

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА

Кафедра Вагонов и вагонного хозяйства
Кафедра ДМ и ПТМ

Т. В. ЗАХАРОВА, В. А. ДОВГЯЛО

ТЕХНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ МАШИН

*Рекомендовано советом строительного факультета
Белорусского государственного университета транспорта в
качестве учебного пособия для студентов специальности
“Строительные, дорожные, подъемно-транспортные машины
и оборудование”*

(фрагмент)

Гомель

УДК 625.08 - 192(0.75.8)

Захарова Т.В., Довгяло В.А.

Технические основы создания машин: Учеб. пособие.– Гомель:
БелГУТ, 2006.

Рассмотрены цели и задачи дисциплины, роль и значение дорожных машин в народном хозяйстве Республики Беларусь. Даны основные направления совершенствования структуры парка машин и требования технологических процессов. Приведены основные этапы проектирования, изготовления и испытания машин и методы проектирования. Разработаны требования, предъявляемые к машинам. Даны основные принципы конструирования и порядок выполнения проектно-конструкторской документации. Рассмотрены основные вопросы художественного конструирования.

Предназначено для студентов специальности “Строительные, дорожные, подъемно-транспортные машины и оборудование, а также – других машиностроительных специальностей.

©Белорусский государственный
университет транспорта, 2006

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	2
1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ, НАЗНАЧЕНИЕ ДОРОЖНО – СТРОИТЕЛЬНЫХ И ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН	3
1.1 Цели и задачи курса.....	3
1.2 Роль и значение подъемно-транспортных, строительных и дорожных машин в народном хозяйстве Республики Беларусь.....	3
2. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ СОЗДАНИЯ МАШИН	8
2.1 Совершенствование структуры парка машин	8
2.2 Основные этапы проектирования, изготовления и испытания машин	9
2.3 Методы проектирования.....	11
2.4 Требования, предъявляемые к машинам.....	12
2.5 Надежность как основной показатель качества машин.	12
2.6 Техническое проектирование и стандарт	14
3. ХУДОЖЕСТВЕННОЕ КОНСТРУИРОВАНИЕ.....	16
3.1 Техника и художественное конструирование.....	16
3.2 Структура теории композиции в технике.....	17
3.3 Категории и композиции	18
3.4 Свойства и качества композиции	19
3.5 Средства композиции	20
Литература.....	22

ВВЕДЕНИЕ

Создание нового изделия—творческий процесс, который требует многосторонней деятельности и большого искусства, прежде всего от инженеров-конструкторов, технологов, дизайнеров.

Инженер-конструктор участвует в конструировании, которое включает эскизирование, детализовку, определение размеров и др. Для конструкции любой машины важно уменьшение энерго-материалоёмкости, технологичность, увеличение надежности и долговечности. Совершенствование знания истории развития машиностроения позволит проследить динамику совершенствования конструкций машин.

В конструкции машины необходимо соблюдать требования технической эстетики. Машины должны иметь красивый внешний вид, строгую, изящную отделку. В последнее десятилетие получило значительный импульс к развитию новое перспективное научно-технологическое направление бионика - заимствование у природы ценных идей и реализации их в виде оригинальных конструкторских или дизайнерских решений. Повышение надёжности машин – одна из наиболее важных задач машиностроения, решение которой необходимо для повышения уровня автоматизации, уменьшение затрат на ремонт и убытков от простоя машин, обеспечения безопасности людей.

Значительную часть работы конструктора и дизайнера составляют моделирование, исследование и оценка возможностей изделия. Эти виды деятельности, предполагающие творчество, являются предметом учебного пособия, которое не только знакомит студентов с принципами развития конструкций, но и рассматривает критерии их оценки.

В учебном пособии I рассматриваются общие вопросы создания машин и основные принципы конструирования, вопросы художественного проектирования, эргономики, надёжности, изобретательства, патентоведения.

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ КУРСА. НАЗНАЧЕНИЕ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ, ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН

1.1 Цели и задачи курса

Цели дисциплины "Технические основы создания машин":

- ознакомление с общими положениями и закономерностями, которые должны быть соблюдены при создании строительных и дорожно-транспортных машин;
- изучение задач, последовательности и пути их решений, определяющих качество строительных и дорожных машин.

Курс включает вопросы:

- создания машин, конструкторской документации;
- изобретательства, патентования;
- эргономики;
- экологии;
- технического и художественного конструирования.
- надёжности

Знание этих вопросов необходимо, чтобы учитывать их в развитии научно-технического прогресса в области строительного, дорожного и подъемно-транспортного машиностроения.

В курсе уделяется внимание каждому этапу создания машин, начиная от эскизного проекта до полностью оформленного изделия; рассматриваются современные методы проектирования машин: математического, физического и комбинированного моделирования, приводятся методы художественного конструирования изделий.

Совершенствование конструкций, повышение качества материалов и технологических процессов, на конечных этапах проектирования оказывают существенное влияние на безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость машин.

На стадии разработки проектной документации учитываются факторы создания благоприятных условий как для работающих на самих машинах, так и для окружающих, что является одним из путей повышения производительности труда и заботой о здоровье человека.

. Повышение надёжности машин – одна из наиболее важных задач машиностроения, решение которой необходимо для повышения уровня

автоматизации, уменьшение затрат на ремонт и убытков от простоя машин, обеспечения безопасности людей.

