \approx 57\%$ [4]. Фотография скола представлена на рис.2.

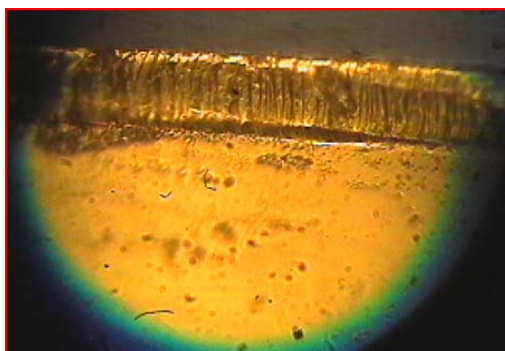


Рис.2. Скол пористой структуры при увеличении 260 раз

Обсуждение экспериментальных результатов

Так как низкоразмерная среда характеризуется режимом генерации в результате проявления квантово – размерного эффекта, в нашем случае следовало ожидать излучения в видимой области спектра. На спектре фотолюминесценции полученного пористого кремния (рис.3) наблюдается режим генерации в красной области спектра на длине волны 650нм, что свидетельствует о наличии наноразмерных кристаллитов в составе пористого слоя.

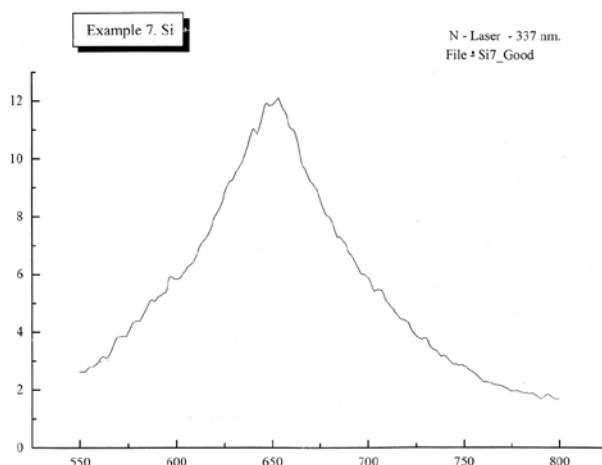


Рис.3. Спектр фотолюминесценции пористого кремния, полученного электроискровым методом

В данной работе исследовалось влияние внешних молекул на электронное состояние поверхности пористого кремния и фиксировалось изменение емкостных свойств конденсаторной структуры. Измерение емкости проводилось в измерительной ячейке при помощи универсального измерителя Е7–11. Данный измеритель предназначен для измерения индуктивности, емкости, сопротивления, тангенса угла потерь и добротности различных радиодеталей и элементов радиочепей. Измерения проводились как с незаполненной пористой средой, так и при заполнении последней различными жидкими средами.

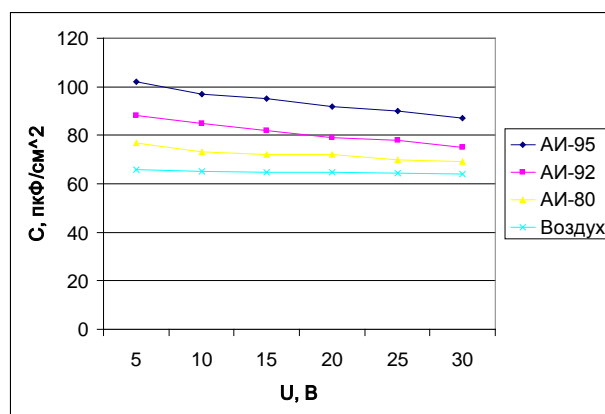


Рис.4. Вольт – емкостные характеристики при заполнении пористой матрицы бензином различных марок

Время восстановления чувствительного элемента, т. е. время, по истечении которого происходит полное освобождение пористой матрицы от бензина, составило 5мин., но следует отметить, что результат будет зависеть от температуры окружающей среды, так как испаряемость бензина тем выше, чем выше температура (в нашем случае температура составляла 20 °С).

Заключение

Поскольку пористый кремний обладает очень высокой удельной поверхностью, его можно использовать для создания датчиков на различные среды. Обычно такие датчики фиксируют изменение емкостных, проводящих, люминесцентных свойств пористого кремния при наличии в контролируемой среде заданных молекул. В нашей работе при заполнении пористой матрицы бензином происходит увеличение удельной емкости на некоторое число, которое зависит от марки исследуемого бензина, т. е. от его фракционного состава (октанового числа). Таким образом, пористый кремний может быть использован для создания сенсорного устройства с целью экспресс-тестирования марок автомобильных бензинов.

Список использованных источников

- [1] С.П Зимин.Пористый кремний– материал с новыми свойствами.Соросовский образовательный журнал, том 8, № 1. 2004, с.101-107.
- [2] R.E.Hummel and Sung-Sik Chang. Novel technique for preparing porous silicon.Appl.Phis. Lett. **61**(16), 19 October 1992.
- [3] D. Ruter, T.Kunze, and W. Bauhofer. Blue light emission from silicon surfaces prepared by spark erosion and related techniques. Appl.Phis. Lett. **64**(22), 30 May 1994.
- [4] А.Л. Журавлев, К.В. Лосев, В.В. Семченко, Г.Н. Шелованова. Экспресс-метод измерения пористости полупроводниковых низкоразмерных сред. III Российское совещание по росту кристаллов и пленок кремния и исследованию их физических свойств и структурного совершенства «Кремний-2006». Тезисы докладов. Красноярск, 4-6 июля 2006г.



Использование СХ для определения устойчивости нагрузки электрических сетей промышленных предприятий при управлении потоками РМ

**Порхун Мария Сергеевна,
научный руководитель канд.техн.наук Кирилина Ольга Ивановна
ФГБОУ ВПО «Норильский индустриальный институт»**

Основными потребителями электроэнергии Норильской энергосистемы суммарной установленной мощностью 2941 МВт являются предприятия Заполярного филиала «Норильского Никеля». Значения коэффициентов мощности ($\cos \varphi$) на шинах 110 кВ электростанций НПП находятся в пределах 0,718 – 0,817, что свидетельствует о большом потреблении реактивной мощности (РМ) электроприемниками Норильской энергосистемы и неоправданном уровне потерь мощности в системообразующей и распределительных сетях.

Анализ состояния сетей Норильской энергосистемы и горноперерабатывающих предприятий НПП по РМ показывает, что вопросам ее компенсации не уделяется должного внимания. В материалах [1] говорится, что практически для всех энергосистем ЕЭС России характерна работа распределительных сетей с низким значением коэффициента мощности, поэтому до сих пор одним из наиболее эффективных способов повышения качества электроэнергии, а также снижения потерь в питающей и распределительной сетях предприятий является компенсация реактивной мощности (КРМ), суть которой заключается в повышении $\cos \varphi$ электропередачи за счет использования локальных источников реактивной мощности (ИРМ), устанавливаемых в распределительных узлах и узлах нагрузки (УН).

Наибольшее распространение среди ИРМ промышленных предприятий получили СД и батареи конденсаторов (БК). Однако потери активной мощности при выработке указанными ИРМ реактивной мощности несравнимы. При генерации реактивной мощности БК в них в среднем затрачивается 4,5-2,5 кВт/квар (для БК напряжением до 1 кВ и 6 кВ соответственно), а для наиболее широко распространенных в промышленности серий СД 6 кВ этот показатель зависит от скорости вращения ротора и составляет от 2,5-32 кВт/квар. Таким образом, БК являются самыми экономичными источниками реактивной мощности.

При этом известно [2, 3], что использование местных ИРМ приводит к изменению эквивалентных параметров внешней сети ($U_{c.эк}$, $x_{эк}$) и, как следствие, изменению критических параметров устойчивости узла нагрузки. При включении синхронных компенсаторов или двигателей в узел обобщенной асинхронной нагрузки условия устойчивости узла нагрузки благодаря повышению значений критических параметров скольжения $s'_{кр}$ и напряжения $U'_{c.кр}$ улучшаются, так как $U_{c.эк} > U_c$, $x_{эк} < x_{вн}$. При включении БК происходит увеличение напряжения у электроприемников УН ($U_{c.эк} > U_c$) и сопротивления связи узла с шинами бесконечной мощности ($x_{эк} > x_{вн}$), что приводит к снижению критического скольжения и повышению критического напряжения.

Одной из особенностей Норильской энергосистемы, усугубляющей влияние на устойчивость УН, является широкое применение на стороне 110 кВ ГПП коммутационной пары: отделитель - короткозамыкатель, вызывающих провалы напряжения благодаря искусственным коротким замыканиям. При резком снижении напряжения питающей сети БК, обладая отрицательным регулирующим эффектом,



способствуют дополнительному его снижению, что сопровождается нарушением устойчивой работы синхронных и асинхронных электродвигателей (АД). Особенно актуальны эти вопросы для изолированных энергосистем, имеющих малый резерв по реактивной мощности. При возникновении короткого замыкания на участке такой сети происходит падения напряжения во всей системе, что может привести к нарушению устойчивости генераторов электростанций и большого количества узлов нагрузки. Таким образом, одной из неперенных задач, решаемых при КРМ, является обеспечение устойчивости УН.

Как указывалось ранее, основными электроприемниками большинства промышленных предприятий НПП являются АД и СД. Для таких УН критерий устойчивости $dP/ds > 0$ не дает возможности в полной мере оценить устойчивость всего узла и приводит к необходимости анализа статических характеристик (СХ) нагрузки $P = f(U)$ и $Q = f_1(U)$. На основе этих характеристик получил широкое применение критерий устойчивости $dE/dU > 0$, который определяет устойчивость УН при малых отклонениях величин E и U , где E – э.д.с. эквивалентного генератора, замещающего электрическую систему; U – напряжение на зажимах потребителя [4, 5]. При исследовании устойчивости по критерию $dE/dU > 0$, задаются различными значениями напряжения на зажимах нагрузки и определяют по СХ соответствующие этим напряжениям величины активной и реактивной мощностей нагрузки, а по ним – э.д.с. и напряжение системы. Минимум характеристики $E = f(U)$ дает критические значения э.д.с. системы и напряжения нагрузки, при которых происходит опрокидывание АД.

Устойчивость генераторов электростанций зависит от типа и мощности источников электроэнергии, конфигурации системообразующей и распределительных сетей, используемых уровней напряжения, протяженности линий электропередачи, составом потребителей и др. особенностей питающей энергосистемы и определяется ее службой режимов на основании расчетов в нормальных, аварийных и послеаварийных режимах. В Норильской энергосистеме основным условием по сохранению устойчивости генераторов электростанций является требование по поддержанию коэффициента мощности на шинах 6-10 кВ ГПП не более 0,93.

Статические характеристики могут быть определены аналитическим методом, а также методами активного и пассивного эксперимента. Аналитический метод основан на расчетах зависимости значений активной и реактивной мощностей от напряжения известной схемы замещения УН, по значениям которой и строятся сами графики. Такой путь является трудновыполнимым, при разветвленном УН, когда математическая модель должна учитывать влияние одних электроприемников на другие.

