

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
«Витебский государственный технологический университет»

УТВЕРЖДАЮ  
Первый проректор УО «ВГТУ»  
\_\_\_\_\_ С.И.Малашенков  
\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ  
В ПРОМЫШЛЕННОМ ДИЗАЙНЕ.  
КОНСТРУИРОВАНИЕ**

Методические указания

к выполнению технологической и конструкторской частей дипломного проекта  
для студентов специальности 1-19 01 01-01 «Дизайн объемный»

РЕКОМЕНДОВАНО

Редакционно-издательским советом  
УО ВГТУ»

\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Протокол № \_\_\_\_\_

Витебск

2012

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ**  
**УНИВЕРСИТЕТ»**

**МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ**  
**В ПРОМЫШЛЕННОМ ДИЗАЙНЕ.**  
**КОНСТРУИРОВАНИЕ**

Методические указания

к выполнению технологической и конструкторской частей дипломного проекта  
для студентов специальности 1-19 01 01-01 «Дизайн объемный»

Витебск

2012

УДК 620.9 (476)

Материаловедение и технологии в промышленном дизайне. Конструирование: методические указания к выполнению технологической и конструкторской частей дипломного проекта для студентов специальности 1-19 01 01-01 «Дизайн объемный».

Витебск: Министерство образования Республики Беларусь, УО «ВГТУ», 2012.

Составители: к.т.н., доц. Белов Е. В.,  
к.т.н., доц. Ковчур А.С.

В методических указаниях изложены содержание и методика выполнения технологической и конструкторской частей дипломного проекта для студентов специальности 1-19 01 01-01 «Дизайн объемный».

Одобрено кафедрой «Технология и оборудование машиностроительного производства» УО «ВГТУ» 17 ноября 2011 г., Протокол № 4.

Рецензент: доц. Малин А.Г.  
Редактор: ст. преп. Климентьев А.Л.

Рекомендовано к опубликованию редакционно-издательским советом УО «ВГТУ» \_\_\_\_ \_\_\_\_\_ 2012 г., Протокол № \_\_\_\_.

Ответственный за выпуск: Герасимова О.С.

Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет»

---

Подписано к печати \_\_\_\_\_. Формат \_\_\_\_\_. Уч. - изд. лист. \_\_\_\_\_  
Печать ризографическая. Тираж \_\_\_\_\_ экз. Заказ \_\_\_\_ Цена \_\_\_\_\_

---

Отпечатано на ризографе учреждения образования «Витебский государственный технологический университет».

Лицензия № 02330/0494384 от 16 марта 2009 г.

210035, г. Витебск, Московский пр-т, 72.

## СОДЕРЖАНИЕ

1 Введение	4
2 Конструкторская часть	5
3 Технологическая часть	13
3.1 Уголок металлический	13
3.2 Пластик	19
3.3 Автомобильное стекло	24
4 Литература	29

## **1 ВВЕДЕНИЕ**

Разработка технологической и конструкторской частей дипломного проекта является одним из важнейших аспектов формирования творческой личности дизайнера на заключительном этапе обучения.

## **2 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ**

Задачей конструкторской части дипломного проекта является: разработка конструкторской основы проектируемого объекта с учетом требований дизайна. Объем пояснительной записки составляет 15 – 20 стр.

После выполнения проектной и дизайнерской частей дипломного проекта можно приступать к выполнению конструкторской части, поскольку именно в ней будут конкретизированы все предложенные разработки с точки зрения создания конкретных конструкторских решений, а также выполнены чертежи разработанного варианта. Вся работа будет выполняться с помощью программного продукта Autodesk Inventor.

Созданию любого объекта предшествует формулировка его служебного назначения.

Под служебным назначением понимается кратко сформулированная максимально уточненная задача, для решения которой создается проектируемый объект. Служебное назначение должно включать не только общую задачу, но и все те условия, которые эту задачу максимально уточняют и конкретизируют.

Например, необходимо указать, в каких условиях предполагается эксплуатировать проектируемый объект, степень механизации или автоматизации, окружающую среду, удобство обслуживания и ремонта, удобство управления или эргономический фактор и т. д.

После формулировки служебного назначения объекта проектирования и выявления требований, предъявляемых к объекту, необходимо приступить к синтезу конструктивной основы. Для более успешного решения поставленной задачи следует использовать основные принципы конструирования, такие как неология, адаптация, мультипликация, дифференциация и т. д.

### **НЕОЛОГИЯ**

Принцип неологии (от латинского «знание нового», «новизна») заключается в использовании конструктором процессов, конструкции форм, материалов, их свойств и т. д., новых для данной отрасли или новых вообще. Например, перенос реактивного двигателя из авиации в мелиорацию позволил создать реактивный канавокопатель, обеспечивающий себестоимость работ в 15 раз дешевле, чем при использовании экскаватора.

### **АДАПТАЦИЯ**

Принцип адаптации (от латинского «прилаживание», «приспособление») заключается в приспособлении проектировщиком известных процессов, конструкций, форм, материалов и их свойств для конкретных условий.

Приемы, относящиеся к принципу адаптации, это:

- а) изменение традиционных величин параметров;
- б) модификация, т. е. изменение некоторых узлов и механизмов без изменения основной конструктивной схемы;
- в) изменение условий эксплуатации и т. д.

### МУЛЬТИПЛИКАЦИЯ

Принцип мультипликации (от латинского слова «умножение») заключается в умножении функций деталей системы, при этом умноженные системы остаются необходимыми друг другу, т. е. однотипными.

К принципу мультипликации относятся приемы, связанные не только с увеличением характеристик системы, но и с их уменьшением, в любом случае мультипликация предполагает изменение характеристик системы в 2 раза и более. Любой переход от модели к реальной конструкции и обратно может быть отнесен к мультипликации.

Очень часто мультипликацию "связывают" с увеличением числа рабочих органов, увеличением прочности системы, агрегатированием и унификацией.

### ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ

Принцип дифференциации (от латинского слова «различие», «расчленение») заключается в разделении функций и элементов системы. Сводится чаще всего к дроблению формы различными приемами. Например, отказом от замкнутых объемных форм и переходом к формам открытым, разделением системы на части и соединением частей гибкими связями. Появляется возможность замены поврежденных элементов системы аналогичными взаимозаменяемыми элементами.

### ИНТЕГРАЦИЯ

Принцип интеграции (от латинского «цельный») заключается в объединении, совмещении; сближаются элементы производства, конструкции и рабочие процессы в производстве и во времени.

Формы проявления интеграции систем могут быть различны, диапазон приемов широк – от простейших видов механического соединения до высших форм симбиоза технических систем с живыми организмами. Система может объединять 2, 3, 4 и более исходных элементов в различных комбинациях – старое с новым, старое со старым, новое с новым. Например: насос шток лампа – примус, насос плюс иглы – шприц и т. д.

### ИНВЕРСИЯ

Принцип инверсии (от латинского «переворачивание», «перевертывание») заключается в обращении функции, формы и расположения элементов и системы в целом. Очень часто принцип инверсии называют принципом "наоборот".

Дорогая долговечность заменяется дешевой недолговечностью (одноразовые салфетки, шприцы, стаканы, платья и т. д.). Использование неудобной мебели сокращает время заседаний на 30 – 40 %, использование приема «клин клином». Полный отказ от использования стандартных элементов в конструкции и т. д.

## АНАЛОГИЯ

Принцип аналогии (от греческого «соответствие») заключается в отыскании и использовании сходств, подобия в каком-либо отношении систем (предметов, явлений), в целом различных. Наиболее крупными разновидностями этого является технология, биоаналогия и аналогия обрезающая.

Технология ведет к взаимному обогащению различных отраслей. К ней относят методы моделирования, например, аналоговое моделирование. Элементы живой природы как образцы используют в технике издавна, например: тараны в виде бараньих голов, кастеты в виде лапы льва или тигра и т. д. К биоанalogии могут быть отнесены принципы антропоморфизации (ковшовый экскаватор, робот-сварщик и т. д.).

Используя вышеперечисленные принципы, предлагается новое решение или улучшенное решение поставленной задачи.

На первом этапе проектирования разрабатываются (синтезируются) блок-схемы проектируемого объекта, т. е. определяется количество узлов и устанавливаются связи между ними. Общая последовательность работы над создаваемым объектом будет показана на примере разработки конструкции вакуумной ПУМ.

Анализ образцов разрабатываемой техники показал, что, несмотря на все достоинства, они нуждаются в улучшении их компактности и маневренности, придании конструкции меньшей громоздкости и более высоких эстетических характеристик. Поскольку в проектной части обоснован вариант решения поставленной задачи, то теперь приступим к разработке конструкции вакуумно-уборочной машины. Общая компоновка машины с учетом размещения работающего представлена на рис. 1.