Для построения СХ методом активного эксперимента необходимо иметь возможность регулировать независимую переменную – напряжение на входных зажимах узла нагрузки в допустимой области $(0,9-1,1)U_{ном}$. Для каждого значения U фиксируются установившиеся значения P и Q . При проведении эксперимента необходимо следить за тем, чтобы все другие факторы, влияющие на P и Q , отсутствовали или были бы минимальными по сравнению с влиянием на них U . Результатом активного эксперимента является множество точек случайного характера, разбросанных около искомой фактической зависимости $P(U)$, $Q(U)$. СХ по этим точкам получают следующим образом: сначала построением примерной усредненной кривой по этим точкам производят «сглаживание» опытных точек для уменьшения погрешностей опыта; затем, задаваясь аналитическим выражением, описывающим построенную кривую, определяют коэффициенты этого выражения, например, методом



наименьших квадратов или методами минимизации нелинейной функции с оценкой погрешности аппроксимации [7].

Недостатками построения СХ методом активного эксперимента являются трудности построения характеристик для всех необходимых режимов и структуры узла и трудности регулирования напряжения на входных зажимах.

При построении СХ УН методом пассивного эксперимента нет необходимости регулировать напряжение на его входных зажимах. В течение эксперимента выделяются и регистрируются низкочастотные составляющие флуктуационных изменений U , P и Q при нормальном стационарном режиме работы УН. Исследования показывают, что низкочастотные составляющие флуктуации напряжения с периодом в несколько минут создаются внешними относительно УН причинами (случайными явлениями в системе), поэтому их можно рассматривать как возмущения на зажимах УН, а низкочастотные составляющие флуктуации P и Q – как реакции УН на эти возмущения. Таким образом, измерив усредненные за определенный интервал времени значения ΔU , ΔP и ΔQ , определяются регулирующие эффекты $k_p = \Delta P / \Delta U$ и $k_q = \Delta Q / \Delta U$. Далее по известным значениям мощностей P , Q и регулирующих эффектов k_p и k_q , можно построить СХ УН путем определения параметров схемы замещения методами синтеза или используя известные уравнения регрессии, связывающие k_p , k_q с k'_p , k'_q , где $k'_p = d^2P/dU^2$, $k'_q = d^2Q/dU^2$.

Экспериментальные кривые СХ в области допустимого изменения напряжения $(0,9-1,1)U_{ном}$ могут быть аппроксимированы зависимостями, соответствующими выбранной структуре схемы замещения УН или полиномами второго порядка, коэффициенты которых для конкретного УН определяются на основании полученных СХ методом наименьших квадратов [8]

Преимуществами полиномиальной аппроксимации СХ является их простота и удобство применения в расчетах режимов электрических систем (ЭС). Недостатками – несоответствие физическому содержанию процессов при больших отклонениях напряжения. В этом случае более достоверно передают регулирующий эффект нагрузки аналитические выражения СХ, которые являются также более удобными для построения экономических характеристик УН.

И, наконец, СХ для УН можно получить с помощью имитационного моделирования, например, в среде MATLAB, схемы электроснабжения узла и источника электроэнергии, с параметрами режима, соответствующими реальному источнику.

Библиотека Power Systems Blockset (SimPowerSystems в версии MATLAB 6.2 и более поздних версиях) позволяет строить топологию схемы электроснабжения и проводить анализ режимов работы элементов электротехнических устройств во взаимодействии с механическими, тепловыми, управляющими и другими частями модели. С ее помощью можно не только имитировать работу устройств во временной области, но и изучать их частотные свойства, оценивать динамические параметры и осуществлять гармонический анализ токов и напряжений [9]. Power Systems Blockset в составе Simulink обеспечивает широкие возможности для расчета электротехнических устройств и систем и в настоящее время может считаться одним из лучших пакетов для моделирования [10]

Библиотека Simulink и Power Systems Blockset содержит модели типичного электрооборудования. Эти модели научно обоснованы на опыте испытаний энергосистем в лаборатории моделирования Hydro-Quebec, расположенной в Канаде [11], и использует MATLAB как вычислительный механизм.



Для возможности снятия статических и динамических характеристик УН (рис. 1) была построена его модель характерного узла нагрузки горноперерабатывающего предприятия (рис. 3) в среде Matlab Simulink, с использованием библиотек блоков SimPowerSystems. Модель состоит из следующих основных блоков: трехфазный источник напряжения, с программируемым изменением во времени его характеристик 3-Phase Programmable Voltage Source ($U_{ном}=110кВ$); линия электропередачи с сосредоточенными параметрами PI Section Line(2.5км); трехфазный двухобмоточный трансформатор Three-phase Transformer (ТРДН-40000кВА); синхронный двигатель с параметрами заданными в условных единицах Synchronous Machine pu Standard(3200кВт); асинхронный двигатель с параметрами заданными в системе СИ Asynchronous Machine SI Units(630кВт); статическая нагрузка задана последовательной RLC нагрузкой 3-Phase Series RLC Load; соединительные шины Bus. В качестве средств измерения использовались блоки раздела Measurement: блок измерения фазных токов и напряжений Three-Phase V-I Measurement, блок измерения активной и реактивной мощности 3-phase Instantaneous Active & Reactive Power, блок выполнения Фурье-анализа сигнала Fourier. Для отображения необходимых зависимостей использовался блок стандартной библиотеки Simulink: XY Graph, Scope.

Трансформатор ГПП питается от источника напряжения бесконечной мощности. Для упрощения модели трансформатора ГПП ТОФ мощностью 40 МВА, с расщепленной обмоткой, был заменен на двухобмоточный трансформатор мощностью 20 МВА. Коэффициент загрузки трансформатора ГПП – 0,54. Далее через реактор, представленный RL цепью, происходит питание шин секции.

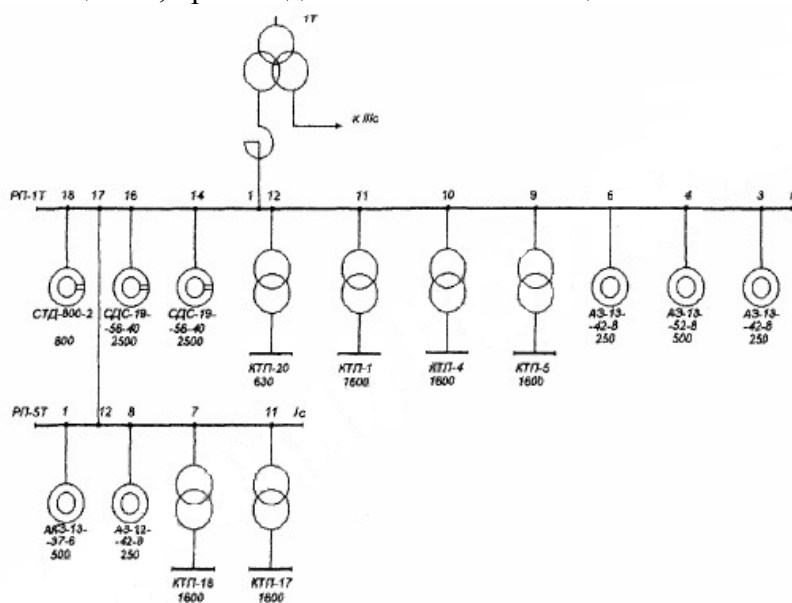


Рис. 1. Схема узла нагрузки секции ГПП-40

С помощью управляемого источника питания напряжение на шинах 6кВ изменяется по линейной зависимости от времени от величины $1,3U_N$ до $0,6 U_N$. Синхронные и асинхронные двигатели работают в установившемся режиме, с неизменной номинальной нагрузкой. Низковольтная нагрузка также не изменяется. С помощью стандартных измерительных блоков производится замер потребления активной, реактивной мощности и напряжения. Далее с помощью блока анализа Фурье получаем кривую изменения амплитуды напряжения. Полученные значения с помощью графопостроителя представляем в виде зависимостей $P=f(U)$ и $Q=f(U)$, т.е. в виде СХ УН.

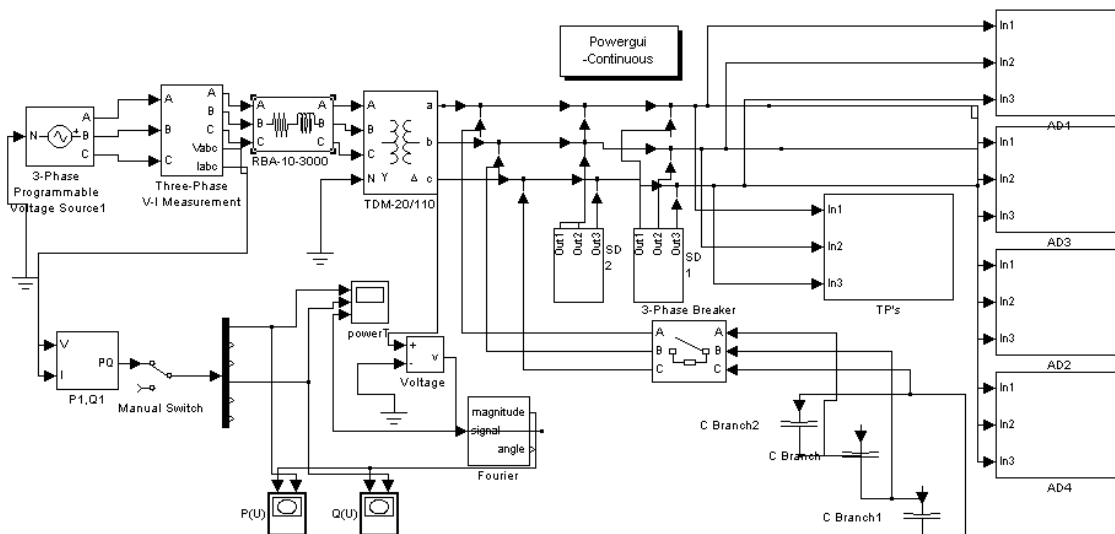


Рис. 2. Схема имитационной модели

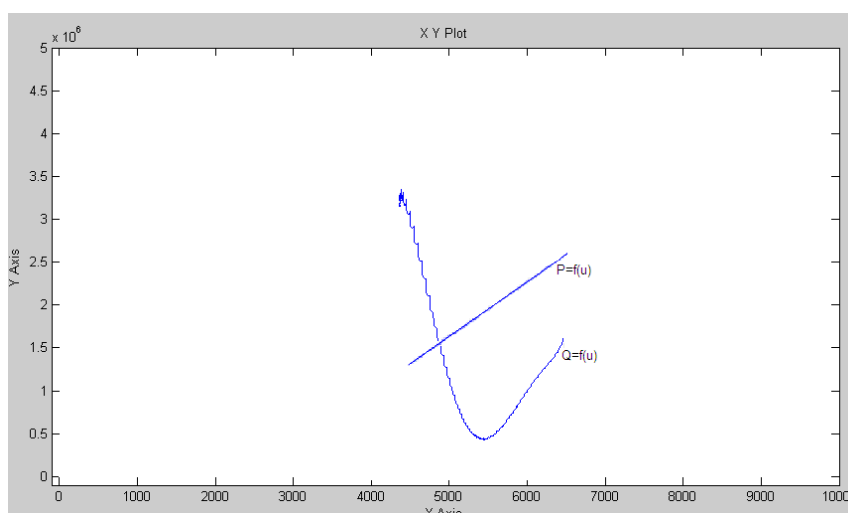


Рис. 3. График зависимостей $P=f(U)$ и $Q=f(U)$

ВЫВОДЫ:

1. Для предприятий горноперерабатывающей промышленности локальной Норильской энергосистемы, так же, как и для всех энергосистем РАО ЕЭС, является характерным режим работы с низкими значениями коэффициентов мощности. Поэтому до сих пор одним из наиболее эффективных способов повышения качества электроэнергии, снижения потерь в сетях промышленных предприятий является компенсация реактивной мощности.

2. Из всех сравниваемых ИРМ промышленных предприятий наибольшее применение получили СД и БК, из указанных ИРМ наиболее экономичным является БК, технические возможности которых ограничиваются перегрузочной способностью при возникновении высших гармоник в сети. Подключение БК приводит к снижению устойчивости узлов нагрузки.

3. Имитационная модель характерного УН, разработанная в среде MATLAB Simulink, с применением блоков SimPowerSystems, позволяет получить статические характеристики и оценить влияние ИРМ на критические параметры устойчивости.

Библиографический список:

1. Тематическое селекторное совещание ОАО РАО «ЕЭС России» 22.11.2006 года «Решение проблем и задач по нормализации потоков реактивной мощности и уровней напряжения в распределительных электрических сетях»
2. Винославский Г.Г., Пивняк Л.И., Несен, и др. Переходные процессы в системах электроснабжения – К.:Выща шк.Головное изд-во. 1989. 422 с.: ил.
3. Идельчик В.И. Электрические системы и сети: Учебник для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 592 с.: ил.
- 5.Князевский Б.А., Липкин Б.Ю. Электроснабжения промышленных предприятий: Учебник. – 2-е изд., перераб. И доп. – М.: Высш. Школа, 1979. – 431 с.
6. Сыромятников И. А. Режимы работы асинхронных и синхронных двигателей / Под ред. Л. Г. Мамиконянца. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1984.
7. Баркан Я.Д. Автоматическое управление режимом батарей конденсаторов. – М.: Энергия, 1978. – 112 с.
8. Гусейнов Ф. Г., Мамедяров О. С. Экономичность режимов электрических сетей. М.: Энергоатомиздат, 1984. – 120 с., ил. – (Экономия топлива и электроэнергии).
9. Волков Е.А. Численные методы: Учеб. пособие для вузов. – 2-е изд., испр. – М.: Наука. Гл. ред. физ.- мат. лит., 1987. – 248 с.
10. Худяков В.И. Школа MATLAB Урок 2. Библиотека SimPowerSystems. Силовая электроника №2'2005.
11. Черных И.В. Моделирование электротехнических устройств в Simulink. Математика в приложениях №1'2004.
12. SimPowerSystems for use with Simulink. User's Guide. Version 3. – Hydro-Quebec and The MathWorks, Inc. September 2003.



ОПТИМИЗАЦИЯ АЛГОРИТМОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ ДЕТАЛЕЙ В CAD-СРЕДАХ

А. А. Пьянзин,
 научный руководитель Л.Н. Головина
 Сибирский Федеральный университет

Цель: выбор оптимальных алгоритмов при создании моделей сложных деталей в CAD-средах.

Задача: создание моделей деталей в CAD-средах с выбором и обоснованием алгоритмов с учетом особенностей конструкции.

Рассмотрим выбор оптимальных алгоритмов для создания корпусных деталей в CAD-средах на примере корпуса вакуумного насоса и корпуса двухступенчатого редуктора, а также на примерах создания головки, цилиндра и коленвала вакуумного насоса.

На рисунке 1а представлена 3D-модель корпуса вакуумного насоса, имеющего элементы призматической и цилиндрической форм.

Для создания заготовки корпуса можно было использовать два варианта построения: создание как тонкостенного элемента или из эскиза с разной толщиной стенок рис.1б. Первый вариант для данного корпуса неприемлем, так как толщина стенок у заготовки корпуса разная.

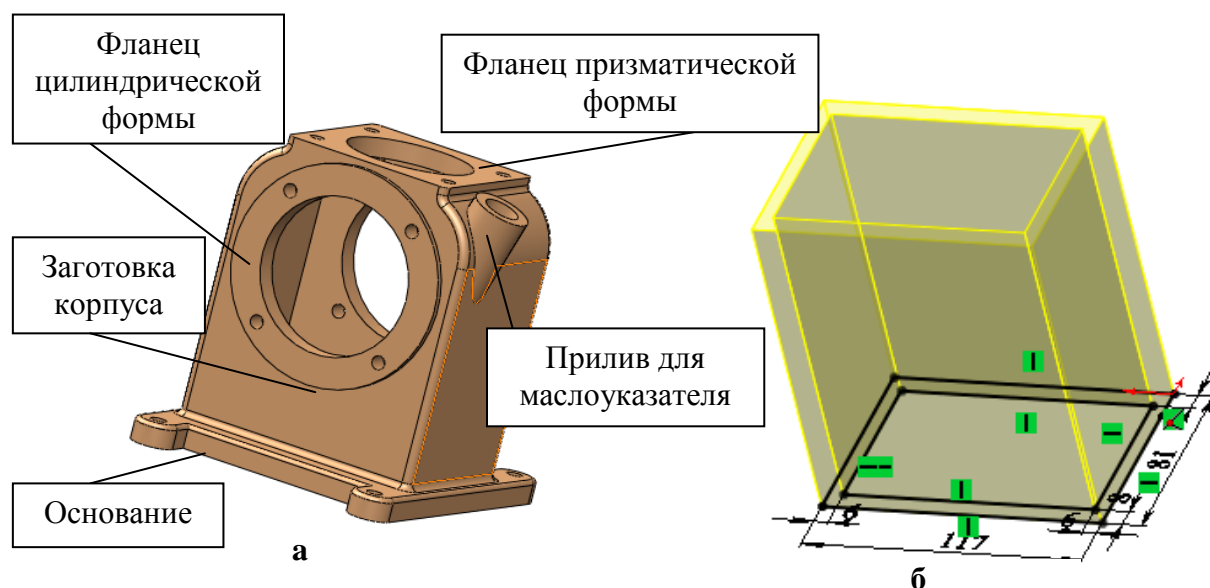


Рис. 1 - заготовка корпуса вакуумного насоса

На рисунке 2 показана заготовка корпуса двухступенчатого цилиндрического редуктора с одинаковой толщиной, выполненного как тонкостенный элемент с торцевыми пробками. Анализируя алгоритмы создания корпусов, рассмотренные выше, можно заключить, что использование технологии моделирования при помощи команды "тонкостенный элемент" значительно экономит время моделирования деталей.

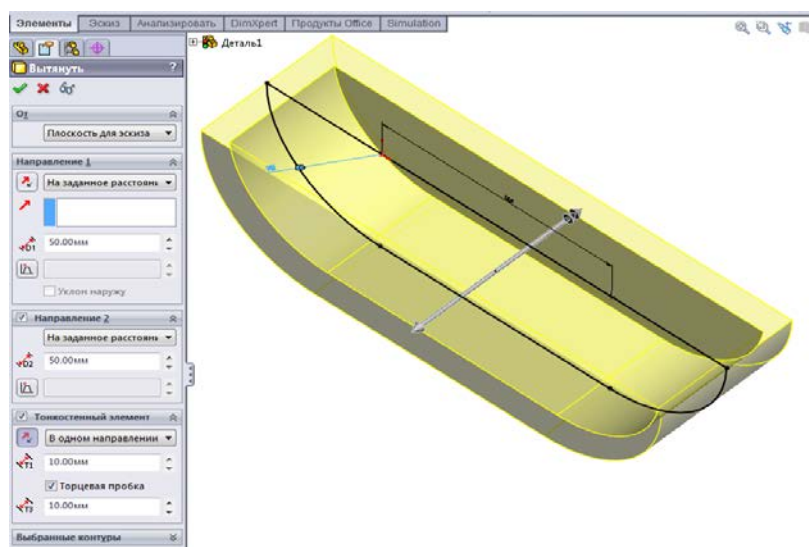


Рис. 2. заготовка корпуса двухступенчатого цилиндрического редуктора

Анализируя конструкцию цилиндра (рис. 3а), имеющего ребра для жесткости и охлаждения, выполняем эскиз для твердотельной операции “повернутая бобышка” с прорисовкой ребер. Эскиз (рис.3 б) в построении трудоемкий и требует применения большого количества команд “добавить взаимосвязи”.

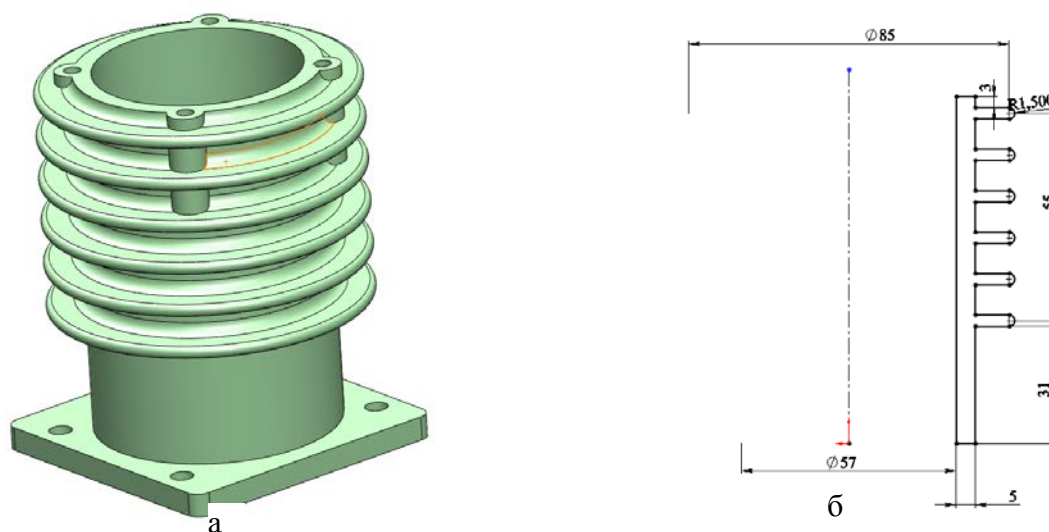


Рис. 3. цилиндр вакуумного насоса

Основание головки (рис. 4а) имеет фланцевую поверхность цилиндрической формы, которую удобнее получить командой выдавливания, а не вращения, так как для операции "вытянутая бобышка" проще эскиз. На основании находятся ребра жесткости и два патрубка: нагнетательный и всасывающий (рис. 4б). Патрубки созданы двусторонним выдавливанием из плоскости. Ребро сделано операцией выдавливания, так как автоматическое построение ребра было невозможно из-за сложного эскиза, и размножено при помощи команды "зеркальное отражение".