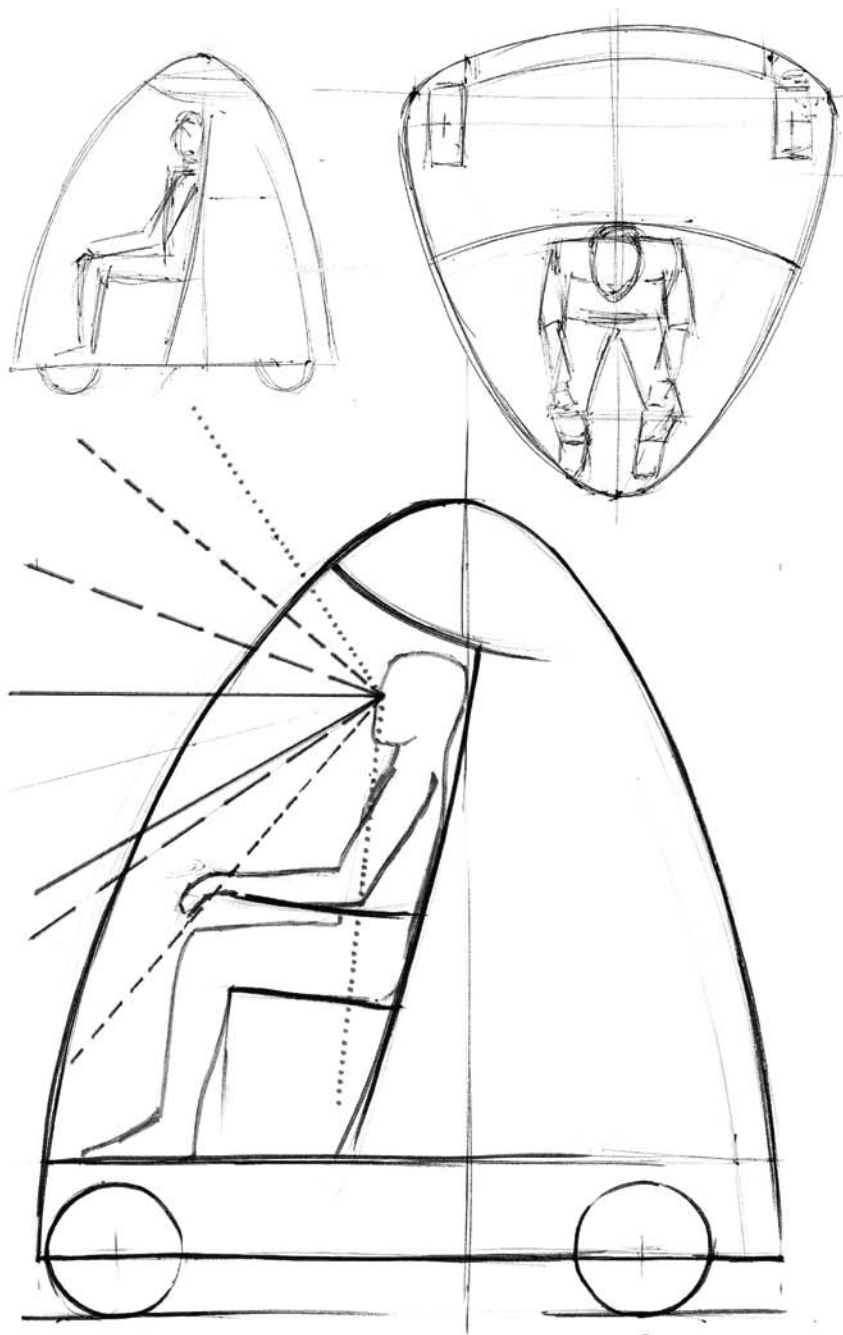


Рисунок 1 – Компонировочная схема машины

На этапе компоновки определяются общие габариты проектируемого объекта, его объемно-пространственная структура.

В разрабатываемом варианте в первую очередь необходимо определить объем для размещения рабочего, как это показано на рис. 1

Используя поисковую компоновку, были созданы поисковые 3D модели проектируемой ПУМ. Один из вариантов представлен на рис. 2.



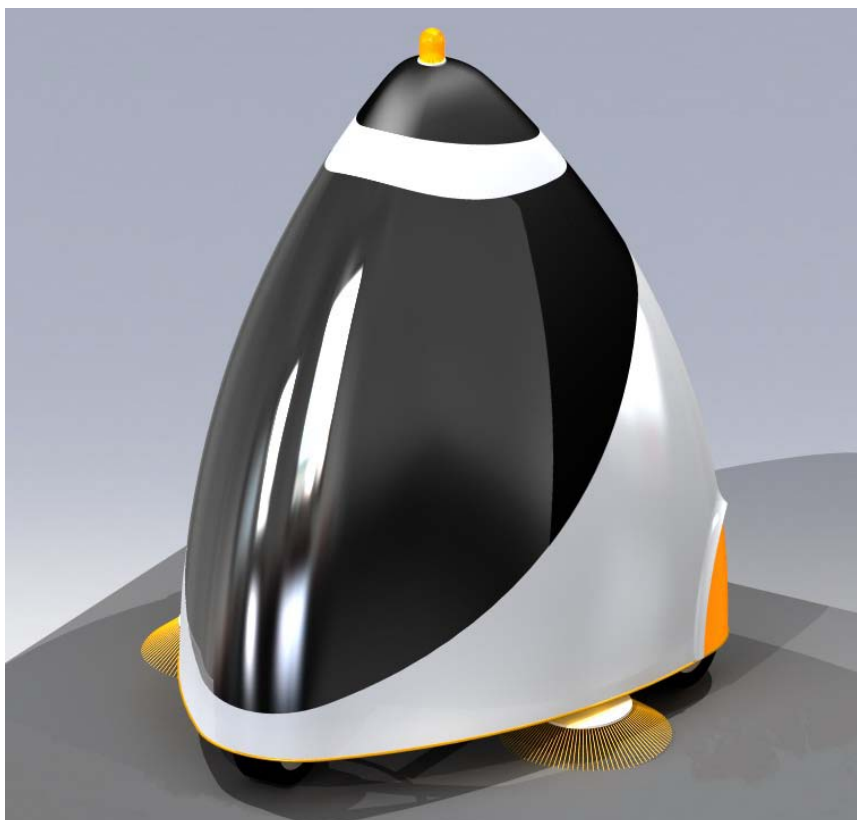


Рисунок 2 – 3D модель проектируемой машины

Этот этап играет очень важную роль в общем процессе конструирования, поскольку выбор возможной компоновки конструкции окажет большое влияние на композицию, пропорции и т. д. конструируемого объекта.

Разместив согласно требованиям эргономики рабочего, необходимо в оставшемся объеме спроектированной формы расположить следующие основные элементы: шасси, боковые лотковые щётки, водяной бак, всасывающий рукав, бункер для сбора мусора, фильтр для очистки отработанного воздуха, вакуумный вентилятор, аккумуляторы. Пример решения этой задачи показан на рис. 3 (а и б).

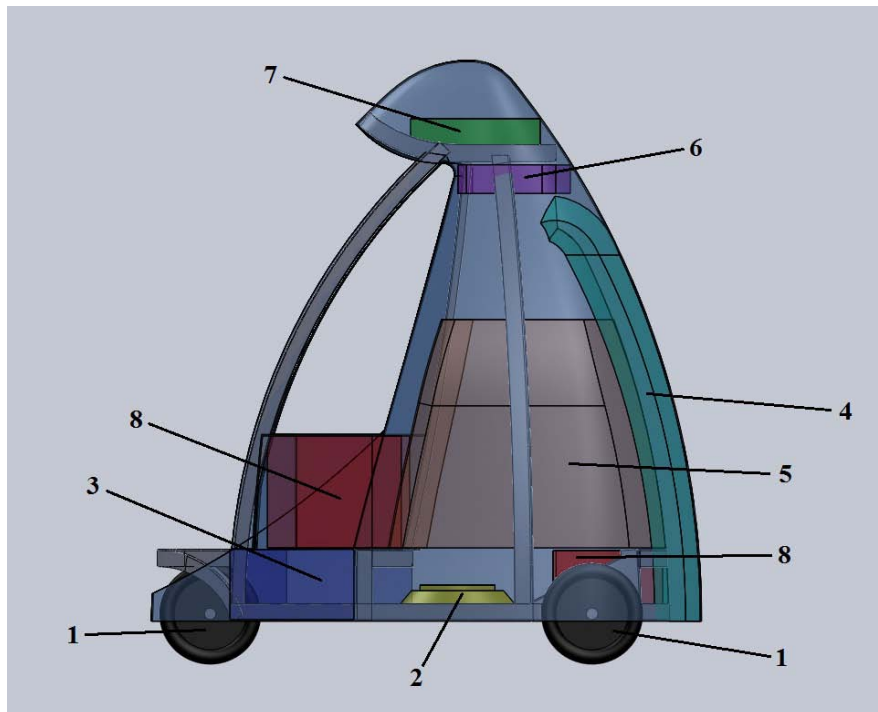


Рисунок 3 а – Компоновочная схема (вид сбоку)

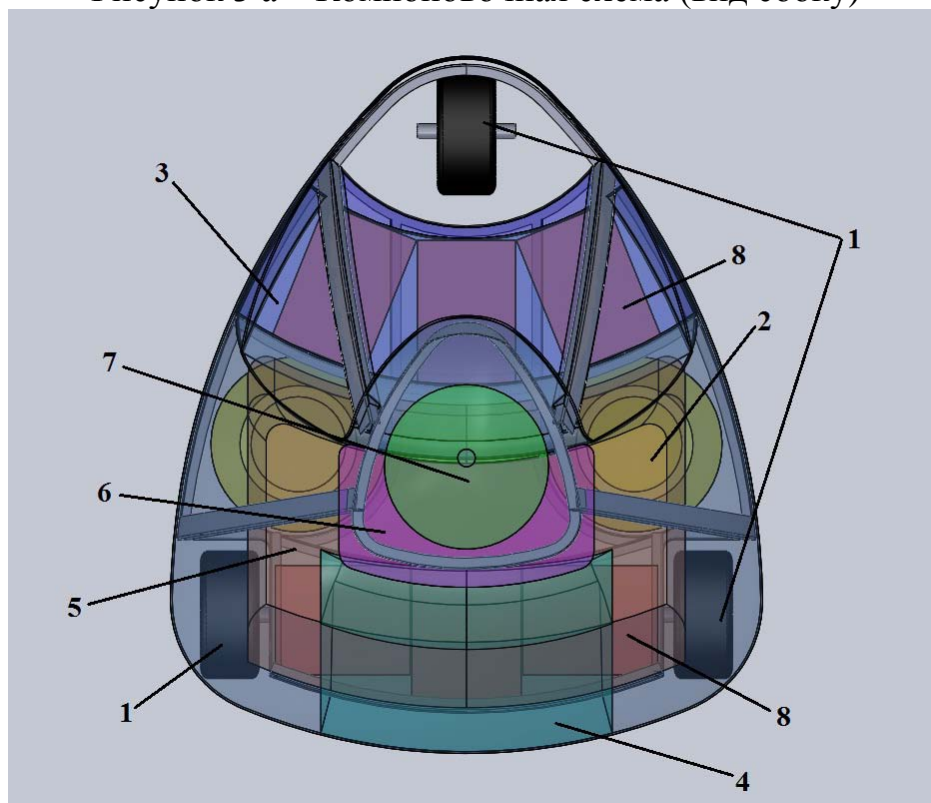


Рисунок 3 б – Компоновочная схема (вид сверху):

1 – шасси; 2 – боковые лотковые щётки; 3 – водяной бак; 4 – всасывающий рукав; 5 – бункер для сбора мусора; 6 – фильтр для очистки отработанного воздуха; 7 – вакуумный вентилятор; 8 – аккумуляторы

На компоновочных схемах видно, что все эти элементы должны быть размещены на несущей платформе или раме машины. Именно конструкция рамы будет определять жёсткость, долговечность и надёжность системы.

Поэтому в конструкторской части дипломного проекта будет разработана конструкция несущей рамы.

Однако прежде чем приступить к созданию 3D модели, необходимо оценить синтезированную блок-схему технического объекта (ТО), для этого используются критерии развития.

Критерий развития (ТО) — параметр или показатель, характеризующий ТО и на протяжении длительного времени имеющий тенденцию монотонного изменения или тенденцию поддержания на определенном уровне при достижении своего предела. Критерии развития ТО всеми осознаются как мера совершенства и прогрессивности и оказывают очень сильное влияние на развитие отдельных классов ТО и техники в целом. Значение критериев развития особенно важно для специалистов, стремящихся превзойти уровень лучших мировых достижений.

Любой ТО, как правило, имеет несколько критериев развития, и поэтому принцип прогрессивного развития заключается для каждого нового поколения ТО в улучшении одних и неухудшении других критериев.

Все критерии можно разбить на 4 группы:

- функциональные, характеризующие важнейшие показатели реализации функции ТО;
- технологические, характеризующие возможность и простоту изготовления ТО;
- экономические, определяющие только экономическую целесообразность реализации функции с помощью рассматриваемого ТО;
- антропологические, связанные с вопросами человеческого фактора или воздействия на людей положительных или отрицательных факторов, вызванных созданным ТО.

После оценки критериев развития приступаем непосредственно к созданию 3D модели с помощью программного продукта Autodesk Inventor.

Общий вид рамы представлен на рис. 4

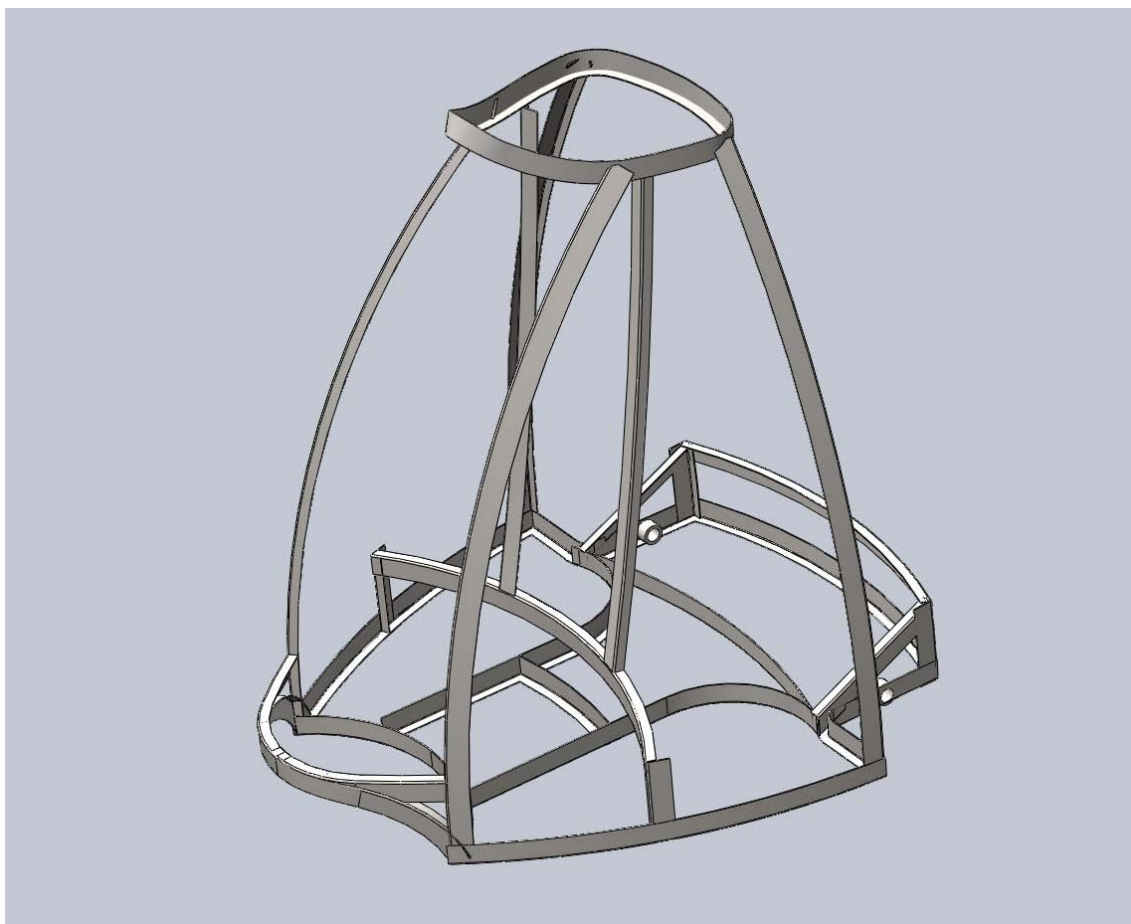


Рисунок 4 – Общий вид рамы

В качестве материала используется уголок стальной гнутый неравнополочный (ГОСТ 19772 – 93) 60x30x3 мм, который изготавливается из качественной конструкционной стали и обеспечивает данной раме требуемую жёсткость при небольшом весе.

Основная нагрузка на раму приходится в месте расположения следующих элементов: 1) бак для воды объёмом 150 л, расположенный в передней части машины; 2) контейнер для сбора мусора, рассчитанный на объём 400 л и расположенный в задней частях машины; 3) аккумуляторы, расположенные в передней и задней частях машины. Кроме того, при разгрузке контейнеров с мусором самосвальным способом прилагается значительная нагрузка на ось бункера для сбора мусора.