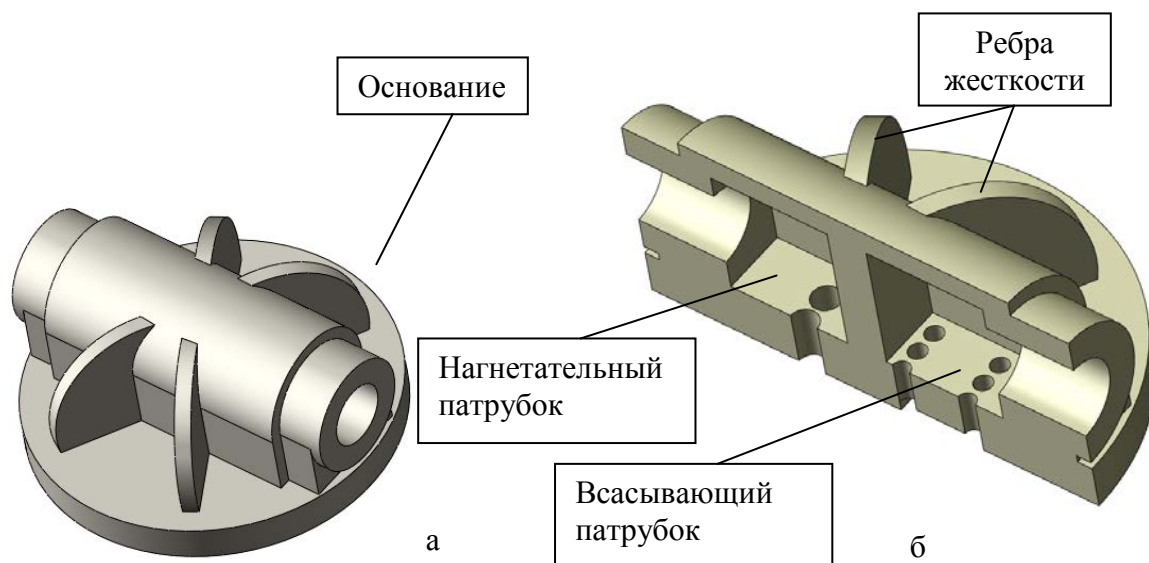


Рис. 4.- головка вакуумного насоса

На рисунке 5 представлена модель коленвала вакуумного насоса. Три элемента коленвала получены твердотельной операцией “вращение”, два элемента – твердотельной операцией “бобышка по траектории” (рис. 6)

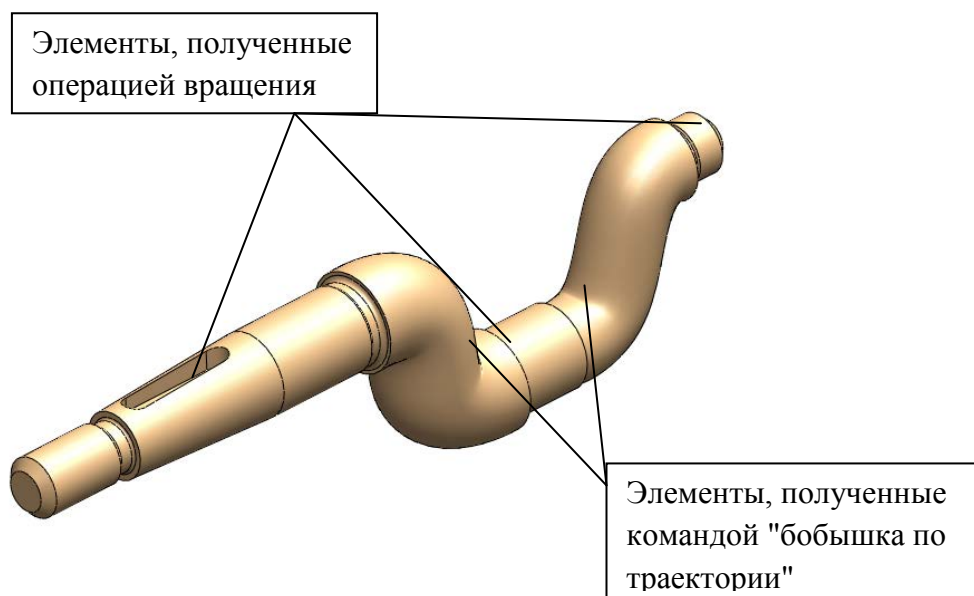


Рисунок 5. Коленвал вакуумного насоса

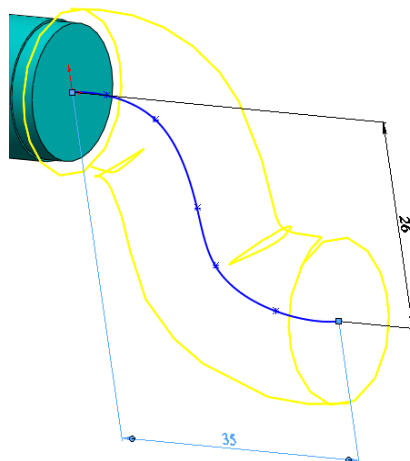


Рисунок 6. Эскиз твердотельной операции "бобышка по траектории"

Выводы:

1. Использование технологии создания корпусных деталей как тонкостенных элементов позволяет нам экономить время выполнения 3D-моделей корпусов.
2. Для выбора оптимального варианта моделирования детали необходимо понимать форму изделия, а также технологию исполнения твердотельных операций.

Список литературы

1. Электронная справочная система SolidWorks 2009
2. Решетов Д. Н. Детали машин/ Д.В. Решетов – М: Машиностроение, 1989. – 485с.

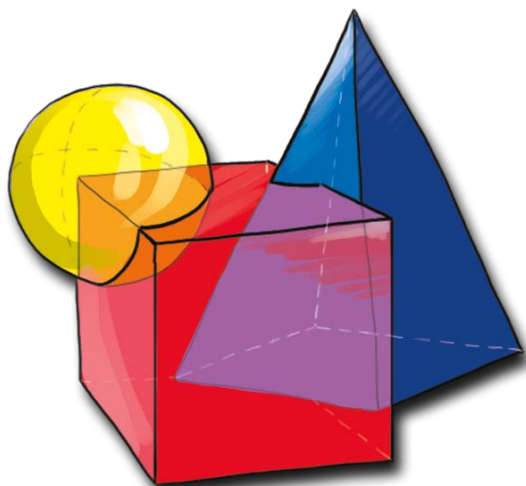
3D-МОДЕЛИРОВАНИЕ В РАЗВИТИИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ОБЪЕКТОВ.

Соболева М.

научный руководитель доцент кафедры НГ и Ч ПИ Борисенко И.Г.

Сибирский федеральный университет

Пространственное мышление - вид умственной деятельности, обеспечивающей создание пространственных образов и оперирование ими в процессе решения практических и теоретических задач. В пространственном представлении объектов постоянно происходит переход от пространственных образов реальных объектов к их графическим изображениям, от трехмерных изображений к двумерным и обратно [4].



Подготовка квалифицированных инженеров и других специалистов, непосредственно связанных с такими знаниями в области геометрии, черчения, моделирования, должна начинаться еще со школы, а по существу, начинается только в институте. Проблема, препятствующая быть успешным студентом, а затем и специалистом в этих областях это низкий уровень геометро-графической подготовки

абитуриента.

Есть замечательное высказывание заместителя Министра образования и науки Алексея Пономарева, в котором он раскрывает три группы проблем в сфере подготовки инженерных кадров [5]. Это такие проблемы как: кого мы учим, как мы учим и чему мы учим. Понимая это суждение, нужно обратить внимание на то, как мы учим. И для того, что бы раскрыть важность этой проблемы, нужно вернуться к тому времени, когда студент был еще школьником. Именно в то время, когда он учился в таком общеобразовательном учреждении как школа, и начинается зарождение проблемы с низкой подготовкой геометрии и черчения.

Все-то время, когда мы имеем дело с размером, формой, положением предмета в пространстве мы вовлекаем себя в такой раздел математики как геометрия, который позволяет нам изучить пространственные отношения и формы предметов. Но в школе будущим студентам не уделяют должного внимания в понимании этого предмета. Учителя дают только часть своих навыков и знаний в понимании геометрии. И эта доля уходит на подготовку к экзаменам, а не на получение нужных умений в этой области.

Именно с таким багажом знаний школьник поступает на инженерную специальность и становится студентом. Но в любом техническом ВУЗе одним из основных предметов является инженерная и компьютерная графика. И вот на этом этапе обучения у большинства студентов проявляются их пробелы в знаниях и навыках геометрии и черчения. Но нет, не решаемых задач и именно



с такой проблемой помогает восполнить потерянные или забытые знания 3D-моделирование.

И так, 3D-моделирование – это процесс создания виртуальных объемных моделей любых объектов, который позволяет максимально точно представить форму, размер объекта и оценить внешний вид изделия. Из этого определения можно выделить основные преимущества 3D-моделирования в решении задач стоящих при изучении общеинженерных дисциплин, таких как «Инженерная графика»: восполнение знаний по черчению и геометрии; приобретение знаний в области инженерной и компьютерной графики; развитие пространственного мышления; освоение общих принципов и методов построение чертежей; приобретение навыков работать в программах 3D-моделирования; формирование навыков моделирования 3D-объектов. Таким образом, современные САД-технологии, преобразившие традиционную форму обучения, позволяют студентам представить и понять сложный теоретический материал, т.е. сформировать познавательную активность студентов, так же помогают восполнить пропущенные знания, а так же приобрести новые. Использование анимации и слайд-технологии (тематические презентации) повышает у студентов уровень усвоения учебного материала [1; 2]. Решение этих вопросов возможно только посредством 3D-моделирования.

Список литературы

1. Борисенко И.Г. Инновационные технологии в преподавании начертательной геометрии при формировании профессиональных компетенций // Вестник ИрГТУ. – 2011. – № 12 (59). – С. 355-357
2. Борисенко И.Г. Организация учебного процесса в интерактивной электронной образовательной среде // Профессиональное образование в России и за рубежом. – 2014. – № 2 (14). – С. 119-123.
3. Борисенко И.Г., Головина Л.Н., Володина Д.Н. Проблемы инженерного образования. Повышение эффективности самостоятельной работы // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2014. – № 1 (84). – С. 171-175.
4. Определение понятия пространственное мышление [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://azps.ru/handbook/p/pros357.html>
5. Пономарев А.К. Проблема инженерных кадров в России и пути ее решения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kapital-rus.ru/articles/article/183111>





УДК004:744

РЕАЛИЗАЦИЯ РАСЧЕТНЫХ ПАРАМЕТРОВ МИКРО - ТЭС В ВИДЕ 3D МОДЕЛИ ИЗДЕЛИЯ

Степанов С. В.,
научный руководитель Головина Л. Н.
Сибирский федеральный университет

Цель: Реализация полученных параметров в 3D моделях узлов микро-ТЭС

Задачи:

1. По полученным параметрам создание 3D моделей
2. Создание 3D сборки проверка правильности параметров, работоспособности, корректности конструкции изделия.