Последовательно размещая основные узлы машины на сконструированной раме, определяем места их крепления.

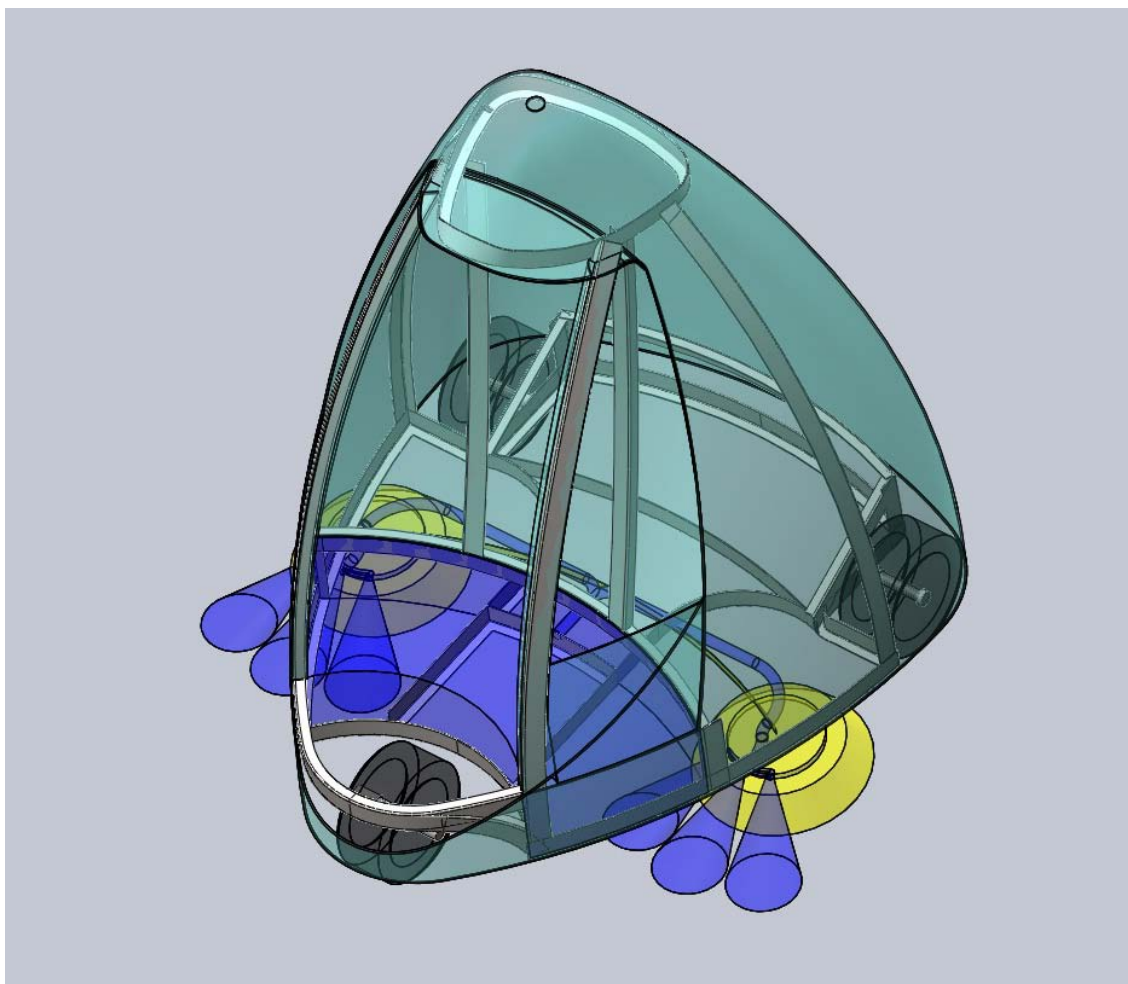
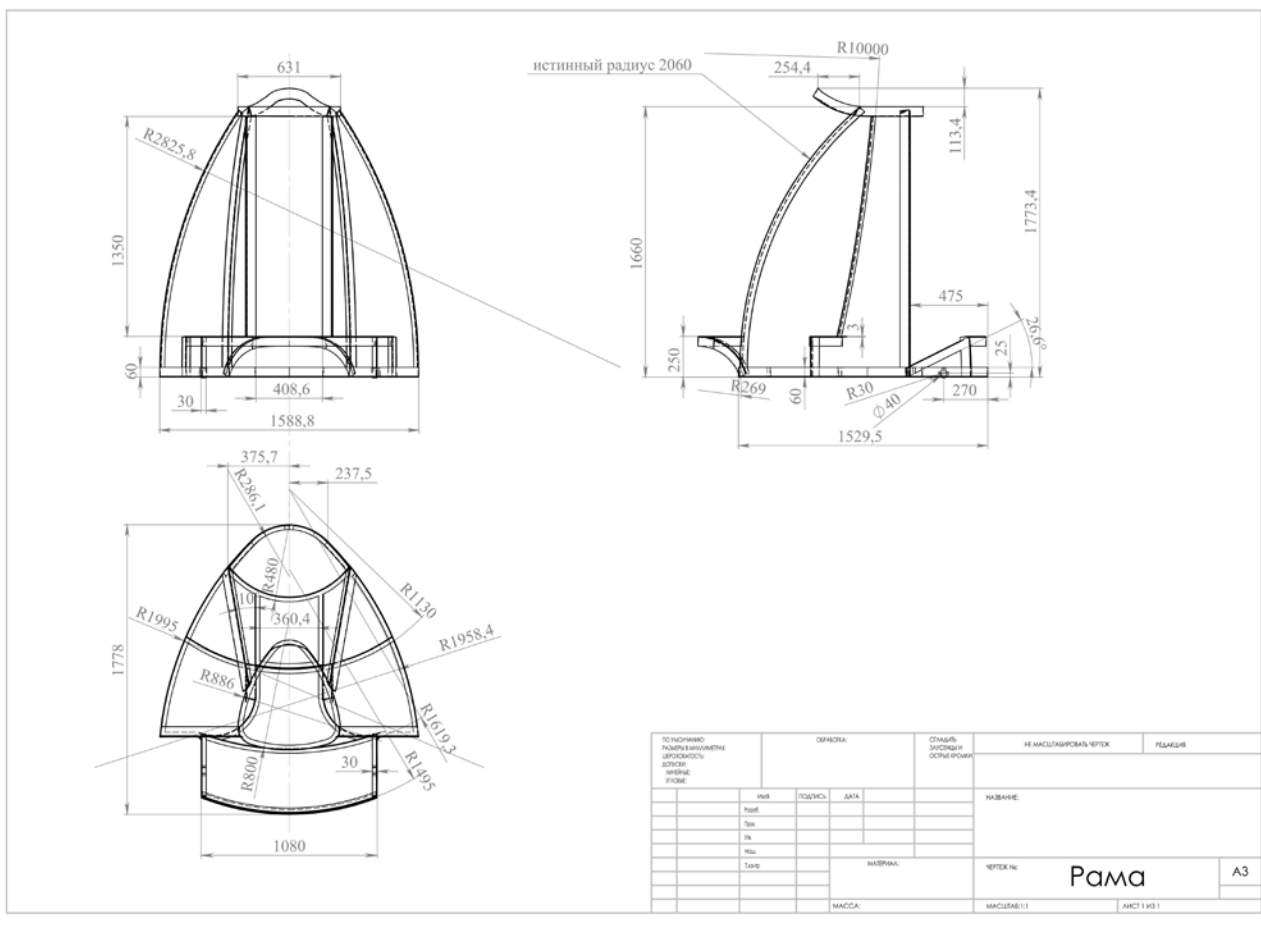


Рисунок 5 – Определение мест крепления на раме

Как это показано на рисунке, разрабатываем конструкцию крепления узлов.

Заключительным этапом конструирования является создание чертежей сконструированной рамы с использованием программного продукта AUTODESK INVENTOR.



### 3 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Целью технологической части является выбор наиболее подходящих по свойствам материалов, обладающих необходимой прочностью, жёсткостью и устойчивостью к воздействиям различного характера, которые будут использоваться при производстве вакуумной подметально-уборочной машины (ПУМ). При выборе материала для производства изделия необходимо также учитывать условия его эксплуатации.

Сборка автомобиля – сложный технологический процесс, в котором задействовано много людей, компьютеров и промышленных роботов. Сборка большинства автомобилей в наше время производится на конвейерных линиях.

По согласованию с руководителем дипломной работы, ввиду большого ассортимента, в технологической части будут описаны основные материалы, определяющие концептуальное восприятие объекта.

#### 3.1 Уголок металлический

Уголок металлический (рис. 6) – изделие из качественной конструкционной стали, производство которого организовано на прокатных станах.



Рисунок 6 – Уголок металлический

При производстве стального равнополочного уголка используется углеродистая сталь по ГОСТ 380 (марки стали Ст0, Ст3кп, Ст3сп/пс, Ст4кп, Ст4пс, Ст4сп, Ст5пс, Ст6пс, Ст6сп). Также уголок равнополочный стальной изготавливают из стали повышенной прочности (по ГОСТ 19281 – 89, марки стали 08Г2С, 12ГС, 16ГС, 14Г2, 17ГС, 09Г2С, 14ХГС, 15ХСНД, 10ХНДП, 17Г1С, 10Г2С1, 10Г2БД, 10ХСНД, 15Г2СФД, 14Г2АФ, 16Г2АФ, 15Г2АФДпс, 18Г2АФпс).

Уголки стальные изготавливаются двумя способами: первый – горячекатаный. Полученные таким образом изделия могут испытывать большие нагрузки, поэтому используются в строительстве для несущих конструкций. Метод заключается в том, что разогретый сляб, пропущенный через валы, попадает в формовку, где делается заготовка необходимого размера, после чего заготовка проходит через прокатный стан. Второй способ получения уголков стальных заключается в изгибе уже готового металлического листа на специальных профилегибочных станках. В основном производство уголка осуществляется из конструкционной листовой стали, которая получается посредством горячего, а также холодного метода прокатки металла. Уголок, изготовленный таким образом, применяется тогда, когда предусматриваемые нагрузки не очень высокие.

Есть также уголок, защищённый от коррозии. Это либо оцинкованный, либо изготовленный из нержавеющей стали уголок. Уголок оцинкованный изготавливается двумя способами: горячим или холодным оцинкованием. Оцинкованные уголки нашли применение в пищевой и медицинской промышленности, в наружной отделке помещений, кровле, декорировании. Уголок из нержавеющей стали применяется на объектах с высоким уровнем влажности.

Также ГОСТами предусмотрено деление уголков на подгруппы по точности прокатки:

- А – группа стальных неравнополочных уголков высокой точности;
- В – группа стальных неравнополочных уголков обычной точности.

Уголки стальные делятся на два вида по принципу сечения: уголок равнополочный (ГОСТ 8509 – 93) и уголок неравнополочный (ГОСТ 8510 – 86).



Принципиальная разница заключается в соотношении сторон изделия – если у уголка равнополочного они одинаковые, то у уголка неравнополочного неодинаковые. Ширина полки уголков может быть разной, в частности от 20 до 200 мм с разной толщиной металла (до 16 мм), длина уголка может составлять от 4 до 12 м. На каждый вид уголка предусмотрены ГОСТы.

В наименовании равнополочного стального уголка (рис. 7) содержится информация обо всех основных параметрах: длине полки и толщине стенок продукции. При обозначении равнополочного уголка указывается его номер – он соответствует длине полки уголка. Цифровое обозначение дано в миллиметрах. При производстве уголков равнополочных учитываются все требования, предписываемые ГОСТами 8509 – 93 и 19771 – 93, а именно: определение длины и ширины уголка, уровня качества, марки стали, применяемой в производстве. Длина уголков в соответствии с ГОСТ может варьироваться от 4 до 12 метров. Предельные отклонения длины равнополочного уголка могут быть не более 30 мм для уголка длиной 4 м, 50 мм – для уголка до 6 м, для уголков длиной 6 м и более – 70 мм.

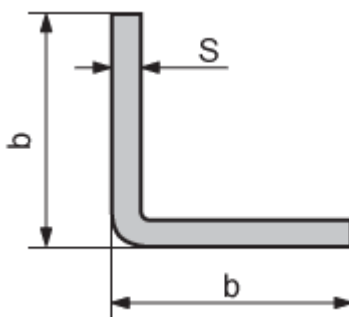


Рисунок 7 – Уголок стальной равнополочный

При обозначении неравнополочного уголка (рис. 8) в названии указывается длина обеих полки. Уголок неравнополочный обозначается следующим образом:  $B \times b \times S$ , где:

$B$  – ширина большей полки;

$b$  – ширина меньшей полки;

$S$  – толщина полки.

Наименование «Уголок 100x65x10» говорит о длине полочек, равных 100 и 65 мм соответственно, и толщине полки, равных 10 мм. Уголок неравнополочный производится согласно требованиям, которые предъявляют ГОСТы 8510 – 86 и 8510 – 93. Согласно этим стандартам, учитываются все параметры, такие как: размеры, вес, точность, возможные отклонения от нормы и сортмент.



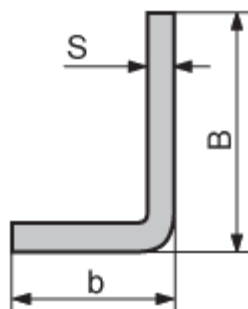


Рисунок 8 – Уголок стальной неравнополочный

Также в производстве уголков стальных неравнополочных предусмотрен еще один подвид: уголок неравнополочный гнутый. Производство гнутого уголка осуществляется в соответствии с требованиями, предписанными ГОСТ 19772 – 93.

Наиболее часто используемый уголок неравнополочный металлический:

- уголок 30 мм: 30x20x3 мм, 30x20x4 мм;
- уголок 40 мм: 40x20x3 мм, 40x20x4 мм, 40x30x3 мм, 40x30x4 мм;
- уголок 50 мм: 50x30x3 мм, 50x30x4 мм, 50x30x5 мм, 50x30x6 мм;
- уголок 60 мм: 60x30x3 мм, 60x30x4 мм, 60x40x5 мм, 60x40x6 мм;
- уголок 63 мм: 63x40x6 мм;
- уголок 75 мм: 75x50x5 мм, 75x50x6 мм;
- уголок 80 мм: 80x40x3 мм, 80x40x4 мм, 80x40x5 мм, 80x50x3 мм, 80x60x4 мм, 80x60x5 мм;
- уголок 100 мм: 100x50x6 мм, 100x50x8 мм, 100x63x6 мм, 100x63x8 мм;
- уголок 125 мм: 125x80x8 мм;
- уголок 140 мм: 140x90x8 мм, 140x90x10 мм;
- уголок 160 мм: 160x100x10 мм.

Стальной уголок используется в ряде областей промышленного производства. Уголок металлический применяется повсеместно в самых различных отраслях производства и строительства. Данный вид металлопрокатной продукции используется в основном в таких отраслях, как строительство, кузнечное дело, производство мебели, машиностроение, станкостроение и так далее.

Резка уголка осуществляется с помощью специального лазера (рис. 9). Раскрой металла с помощью лазерной резки – это высокопроизводительный технологический процесс, обеспечивающий качественное и точное исполнение деталей и заготовок из металла. Лазерный раскрой металла применяется при изготовлении продукции самого различного назначения – это и детали механизмов, запасные части всевозможных устройств, декоративные элементы, сувенирные изделия и прочее.

Лазерный раскрой металла осуществляется без механической деформации обрабатываемого материала, а температурное воздействие лазерного излучения локализовано в узкой зоне разреза. Эти факторы позволяют производить обработку требуемых участков изделия без воздействия на структуру остальной его части. Лазерный раскрой металла позволяет проводить точное изготовление де-

талей с высоким уровнем качества поверхности реза, не требующим дальнейшей его обработки, благодаря чему достигается высокая производительность этой технологии в сравнении с другими способами обработки металлов.



Рисунок 9 – Резка металла с помощью лазера

Преимущества, которыми обладает лазерный раскрой металла перед другими способами резки металла, такими как вырубка, фрезерование, плазменная или газовая резка, следующие:

- лазерная резка металла не производит механического воздействия на обрабатываемое изделие, что позволяет применять его для резки хрупких, непластичных материалов;
- температурное воздействие лазерного излучения на деталь локализовано в узкой области реза, в результате не происходит ее нагрева и тепловой деформации, что позволяет применять лазерный раскрой металла для тонких и ответственных деталей;
- современные станки лазерной резки с программным управлением и высокоточным координатным устройством позволяют изготавливать детали, смоделированные в трехмерном пространстве, что позволяет при небольшой себестоимости изготовления получать детали высочайшего качества;
- при применении лазерного раскроя металла количество отходов значительно ниже, чем при использовании других способов резки, так как допуск реза здесь минимален. В сочетании с высокой скоростью резки это делает лазерную резку экономически выгодной и быстро окупаемой технологией, что немаловажно при высокой стоимости оборудования.