Представить фрагменты расчетов (внешний диаметр, корневой диаметр, высота лопатки т.д.)

На рисунке 1 представлена модель лопатки, выполненная в САD-среде SolidWorks по параметрам, рассчитанным в программе PTC Mathcad Prime 3.0

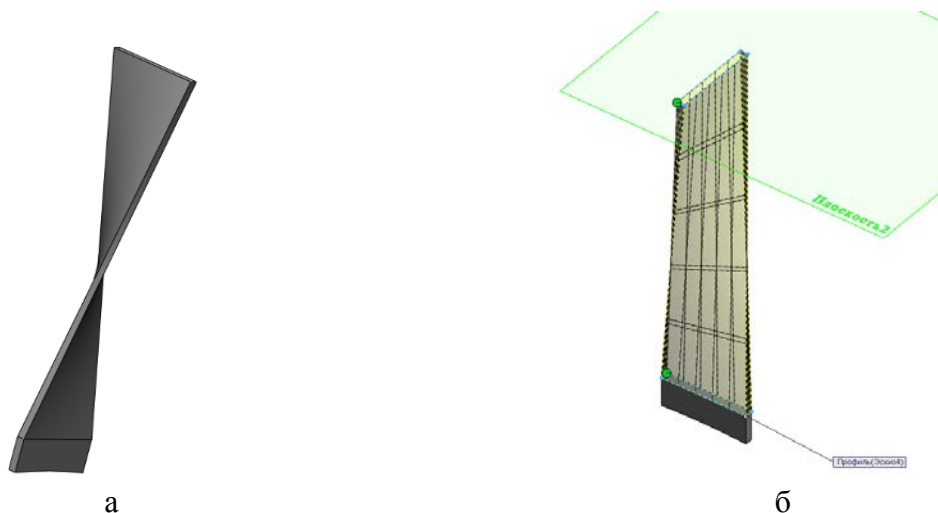


Рисунок 1. Модель лопатки микро ТЭС

Исходными данными для расчета лопатки является скорость пара. Фрагмент расчета лопатки представлен на рисунке 2 выполненный в программе PTC Mathcad Prime 3.0

| задаем диаметры (корневой и внешний) турбины, м | высота лопаток, м | |
|---|-----------------------------|----------------|
| $d_k := 0.09$ | $d_{вн} := 0.139$ | $l_2 := 0.006$ |
| считаем число лопаток теоретическое | | |
| $Z'2 := \pi \cdot \frac{d_{вн}}{l_2} = 72.78$ | округляем в большую сторону | $Z2 := 72$ |
| считаем точную высоту лопаток, м | | |
| $l_2 := \pi \cdot \frac{d_{вн}}{Z2} = 0.006$ | | |

Рисунок 2. Фрагмент расчетов лопатки



Алгоритм создания 3D лопатки

По расчётным параметрам создаем эскиз элемента заготовки лопатки (рис.2). Для эскиза на рисунке 3а выполняется твердотельная операция «Бобышку вытянуть». Основная часть лопатки (рис. 3б) выполнена с использованием операции «Бобышка по сечениям» (рис.1б)

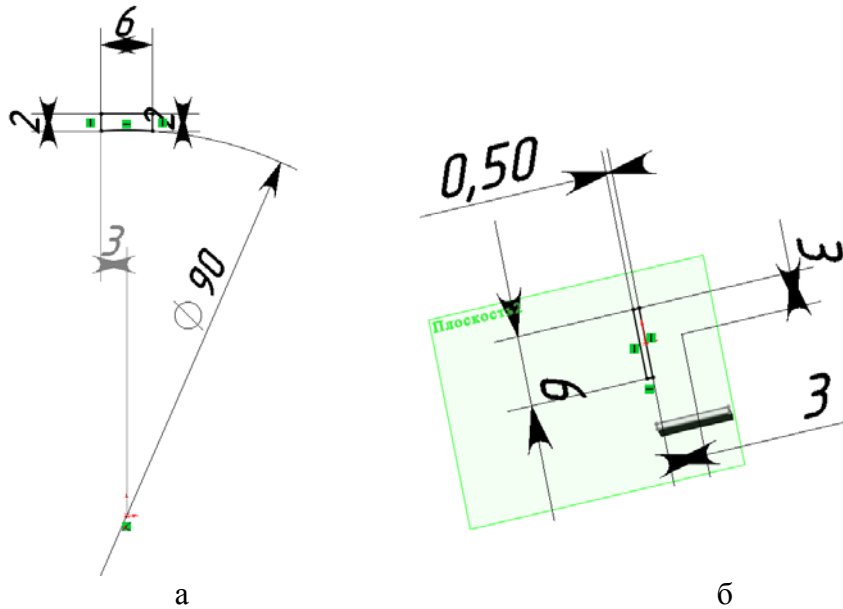


Рисунок 3. Эскизы элементов лопатки

Сборка лопаток на основании турбины выполняется с применением кругового массива (рис.4)

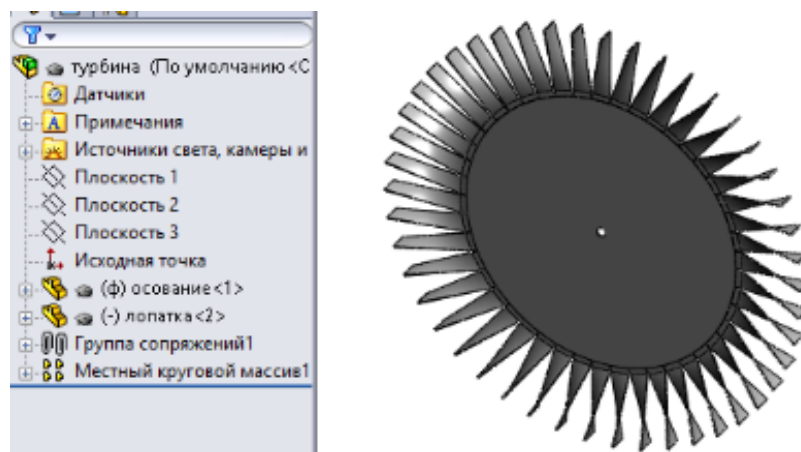


Рисунок 4. Активная часть турбины

Сборка, представленная на рисунке 5, показывает, что высота лопатки больше отверстия в корпусе. Возвращаемся в расчеты, меняем необходимые параметры и пересчитываем размеры лопатки.

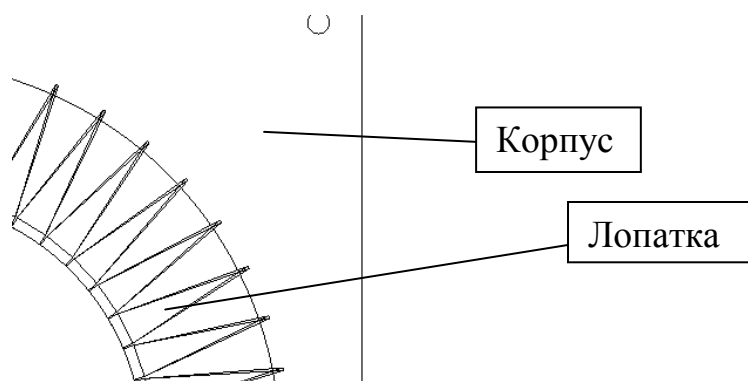


Рисунок 5. Проверка интерференции

Основным условием для расчетов параметра котла является его производительность

Фрагмент расчетов котла представлен на рисунке 6.

| | |
|--|---------------------|
| объем пара, (м ³)/с | |
| $V_n := V_1 t \cdot D = 0.002$ | |
| скоросоть выхода, м/с | диаметр барабана, м |
| $C := 0.1$ | $d_b := 0.076$ |
| Длина барабана, м | |
| $l := \frac{V_n}{d_b \cdot C} = 0.215$ | |

Рисунок 6. Фрагмент расчетов котла

По расчетным параметрам, создана 3D модель котла в CAD среде SolidWorks (рис.7).

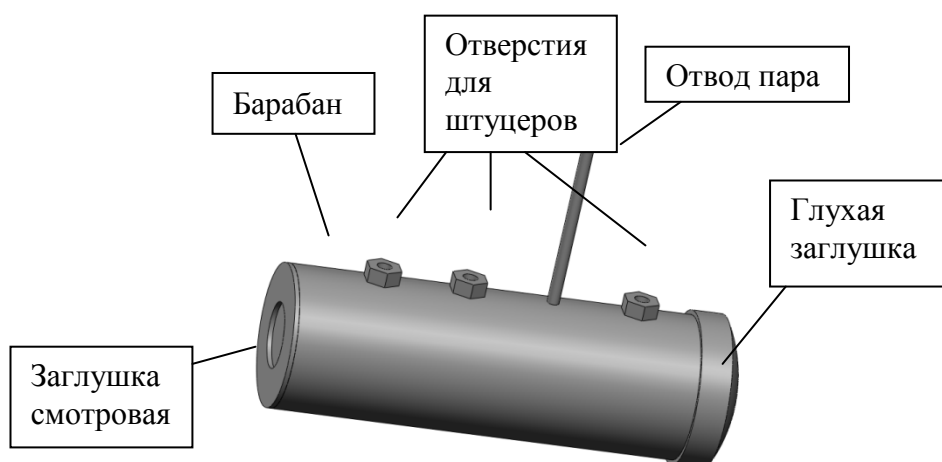


Рисунок 7 Модель котла

Исходным условием для расчетов параметра спирали конденсатора является расход пара. Фрагмент расчетов конденсатора представлен на рисунке 8.

$$\begin{aligned}
 & tk := 99.606 \\
 & hk := h''1 - (h''1 - h2) \eta_{oi} = 2.678 \cdot 10^3 \quad \eta := 0.98 \quad h1k := 4.19 \cdot tk = 417.349 \\
 & Q := D \cdot (hk - h1k) \cdot \eta = 3.116 \quad d := 0.0048 \\
 & C\theta := 1 \quad F := \frac{\pi \cdot d^2}{4} = 1.81 \cdot 10^{-5} \quad V := 0.001 \\
 & C_{вод\theta} := 4.19 \quad G := \frac{C\theta \cdot F}{V} = 0.018 \quad k := 2.5 \\
 & \Delta t := \frac{Q}{G \cdot C_{вод\theta}} = 41.102 \quad d\theta := 0.05 \\
 & t\theta 1 := 20 \quad d\theta := 0.00635 \\
 & t\theta 2 := t\theta 1 + \Delta t = 61.102 \quad \Delta t 2 := 99.606 - t\theta 1 = 79.606 \\
 & \Delta t 1 := 100.97 - t\theta 2 = 39.868 \quad \Delta t \ln := \frac{\Delta t 2 - \Delta t 1}{\ln\left(\frac{\Delta t 2}{\Delta t 1}\right)} = 57.465 \\
 & d_{cp} := \frac{d + d\theta}{2} = 0.006 \quad F_{ucn} := \frac{Q}{k \cdot \Delta t \ln} = 0.022 \quad l_{mp} := \frac{F_{ucn}}{\pi \cdot d_{cp}} = 1.239 \\
 & l_{eum} := \pi \cdot d\theta = 0.157 \quad n := \frac{l_{mp}}{l_{eum}} = 7.885
 \end{aligned}$$

Рисунок 8. Фрагмент расчета конденсатора

По данным расчета на рисунке 9 представлена 3D модель спирали конденсатора, основные параметры: число витков и диаметр трубки.