Изготовление кузовов автомобилей отличается в зависимости от типа конструкции. Различают кузов с несущей рамой и несущим кузовом. Это принципиальное отличие заключается в наличии или отсутствии явно выраженной

рамы. Отчетливо это заметно на грузовых автомобилях. Там виден остов машины (обычно – два металлических швеллера с такими же переборками), который проходит через весь корпус. К этой металлической раме крепятся все остальные детали: кабина, двигатель, кузов, колёсные мосты. При необходимости любой из этих агрегатов можно без проблем отсоединить от рамы. В процессе изготовления автомобилей с такими рамами работа по сборке начинается с установки на специальном стенде заготовок рамы автомобиля. Комплектующие рамы собирают и предварительно закрепляют на этом стенде, проверяют все углы в местах сопряжения. Только после этого приступают к поэтапному скреплению частей заклепками и болтами. Этот этап имеет очень большое значение, так как любая погрешность на долю миллиметра может вызвать, в дальнейшем, отклонение колёс от центральной оси или перекося всего автомобиля. Такие отклонения обязательно приведут к неравномерному распределению нагрузки и разрушению конструкции.

После того, как рама закреплена, она проходит окончательную проверку. Если критических замечаний нет, то её красят и передают на главный сборочный конвейер. Там начнется процесс формирования автомобиля, который сойдет, в окончательном виде, уже через короткий промежуток времени.

Принципиально другой тип кузова – несущий (рис. 10). В этом случае конструктивные элементы кузова будут нести на себе нагрузки всего автомобиля. Окончательно собранный кузов будет являться единым целым, и извлечь из него части или детали, которые одновременно будут и корпусом и рамой, не получится.



Рисунок 10 – Несущий кузов

Сборка такого типа кузова тоже начинается со станда, на который начинают устанавливать конструктивные элементы. Сначала устанавливают подрамники, лонжероны, балки. Далее постепенно начинают наращивать конструкцию до получения жесткого каркаса, который способен выдерживать минимальные механические нагрузки. При сборке такого типа рам используется точечная сварка. Это такой вид соединения металлических частей, когда в определенных точках сварного шва производится локальное расплавление металла и его соединение.

Применение точечной сварки позволяет значительно сократить время на обработку и снизить энергозатраты. Прочность соединения при таком способе сварки металла остается на достаточно высоком уровне. Это революционное нововведение мгновенно вошло в промышленность и стало стандартом. При помощи технологии точечной сварки, в настоящее время, собирается подавляющее большинство автомобилей с несущей рамой. Выполняют работы по точечной сварке полностью автоматизированные роботы. Только они могут в достаточно короткий срок с точностью до сотых долей миллиметра выполнить большое количество точечных касаний.

После того, как основная несущая конструкция собрана, она проходит проверку на точность. Проверку осуществляют тоже роботы. Они могут быстро и абсолютно точно снять размеры с контрольных точек и занести их в базу данных. Разрешение на дальнейшую сборку дает билет в жизнь новому автомобилю. Он так же, как и автомобиль с несущей рамой, попадает на конвейер, где к нему начинают добавлять оставшиеся фрагменты кузова и обшивки. Эти фрагменты закрепляются аналогично точечными сварными швами.

На укомплектование такими компонентами, как двигатель, стекло, колеса интерьер салона, автомобиль попадет только после прохождения покрасочного цеха. В его приёмное отделение попадают с металлическим блеском корпусов и темными пятнами сварки железные силуэты, а выходят уже красивые корпуса, окрашенные цветами модельного ряда. Применение отдельных рам перешло в прерогативу грузовым автомобилям и тракторам. Конечно, есть и исключение из правил – это внедорожники. Только на этих покорителях труднопроходимых участков нашей планеты конструкторы не спешат отказываться от такого архаизма в мире легкового автопрома.

В результате анализа характеристик различных видов уголка в качестве материала для рамы был выбран уголок стальной гнутый неравнополочный ГОСТ 19772 – 93 60x30x4 мм, который изготавливается из качественной конструкционной стали и обеспечивает данной раме требуемую жёсткость при небольшом весе.

### **3.2 Пластик**

Для изготовления деталей корпуса вакуумной ПУМ целесообразно использовать ударопрочные пластики, применяемые для изготовления наружных пластиковых деталей автомобилей.

Стирольные пластики – одна из наиболее часто применяемых групп термопластичных материалов. Они легко перерабатываются, хорошо окрашиваются, дают блестящую поверхность. Имеют невысокую усадку и малую склонность к короблению. По уровню механических свойств и теплостойкости их обычно относят к материалам общетехнического назначения (кроме SPS).

Полистирол (PS) – продукт полимеризации стирола (винилбензола), который относится к полимерам класса термопластов. Имеет химическую формулу вида:  $[-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{C}_6\text{H}_5)-]_n-$ .

Фенольные группы препятствуют упорядоченному расположению макромолекул и формированию кристаллических образований. Это жёсткий, хрупкий, аморфный полимер с высокой степенью оптического светопропускания, невысокой механической прочностью, выпускается в виде прозрачных гранул цилиндрической формы. Полистирол имеет низкую плотность (1060 кг/м<sup>3</sup>), термическую стойкость (до 105 °С), усадку при литьевой переработке 0,4–0,8 %. Полистирол обладает отличными диэлектрическими свойствами и неплохой морозостойкостью (до –40 °С). Имеет невысокую химическую стойкость (кроме разбавленных кислот, спиртов и щелочей). Для улучшения свойств полистирола его модифицируют путём смешения с различными полимерами — подвергают сшиванию, получая таким образом сополимеры стирола.

Полистирол поддается следующим видам обработки:

- Обработка края. Для обработки краев используют рубанок, грубый напильник, рашпиль, шабер. Инструмент должен быть хорошо заточен.
- Термоформовка. Полистирол является идеальным материалом для этого вида обработки и предоставляет огромные возможности для создания трехмерных форм. Объемные буквы, барельефы, сложные объемные фигуры и многое другое могут быть выполнены с помощью термо- или вакуумформовки. Простейший инструмент для термообработки – промышленный фен. Температура обработки – 130 – 150° С. В экстремальных случаях – до 200° С. Температура формовки: для технических деталей до 75 °С, для упаковки без нагревания величина усадки прибл. 0,5 %. Коэффициент вытяжки: при отрицательной матрице – 1:1,25, при позитивной матрице – 1:2. Время нагрева: в зависимости от источника нагревания. При толщине материала более 2 мм необходимо нагревание с двух сторон.
- Сварка. Рекомендуется газосварка (горячий воздух) при температуре 260 – 330 °С, сварка нагревательным элементом (температура 180 – 260 °С, время нагрева 20 – 60 с), и особенно ультразвуковая сварка (амплитуда колебаний 35 мм, облучение ультразвуком проводится менее 1 с).
- Склеивание. Детали из полистирола легко склеиваются друг с другом и с другими материалами, образуя долговечные и надежные соединения. Очень хорошо подходят для этой цели контактные клеи, водорастворимый клей, клей из неопрена, а также растворяющие или цианакрилатные клеи.

- Печать. На поверхность полистирола легко наносится и долго держится печать, нанесенная офсетным или трафаретным способом. При этом не требуется предварительной обработки поверхности. При офсетной печати используются краски для "невыпечиваемых поверхностей". При шелкографической печати в случае применения растворителей следует обратить внимание на рекомендации производителей красок.
- Лакирование. Поверхность пластика хорошо покрывается совместимыми лаками.
- Металлизация. Металлизацию полистирола с образованием зеркальной поверхности можно провести при помощи высоковакуумной технологии после соответствующей обработки поверхности.
- Флокирование. Полистирол хорошо подвергается флокированию (электростатическому нанесению волокон).
- Горячее тиснение. Производят фольгой для тиснения, которая подходит для термопластиков и имеется в продаже.
- Фрезерование.
- Вакуумная формовка.

Широкое применение полистирола и пластиков на его основе базируется на его невысокой стоимости, простоте переработки и огромном ассортименте различных марок. Наиболее широкое применение (более 60 % производства полистирольных пластиков) получили ударопрочные полистиролы, представляющие собой сополимеры стирола с бутадиеновым и бутадиен-стирольным каучуком. В настоящее время созданы и другие многочисленные модификации сополимеров стирола.

Гомополимер – полистирол общего назначения (GPPS) – имеет низкую цену и обладает рядом ценных свойств: прозрачен, бесцветен, водостоек, хороший диэлектрик. Но низкая ударопрочность, малая теплостойкость и склонность к старению ограничивают его применение.

Высокой ударопрочностью характеризуются привитые сополимеры стирола с каучуками – ударопрочный полистирол (MIPS, HIPS, SHIPS).

Большое значение в современной промышленности имеет ABS – ударопрочный тройной сополимер акрилонитрила, бутадиена и стирола. К недостаткам ABS относится малая атмосферостойкость.

Повышенной атмосферостойкостью отличаются ударопрочные сополимеры стирола: ACS, AES, ASA, SMA.

Интересным комплексом свойств обладает сополимер стирола с акрилонитрилом (SAN), сочетающий прозрачность, жесткость, прочность, ударопрочность и высокую химическую стойкость.

Блок-сополимер стирола с бутадиеном (SB) называют прозрачным ударопрочным полистиролом. При повышенном содержании блоков полибутадиена этот материал имеет повышенную эластичность и по свойствам приближается к термопластичным эластомерам. Некоторые разновидности сополимеров стирола с бутадиеном при высоком содержании полибутадиена являются термопла-

стичными эластомерами.

Сополимеры с метилметакрилатом (MS и другие) – прозрачные материалы, характеризующиеся высокой прочностью, жесткостью и твердостью.

Широкое развитие получили термопластичные стирольные эластомеры – стирольные ТЭП (TPE-S).

В последние годы началось производство синдиотактического полистирола (SPS), который в отличие от обычного полистирола является кристаллизующимся материалом. Синдиотактический полистирол обладает высокой механической прочностью и теплостойкостью и относится к материалам инженерно-технического назначения.

Полифениленоксид (полиоксипропилен) – теплостойкий аморфный конструкционный материал. Он выпускается под двумя названиями: полифениленоксид (PPO) и полифениленэфир (PPE). Полифениленоксидом и полифениленэфиром называют также сополимер, имеющий практически одинаковые с гомополимером свойства.

Чистый PPO (PPE) имеет высокую вязкость и обычно для литья не применяется. Для улучшения перерабатываемости в него добавляют GPPS (чаще всего), HIPS или SB, с которыми он хорошо совместим. Смеси обычно называют модифицированным полифениленоксидом (MPPO, PPO-m), модифицированным полифениленэфиром (MPPE, PPE-m) или просто полифениленоксидом, полифениленэфиром. Несовместимые смеси с полипропиленом и конструкционными термопластами (РА, PBT и другие) отличаются по свойствам и обычно рассматриваются отдельно.

Максимальная температура долговременной эксплуатации: 105 – 150 °С. Выдерживает кратковременный нагрев до 190 °С. Температура плавления: 220 – 250 °С. Температура стеклования: 120 – 234 °С. Температура хрупкости: около 40° С.

Материал характеризуется высокой прочностью, стойкостью к ударным нагрузкам, высоким сопротивлением ползучести (в том числе при высоких температурах). Имеет малую плотность по сравнению с другими конструкционными термопластами. Сам потухает при воспламенении. Имеет хорошие диэлектрические характеристики (тангенс потерь меньше, чем у РС, РОМ, PBT).

Отличается хорошими адгезионными свойствами. Коэффициент трения по стали: 0.35.

Имеет хорошую химическую стойкость. Стоек к кипящей воде, пару, разбавленным и концентрированным кислотам, щелочам. Растрескивается при действии ароматических растворителей.

Устойчив к радиоактивности. На поверхности материала не развиваются микроорганизмы.

Рекомендуется для точного литья. Имеет высокую размерную стабильность. Обладает низким водопоглощением по сравнению с полиамидами. Может подвергаться металлизации.

Характеристики ненаполненных марок PPO + GPPS:

- плотность (23 °С): 1.04 – 1.08 г/см<sup>3</sup>;

- предел текучести при растяжении (23 °С): 40 – 65 МПа;
- модуль упругости при растяжении (23 °С): 2000 – 2400 МПа.

Примеры применения полифениленоксида:

- Автомобильные детали. Автомобильные кондиционеры. Корпуса вентиляторов (с нагревом). Панели приборов автомобиля. Автомобильная светотехника. Рефлекторы фар.
- Теплостойкие корпусные детали бытовой и офисной техники. Детали стиральных, посудомоечных машин, кондиционеров. Корпуса дисплеев, принтеров. Крыльчатки вентиляторов.
- Посуда для микроволновой печи.
- Детали электротехнического назначения. Переключатели. Корпуса электромоторов. Детали высокочастотной изоляции, радаров. Печатные схемы.
- Детали насосов.
- Детали сантехники. Корпуса вентиляей. Водомерное оборудование. Детали, контактирующие с горячей водой.
- Медицинское оборудование. Рукоятки медицинских инструментов. Детали протезов. Трансплантанты.
- Химическое оборудование. Корпуса химических насосов, турбин. Оборудование лабораторий.

Перспективно применение стеклонаполненных модификаций полифениленоксидов для крупногабаритных наружных деталей типа передних крыльев легкового автомобиля, задних и боковых панелей, панелей дверей и других вертикальных панелей, причем для этих деталей они могут с большим успехом конкурировать с мелкоячеистым полиуретаном. Если взять условно за 100 % массу металлического крыла, то крыло из стекло-наполненного мелкоячеистого полиуретана на 46 %, а из стеклонаполненного полифениленоксида — на 50 % легче стального. Основное преимущество стеклонаполненного полифениленоксида — возможность окраски автомобильных деталей непосредственно на технологической линии окраски всего кузова совместно со стальными деталями.

Переработка полифениленоксида происходит при температуре расплава: 240 – 270; 250 – 300 °С и температуре формы: 50 – 80; 60 – 100; 100 – 140 °С. Однако режим литья конкретной марки может отличаться от приведённых данных. Оптимальный режим литья изделия может быть определен в компьютерном анализе.

Усадка для ненаполненных марок составляет 0.4 – 0.6; 0.5 – 0.7; 0.6 – 0.8 %.

Таким образом, для изготовления деталей корпуса ПУМ наиболее всего подходят ударопрочные пластики на основе полистирола и полифениленоксида.



### 3.3 Автомобильное стекло

Стёкла для современных автомобилей изготавливаются методом гнутья. Гнутое (моллированное) стекло (от лат. *mollio* – делаю мягким, *plavio*, от *mollis* – мягкий) – это метод изготовления стекла, основанный на способности разогретой до пластического состояния стекольной массы деформироваться под воздействием собственного веса. После формования изделие подвергается закалке или отжигу. Изделия, полученные методом моллирования, отличаются блестящей поверхностью и не имеют оптических искажений. Форма играет очень важную роль в процессе моллирования, так как она определяет качество и параметры получаемого стекла. Моллирование используют в основном при изготовлении гнутых стекол для холодильного и торгового оборудования, аквариумов, различных видов мебели, для оформления интерьеров (лестницы, перегородки, двери, душевые кабины), закаленных автомобильных стекол и стекол для спецтехники.

Изготовление моллированных стекол является сложной операцией и предполагает наличие особых знаний и навыков. Учитывая требования, предъявляемые к промышленному производству и к качеству готового продукта, в производстве гнутых стекол для нужд строительной промышленности используется так называемая техника формования на оболочках – стекло нагревают и гнут в специальных печах (рис. 11).



Рисунок 11 – Печь для моллирования стёкол

Стекло при нагревании до  $600 - 700^{\circ}\text{C}$  изгибается на поверхности специально изготовленной стальной формы, принимая желаемую форму. При этом лист сохраняет целостность и гладкость собственной поверхности. Рекомендуемый минимальный радиус кривизны формы для формовки моллированием –

150 мм для стекла толщиной 10 мм. При производстве гнутого стекла стекло охлаждают таким образом, чтобы в готовом изделии было как можно меньше напряжений. Следует также отметить, что полученное таким образом стекло не является закаленным, поэтому возможна дальнейшая обработка – резка, сверление и обработка. Гнутое закаленное стекло получают на автоматизированных закалочных линиях. Процесс закалки мало отличается от закалки плоского стекла, разница проявляется только на заключительной стадии процесса. Стекло после выхода из нагревательной печи попадает в закалочную секцию, где в течение короткого времени плоское стекло изгибается формирующими роликами. После этого следует непосредственно закалка стекла (3 – 4 секунды). Формирующие ролики обычно настраивают по шаблонам радиусов или формам. Если обратиться к истории автомобилестроения, то гнутое лобовое автостекло начало появляться в начале 1950-х годов (на массовых моделях стали появляться гнутые). Они прекрасно вписывались в плавные округлые обводы автомобилей этих лет. Однако с практической точки зрения они имели немало недостатков — хуже очищались стеклоочистителем, были сложнее и дороже в производстве, бликовали на солнце, со временем гнутым лобовым стеклам пришли на смену панорамные, которые, кстати, гораздо лучше способствовали аэродинамике автомобиля. В наши дни изготовление лобового стекла осуществляется таким образом, чтобы максимально снизить аэродинамическое сопротивление и повысить жёсткость кузова, что требует повышенной точности изготовления стекла и разработки технологии нанесения на его края специального покрытия для прочного удержания в проёме клеем.

Существуют две основные технологии изготовления автомобильных стекол (и соответственно два вида автостекол), это технология изготовления лобового стекла и изготовление закаленных автостекол – боковых или задних.