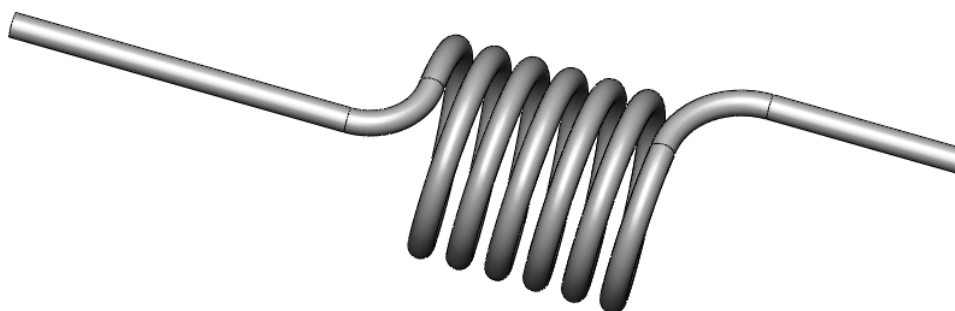


Рисунок 9. Спираль конденсатора

Вывод:

1. При работе в CAD средах появляется возможность проверки расчетных параметров на стадии создания 3D моделей и их корректировка, что повышает качество изделия.
2. Сокращается время создания нового изделия. Так как отпадает необходимость создания опытного образца.

Список используемой литературы

1. Электронная справочная система SolidWorks 2009
2. Программа для расчетов PTC Mathcad Prime 3.0

АНАЛИЗ И ПОНИМАНИЕ ФОРМ КОНСТРУКЦИЙ УЗЛОВ ОБОРУДОВАНИЯ БЕРЕЗОВСКОЙ ГРЭС С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ САД-СРЕД

Шубина Е. Г., Яганова А. А.,
научный руководитель Головина Л. Н.
Сибирский федеральный университет

Цель: Проанализировать конструкцию узлов оборудования Березовской ГРЭС, при помощи САД-сред.

Задача: Сочетание изучения предмета с объектами профессиональной деятельности.

На рис.1 представлена 3D модель колеса рабочего насоса К29030, выполненного в САД-среде «КОМПАС 3Dv14». Колесо состоит из щеки 1, лопаток 2 и ступицы 3.

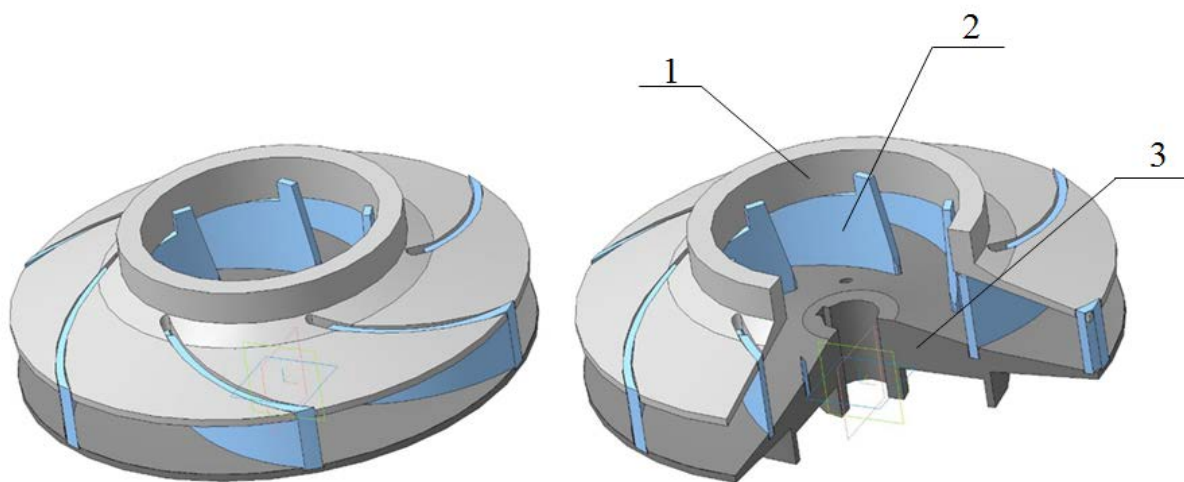


Рис. 1 3D модель колеса рабочего

Для понимания конструкции детали и четкого представления конечного результата моделирования, необходимо было изучить принцип работы и применение данного изделия на ТЭС.

Рабочее колесо устанавливается внутрь литого корпуса насоса. В центральную часть колеса поступает жидкость и под действием центробежной силы движется от центра колеса к периферии, причем в центре колеса образуется область пониженного давления, а на периферии – область повышенного, что способствует движению жидкости внутри. Габариты и форма лопатки определяют производительность насоса, чем длиннее рабочая поверхность лопатки, тем больше центробежная сила, а значит производительность насоса больше.

На ТЭС насос используется для промывки очистных сеток. Сетки устанавливаются для отчистки циркуляционной воды конденсатора, которая забирается из источника технического водоснабжения.

При создании заготовки ступицы рис. 2 а) используется команда «Повернутая бобышка», требующая тщательного выполнения эскиза. Для выполнения пазов под лопатки рис. 2 б) используем команду «Вытянутый вырез», а количество пазов обеспечиваем круговым массивом. Вырез под лопатки должен быть связан с расчетом профиля лопатки.

Лопатка представляет из себя сложную конструкцию рис. 5, профиль которой создается выдавливанием сложного эскиза. Профиль лопатки определяет производи-

тельность насоса. Щека так же представляют из себя поверхности вращения рис. 1, в CAD-среде создается с использованием команды «Повернутая бобышка».

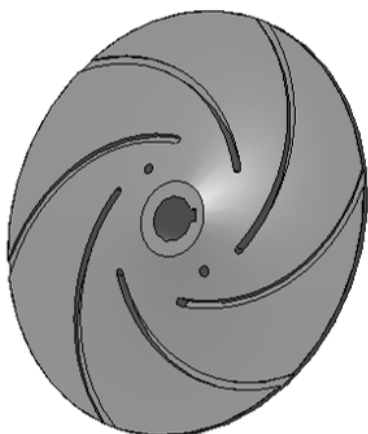


Рис. 4 Модель ступицы

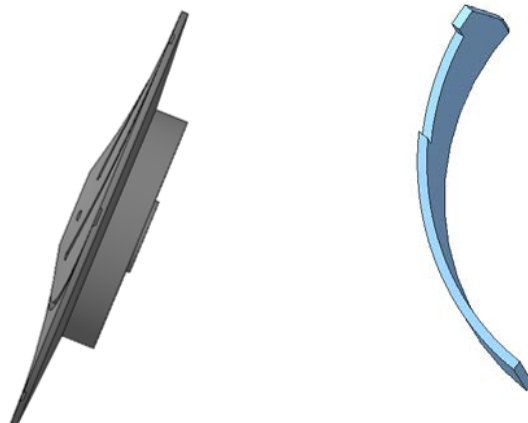


Рис. 5 Модель лопатки

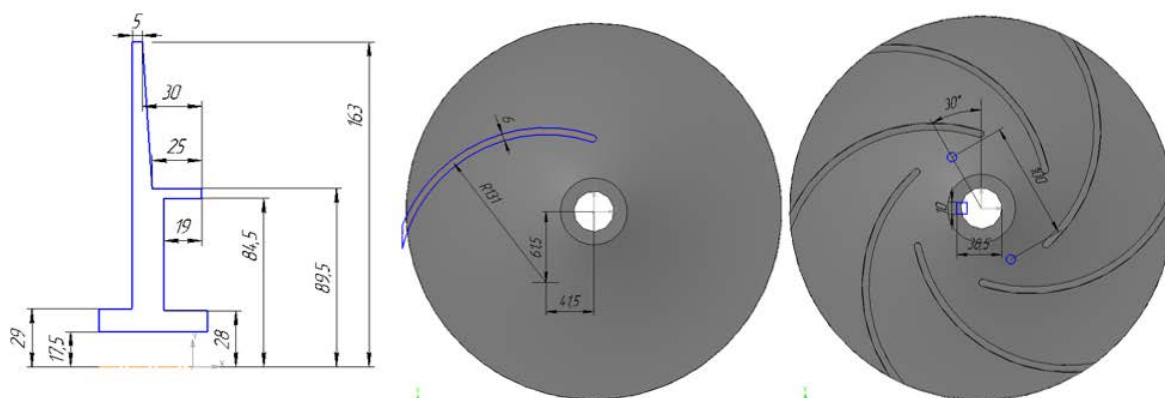


Рис. 5 Эскизы для создания модели ступицы

Уплотнение торцевое насоса КсВ-1150/90

На рис.6 представлена конструкция Уплотнения торцевого насоса КсВ-1150/90, используемого на Березовской ГРЭС.

Торцевой насос состоит из неподвижной и подвижной части. Неподвижная часть состоит из: верхнего фланца, крышки, прокладки, втулки, резинового уплотнения, гайки. В подвижную часть входят: нижний фланец, внутреннее и внешнее кольца и пластина. Подвижная часть уплотнения устанавливается на валу насоса и вращается в жидкости во время работы насоса. Неподвижная часть уплотнения устанавливается в корпусе насоса.

Торцевое механическое уплотнение рис.6- это уплотнение, которое используется во вращающемся оборудовании и обеспечивает герметизацию вала, передающего механическую энергию от электрического двигателя к рабочему органу механизма, например в насосах, компрессорах, химических реакторах, мешалках и т.д., то есть там, где необходимо разделить две среды и обеспечить минимальные утечки.

Уплотнения торцевое насоса состоит из сборочной единицы камеры, крышки, которая крепится к фланцу через прокладку с помощью крепежных деталей, втулки с резиновым уплотнением и гайки. В камеру входят два кольца, которые устанавливаются в пазы верхнего фланца. Внешнее кольцо камеры с нижним фланцем соединяются сваркой по замкнутому контуру и сварной шов проверяется на герметичность. Фланцы,

кольца, втулка, крышка, резиновое уплотнение и гайка в САD-среде создаются с использованием команды «Повернутая бобышка».

Пластина и прокладка создаются путем выдавливания эскиза на заданное расстояние. Требуемая форма моделей достигается с помощью вспомогательных операций: «Вырез выдавливанием», «Вырез вращением».

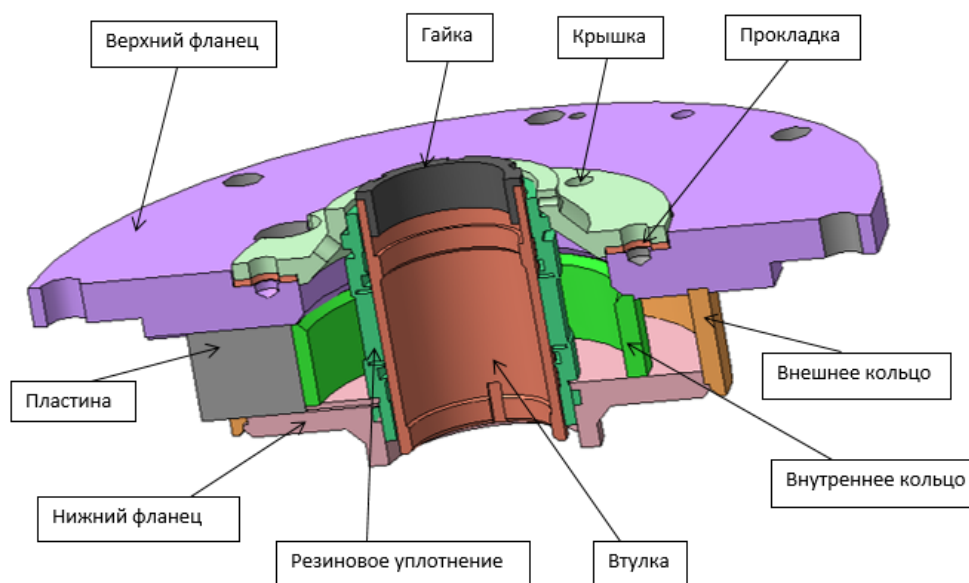


Рис.6

Алгоритм создания одной из деталей уплотнения рассмотрим на примере крышки (рис.7б). Крышка уплотнения торцевого имеет фланцевую поверхность с шестью отверстиями под крепеж. На фланцевой поверхности имеются два паза, выполненные под определенным углом с жестким допуском. На конической поверхности крышки имеется отверстие. При построении эскиза для осуществления твердотельной операции «Повернутая бобышка» необходимо исключить наличие степеней свободы (рис.7а).

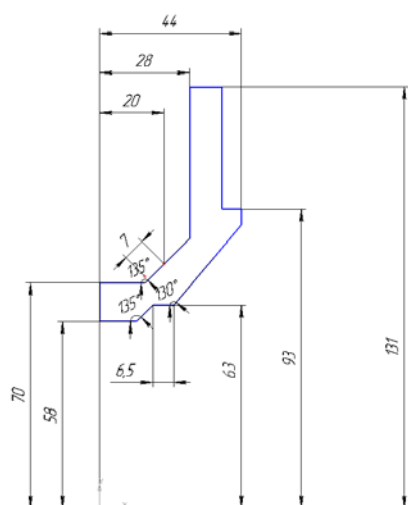


Рис. 7 а) Эскиз Крышки

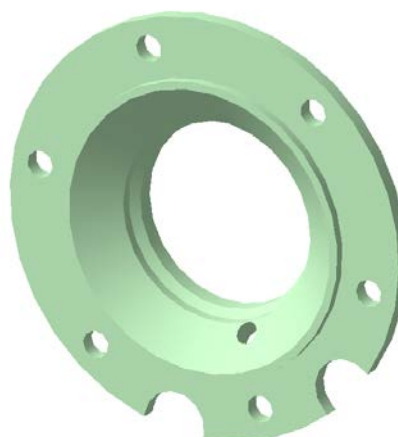


Рис.7 б) Модель Крышки

Подводя итоги проделанной работы, можно сказать, что в процессе выполнения поставленной задачи пришлось изучить принцип действия будущего объекта профессиональной деятельности для понимания его конструкции и успешного моделирования всех его составляющих.

Вывод:

1. Познакомились принципом действия оборудования будущего рабочего места с использованием САД-сред.
2. Выявили некорректности традиционных технологий создания конструкторской документации при выполнении этой документации по 3D моделям изделий.
3. Использовали профессиональную литературу при анализе конструкций узлов изделий на начальном этапе обучения.

Список используемой литературы

1. Тепловые электрические станции. В.Я. Рыжкин – М.: «Энергоатомиздат», 1987
2. ЕСКД. Основные положения. ГОСТ 2.001 – 93 по ГОСТ 2.125 – 88. – М. : ИПК «Издательство стандартов», 1995.
3. ЕСКД. Общие правила выполнения чертежей. ГОСТ 2.301 – 68 по ГОСТ 2.321- 84. – М. : ИПК «Издательство стандартов», 1995.
4. Справочная система КОМПАС 3DV14



РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ О ПЕРЕСЕЧЕНИИ СЛОЖНЫХ ТЕЛ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ САД ТЕХНОЛОГИЙ.

Шукис А. А.

научный руководитель Головина Л. Н.

Сибирский федеральный университет

Цель: Проанализировать возможности САД-сред при решении задач пересечения сложных поверхностей.

Задача: Создание в САД-средах сложных тел с анализом линий пересечения различных поверхностей.

В настоящее время информационные технологии развиты на очень высоком уровне, каждый желающий преуспеть в выбранном роде деятельности должен уметь быстро получать и использовать необходимую информацию, применять на практике существующие технологические инновации, в том числе и споро развивающееся программное обеспечение ПК.

Например, начиная обучение, каждый инженер сталкивается с такой сложностью, как пространственное видение чертежа. Далеко не всегда удаётся представить конечный вид объекта, его форму и конструкцию, имея лишь три стандартных вида на чертеже, и тем более сложно предположить, как именно будет выглядеть пересечение сложных поверхностей. Для понимания требуются программы, моделирующие объект в пространстве. Мы рассмотрим возможные пересечения сложных поверхностей на примере корпусов автомата управления турбины и импеллера.

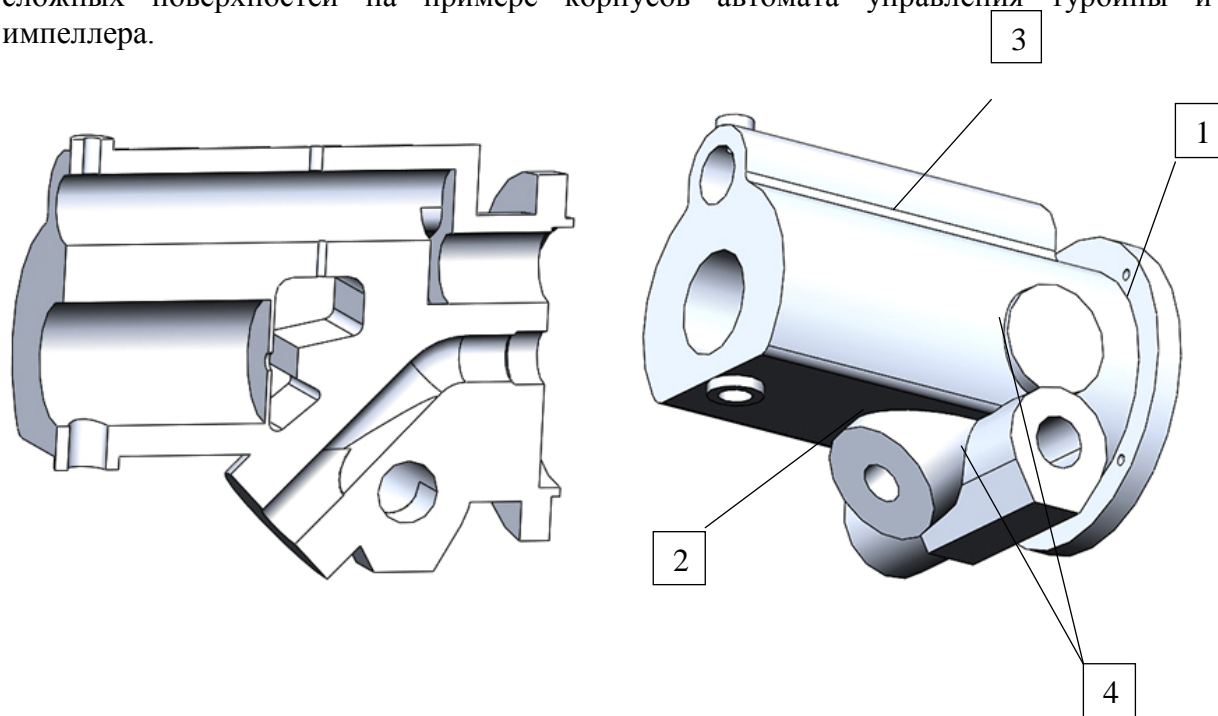


Рисунок 1. Модель корпуса автомата управления турбины с противодавлением (разрез; вид справа).

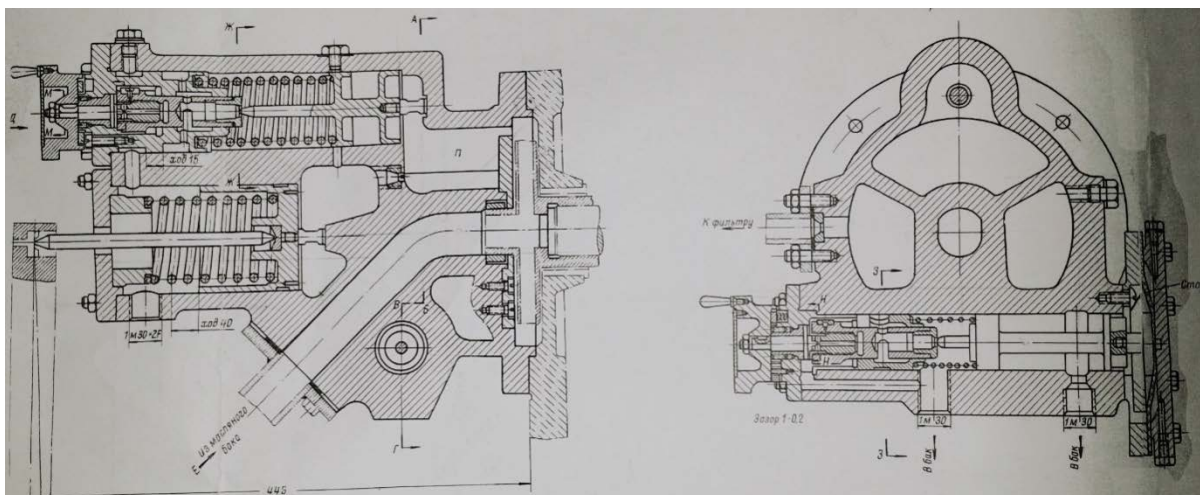


Рисунок 2. Чертёж автомата управления турбины (вид спереди и слева)

На рисунке 1 представлена модель корпуса автомата управления турбины, созданная при помощи САД-среды на основе рабочего чертежа (рисунок 2). Корпус имеет множество пересечений сложных поверхностей. Цилиндрическая поверхность пересекает призматическую образуя кривую n -ного порядка (окружность, если призматическая поверхность направлена перпендикулярно относительно оси цилиндрической поверхности (1), или эллипс, если они направлены под углом друг к другу (2)). Цилиндрические поверхности с коллинеарными осями пересекаются по прямой (3). Цилиндрические поверхности с перпендикулярно или под углом друг к другу направленными осями при пересечении также образуют кривые n -ного порядка (4).