Многослойные стекла (триплекс) состоят из нескольких тонких слоев стекла (толщиной 1,7 – 3,5 мм) и склеивающих их прозрачных полимеров. На автомобилях применяют трехслойные изделия – два стекла и слой полимера. Их принято называть триплекс (от латинского *triplex* – тройной). Данная технология производства автомобильных стекол называется ламинатом. Изготовленное листовое стекло вырезают по размеру, шлифуют кромку, моют, наносят шелкографическую печать (черный кант по периметру стекла) и изгибают в печи для придания определенной формы. Затем между листами стекла прокладывается поливиниловая пленка, затем после удаления остаточного воздуха при помощи пресса производится автоклавирование (сдавление стекла в специальном ресивере) при температуре +160 °С и давлении 12,5 бар.

При разрушении такого стекла осколки удерживаются связующей пленкой, предотвращая ранения. Разбитое многослойное автостекло может сохранить обзорность, достаточную для движения к месту стоянки или ремонта. Оно устойчиво к образованию сквозных отверстий и предохраняет людей, находящихся в салоне, от предметов, летящих из-под колес впереди идущего транспорта. Все лобовые стекла современных транспортных средств являются трехслойными. Для повышения безопасности и снижения уровня шума на дорогах

моделях автомобилей триплекс применяется также для дверей, заднего проема кузова и так далее. Кроме того, лобовое стекло для иномарок – элемент, вносящий значительный вклад в формирование аэродинамического обтекания автомобиля, а конструкция его проема оказывает весомое влияние на жесткость кузова автомобиля в целом.

Однослойные стекла (сталинит) проходят термическую обработку – закалку (постепенный нагрев и быстрое охлаждение), поэтому их называют закаленными. Для производства закаленного стекла (сталинит) также используется высокотемпературная обработка, но в этом случае исходную заготовку нагревают до температуры размягчения, а затем охлаждают в воздушном потоке. Эта процедура повышает механическую и термическую прочность в 3 – 4 раза. В результате такой обработки связи между молекулами стекла становятся более прочными, что обеспечивает его устойчивость к температурным перепадам и безопасность при разрушении. Разбиваясь, такое стекло разрушается на множество мелких осколков с тупыми гранями, которые не способны причинить серьезные травмы. Готовые сталинитные или закаленные стекла не подлежат резке, сверлению и другой механической обработке.

Закаленные стекла обладают повышенной механической прочностью, и в официальных документах их называют упрочненными. На современных автомобилях такие стекла используются в дверях (боковые стекла), заднем проеме и так далее, но не изготавливаются в качестве лобовых стекол (ветровых).

Остекление "бронированных" автомобилей представляет собой "пакет" из нескольких стекол (некоторые могут быть закаленными) и полимерных пленок между ними.

Особое внимание стоит уделить тонированным стёклам. При заводской тонировке автостекол в процессе их изготовления в стекломассу добавляется оксид железа, который определяет цвет и другие специфические свойства автостекла. Большинство европейских автомобилей сходят с конвейеров с зеленоватой тонировкой автостекол. Азиатские производители автомобилей чаще предпочитают голубую тонировку. Основные требования к светопропусканию автомобильных стекол регламентированы ГОСТом 5727 – 88 «Стекло безопасное для наземного транспорта. Общие технические условия», в соответствии с которым светопропускание ветровых стекол автотранспортных средств должно быть не менее 75 %; светопропускание стекол передних дверей и передних боковых стекол (при наличии таковых) должно быть не менее 70 %, прочих стекол не менее 60 %; светопропускание остекления крыши легковых автомобилей, люка крыши, затемняющих полос. При таком способе тонировки стекло приобретает определённый цвет, но не становится зеркальным (рисунок 12). Другой способ тонировки стёкол – с помощью специальных плёнок. Такой вид тонировки не только придаёт стеклу определённый оттенок, но и делает его зеркальным.



Рисунок 12 – Зеркальные тонированные стёкла



Рисунок 13 – Тонированные стёкла с определённым оттенком

Тонированные автостекла (рисунок 13) не только повышают привлекательность автомобиля, но также выполняют ряд полезных функций. Тонированные автостекла уменьшают или, в зависимости от типа пленки, отражают солнечные лучи, предотвращая нагревание салона и создавая более уютную атмосферу в салоне. Тонировка автостекла позволяет в значительной степени снизить уровень проникновения в салон яркого света от фар или фонарей, делая поездку более комфортной. Тонировка автостекла повышает его устойчивость к различным факторам негативного внешнего воздействия, может предупредить микротрещины и царапины автостекол. Тонировка стекла плёнкой способствует его укреплению. Повышается уровень безопасности находящихся внутри людей. Во-первых, для того чтобы разбить тонированное стекло, нужно приложить двукратные усилия. Во-вторых, если же автостекло все-таки разбилось, все осколки останутся на тонировочной пленке, а это предотвратит возможные повреждения.

Индустрия производства автостекла совершила колоссальный скачок за последние два десятилетия. Сейчас больше не наклеивают пленки одного вида, отличающиеся только цветом клея, как это происходило в 80-е годы. Современные тонировочные пленки являются многослойными – могут насчитывать от 7 до 14 различных слоев. Тонировочная пленка может включать различные

покрытия, защищающие как от температур, так и от царапин, а также силиконовые, ламинатные покрытия. В основном все тонировочные пленки состоят из клея и полиэстера и различаются содержанием красок и металлов.

Виды тонировочных пленок:

- Пленки, покрытые краской. Такие пленки в минимальной степени обеспечивают защиту от яркого света, нагревания салона. В основном такие стекла выполняют чисто визуальные функции.
- Комбинированные пленки, покрытые краской и металлом. Эти пленки являются более эффективными, так как в большей степени защищают от УФ лучей, высоких температур.
- Металлизированные пленки (отражающие). В салоне автомобиля, тонированном этими пленками, наиболее комфортно и уютно, так как обеспечивается максимальная защита от внешнего света и УФ-излучения.

В результате анализа свойств современных автомобильных стёкол для проектируемой ПУМ было выбрано триплексное тонированное зеркальное стекло.

### **Вывод**

В данной части дипломной работы был проведен подробный анализ существующих в промышленном производстве материалов и технологий их обработки в области, соответствующей теме дипломной работы.

Используя вышеперечисленные материалы, современные технологии и компьютерную графику, создание объекта, соответствующего государственным стандартам, в условиях эксплуатации на территории Республики Беларусь становится реальным.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Горохов, В. А. Технология обработки материалов : учеб. пособие для вузов / В. А. Горохов. – Минск : Бел. наука, 2000. – 439 с.
2. Анурьев, В. И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3-х т. Т.1 / под ред. И. Н. Жестковой. – 8-е изд., перераб.и доп. – Москва : Машиностроение, 2001. – 920 с.
3. Барташевич, А. А. Технология производства мебели / А. А. Барташевич. – Ростов н/Д : Феникс, 2003. – 480 с.
4. Технология конструкционных материалов : учебник / О. С. Комаров [и др.] ; под общ. ред. О. С. Комарова. – 2-е изд. испр. – Минск : Новое знание, 2007. – 567 с.
5. Квасов, А. С. Основы художественного конструирования промышленных изделий / А. С. Квасов. – Москва : Гардарики, 2006. – 95 с.
6. Технология конструкционных материалов : учеб. пособие для вузов / А. М. Дальский [и др.] ; под общ. ред. А. М. Дальского. – Москва : Машиностроение, 1990. – 352 с.
7. Точные пластмассовые изделия и технология их получения / В. Е. Старжинский [и др.]. – Минск : Навука і тэхніка, 1992. – 307 с.
8. Материаловедение : учебник / В. А. Струк [и др.]. – Минск : ИВЦ Минфина, 2008. – 519 с.
9. Свирский, Д. Н. Организация и технология компактного производства. Теория и практика : монография / Д. Н. Свирский, Б. Н. Сухиненко. – Витебск: УО “ВГТУ”, 2007. – 200 с.
10. Autodesk Inventor 2008. Образовательный учебный курс [Электронный ресурс]. – Электрон. текстовые и граф. дан. (14,6 Мб). – Autodesk Inc., 2008. – Систем. требования: ПК Pentium или выше; 32 Мб ОЗУ; Windows 95; SVGA 32768 и более цв.; 800\*600; мышь. – Загл. с экрана.
11. Водков, С. С. Склеивание и напыление пластмасс / С. С. Водков, В. И. Гирш. – Москва : Машиностроение, 1998. – 112 с.
12. Лакокрасочные материалы и покрытия. Теория и практика : пер. с англ. ; под ред. Р. Ламбурна. – Санкт-Петербург : Химия, 1991. – 512 с.