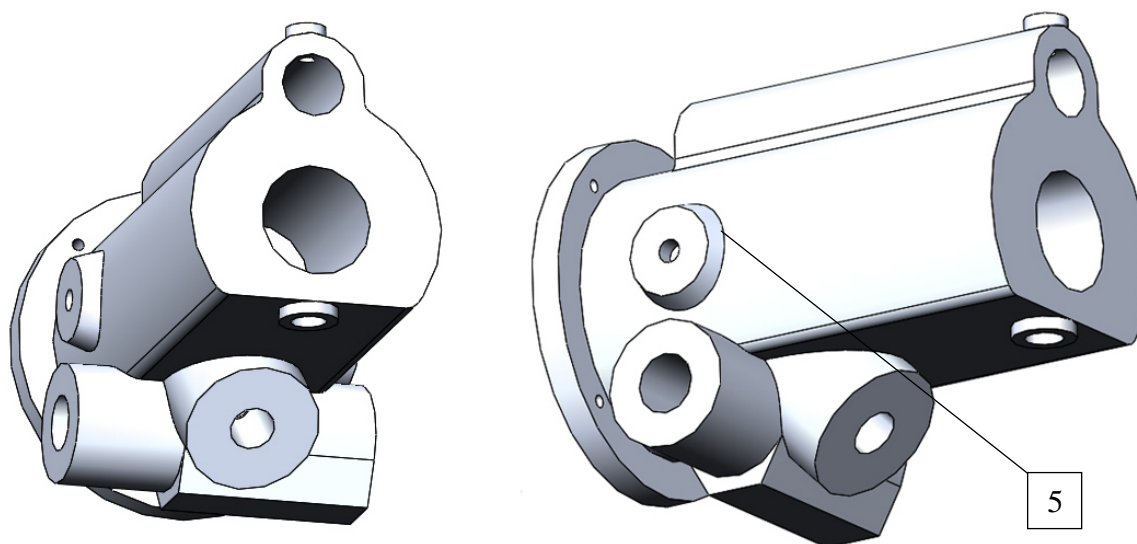


Рисунок 3. Модель корпуса автомата управления турбины с противодавлением (вид слева)

При пересечении цилиндрической поверхности конической, с осями, направленными под углом друг к другу или перпендикулярными, образуется кривая n -ного порядка (5).

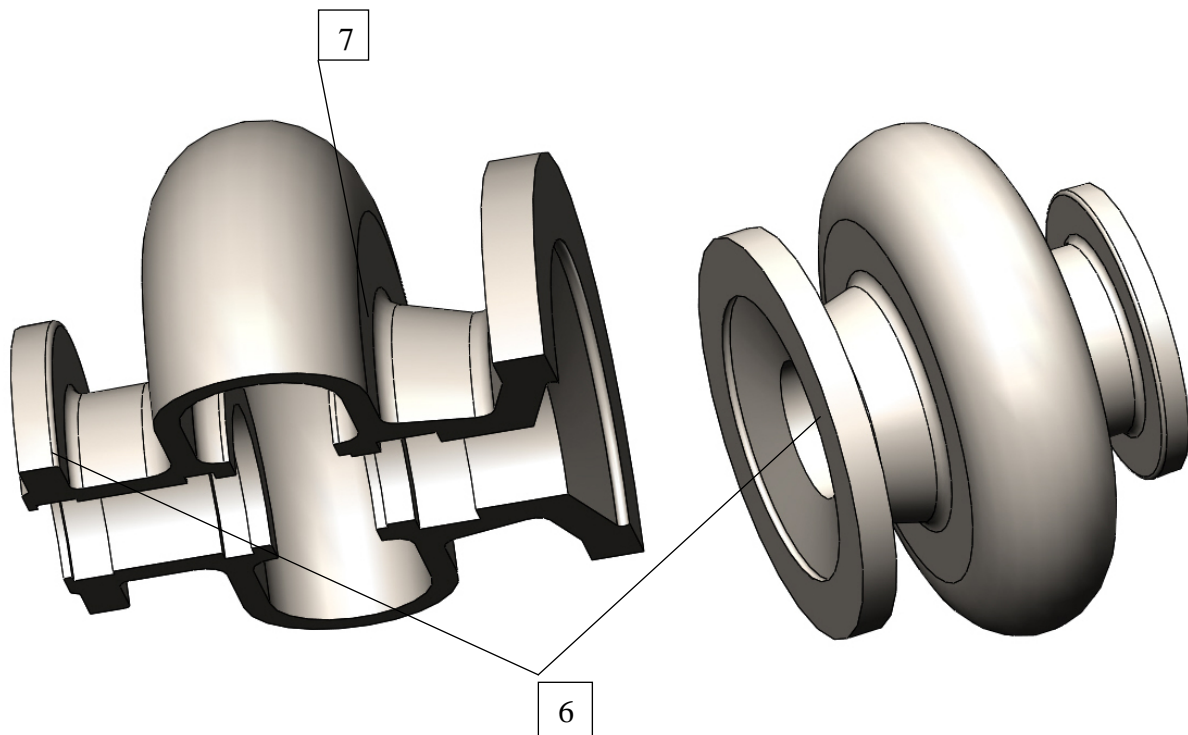


Рисунок 4. Модель корпуса импеллера.

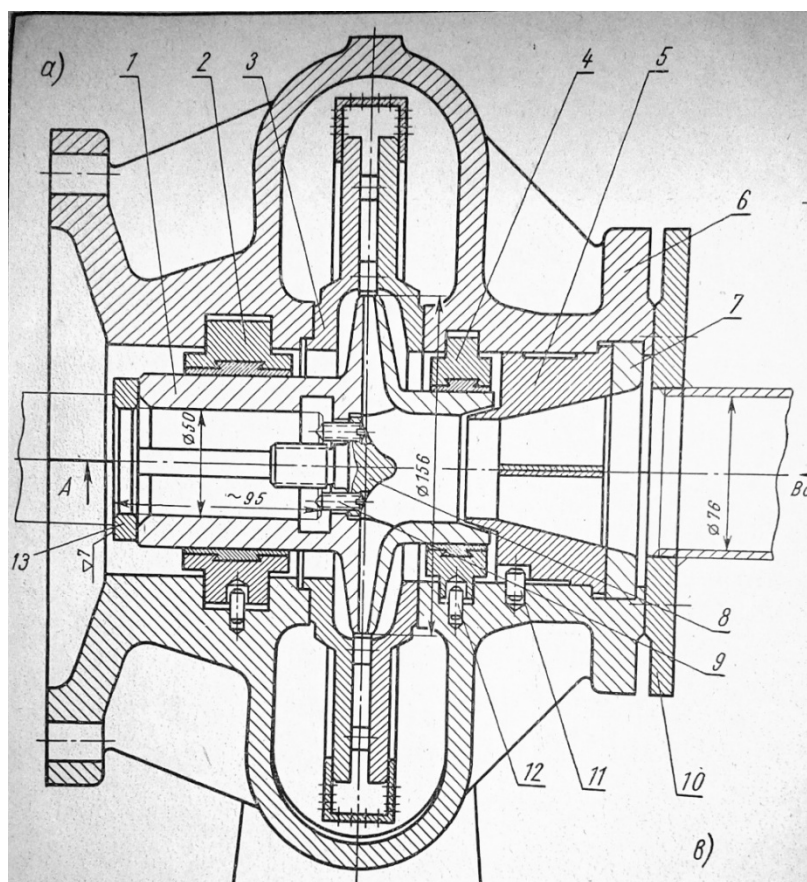


Рисунок 5. Чертёж корпуса импеллера

На рисунке 3 изображён корпус импеллера. Он так же представляет собой сложное тело со множеством пересечений поверхностей. Конические поверхности подобно цилиндрическим при пересечении с призматическими образуют, в зависимости от угла наклона призматической поверхности относительно оси конической, окружность или эллипс. Торговая поверхность пересекает коническую и цилиндрическую, образуя окружность, если оси пересекающихся поверхностей коллинеарны (6), или же кривую n-ного порядка, если оси поверхностей направлены перпендикулярно или под углом друг к другу, пересечение конических поверхностей с коллинеарными осями также образует окружность (7), и кривую n-ного порядка, если оси направлены под углом друг к другу или перпендикулярны.

Итог: Анализ выполненных корпусов показывает, что поверхности вращения пересекаются: с призматическими по кривым n-го порядка, с поверхностями вращения по прямой, если оси поверхностей коллинеарны, или же по кривым n-ного порядка, если оси направлены перпендикулярно или под углом друг к другу.

При создании с помощью САД-среды 3D моделей сложных тел как синтеза простейших элементов, полученных сложением или вычитанием, мы получаем наглядное изображение результата пересечения. Что позволяет понять комплексное строение сложных изделий.

Решение задач на пересечение сложных поверхностей сравнимо с задачей по физике или математике, где вместо «Дано:» – исходный рабочий чертёж, вместо формул – оптимальный алгоритм и использование типовых твёрдотельных операций, и как итог, благодаря геометрическому ядру САД-сред (моделеру), все задачи пересечения сложных поверхностей (начертательной геометрии) решаются автоматически.

Вывод:

1. Использование САД-сред для решения задач на пересечение сложных поверхностей кратно уменьшает время, необходимое для моделирования.
2. Итог получается более точным, чем приближенное построение вручную.
3. САД-среда позволяет смоделировать абсолютно любую ситуацию пересечения.
4. Для специалистов в перспективе есть возможность быстрого создания электронного чертежа как 2D образа 3D моделей.
5. Современные технологии позволяют изготавливать изделия по 3D моделям.

Список использованной литературы

1. SolidWorks 2014\ \ Справочная система программного комплекса.
2. А. В. Бубенников «Начертательная геометрия», издательство «Высшая школа», г. Москва, 1981 г., 296 страниц.
3. В.О. Гордон, М. А. Семенцов-Огиевский «Курс начертательной геометрии», издательство «Москва», 1977 г., 367 страниц.