1.2 Роль и значение в народном хозяйстве Республики Беларусь подъемно-транспортных, строительных и дорожных машин

1.2.1 Назначение дорожно-строительных и подъемно-транспортных машин

Дорожно-строительные и землеройно-транспортные машины значительно влияют на развитие многих отраслей народного хозяйства, в том числе на гражданское, индустриальное, аэродромное и дорожное строительство. В любой отрасли строительства земляные работы являются первыми по очередности выполнения. Строительство нефте- и газопроводов начинается с прокладки траншей и укладки труб. Строительство автомобильных и железных дорог начинается с возведения земляного полотна, на которое укладывают дорожное покрытие или рельсовые пути.

Земляные работы являются наиболее трудоемкими и они тем более трудоемки, чем меньше механизированы. Еще 100 лет тому назад подавляющее большинство работ выполнялось вручную. Основными орудиями землекопа были лопата, тачка. За 8 часов работы землекоп выкапывал 4 – 8 м³ грунта.

В настоящее время для производства дорожно-строительных работ в нашей республике используются высокопроизводительные дорожные и подъемно-транспортные машины.

1.2.2 Дорожно-строительные машины, выпускаемые в Республике Беларусь

Концерн "Амкодор" является правопреемником научно-производственного объединения "Дормаш", одним из крупнейших производителей дорожно-строительной техники в мире. В его состав входят около 60 предприятий: Минское СКБ акционерного общества "Амкодор", ОАО "Амкодор-Ударный", Орловский завод погрузчиков "Миор", завод "Ротор" по производству снегоочистителей в Казахстане и др.

Основные направления деятельности акционерного общества "Амко-дор" – разработка и производство одноковшовых фронтальных погрузчиков грузоподъемностью от 0,3 до 16 т, погрузчиков непрерывного действия, бульдозеров-погрузчиков, экскаваторов-погрузчиков на базе тракторов

промышленного и сельскохозяйственного назначения, дорожных катков статического и вибрационного действия массой от 1 до 16 т, фрезерно-роторных снегоочистителей, аэродромно-уборочных машин, а также различных навесок к тракторам.

ОАО “Амкодор- Ударник” (г. Минск), ОАО “Амкодор- Можа” (г. Крупки), ЗАО “Амкодор- Пинск”, Орловский завод погрузчиков “Миор”, завод “Ротор”, по производству снегоочистителей в Казахстане.

Одноковшовые фронтальные погрузчики ТО-27-2А, которые предназначены для погрузки в автосамосвалы (автопоезда) крупнокусковой горной массы или транспортирования ее в ковше на расстояние до 150 м в подземных условиях шахт. Грузчики оснащены нейтрализатором выхлопных газов. Рабочее место оператора оборудовано защитой от опрокидывания и падающих предметов.

Пневмоколесный лесопогрузчик ТО-27-3А предназначен для механизации погрузочно-разгрузочных работ и транспортно-складских работ с лесными грузами. Грузоподъемность лесопогрузчика 12,5 т.

Погрузчик ТО-28, Минского завода "Амкодор" – это универсальная высокопроизводительная машина нового поколения. Грузчик предназначен для механизации погрузочно-разгрузочных работ с сыпучими и кусковыми материалами объемной массой до 2,5 т/м³, землеройных работ на грунтах I–III категории без предварительного рыхления и на грунтах IV категории с предварительным рыхлением, а также для строительно-дорожных, монтажных и такелажных работ. Мощный экономичный двигатель, оптимальная геометрия ковша, маневренность, большие тяговые и вырывные усилия и высота разгрузки позволяют погрузчику выполнять самые разнообразные работы по погрузке различных материалов и длинномерных грузов.

Комплект сменного рабочего оборудования делает погрузчик ТО-28 универсальной машиной. Погрузочное оборудование с Z-образным механизмом управления ковшом позволяет получить вырывное усилие, равное тройной грузоподъемности, производить быструю погрузку даже липких материалов.

Широкопрофильные шины низкого давления и ведущие мосты с блокирующимся дифференциалом обеспечивают высокие тягово-сцепные качества.

Одноковшовый погрузчик ТО-28Б – высокоэффективная и экономичная машина для выполнения погрузочно-разгрузочных и строительных работ, монтажных и такелажных операций. Грузчик ТО-28Б – надежная и неприхотливая машина, имеет комплект сменного оборудования. Гидромеханическая трансмиссия в сочетании с мощным двигателем – гарантия высоких тяговых усилий, а широкопрофильные шины

и блокируемые дифференциалы повышают проходимость на вязких и слабонесущих грунтах. Грузоподъемность погрузчика 3,3 т.

Аналогичную конструкцию имеет фронтальный одноковшовый погрузчик ТО-30 грузоподъемностью 2,2 т.

Грузоподъемность погрузчика ПК-032 равна 0,32 т.

В 2004 году ОАО “Амкодор- Ударник” приступило к производству новых погрузочных многофункциональных машин-шасси “Амкодор-332с” и “Амкодор-342с”. Они созданы на базе фронтальных одноковшовых колесных погрузчиков “Амкодор-332в”, “Амкодор-333в”, “Амкодор-342в” и “Амкодор-342а” (ТО-28а).

Новые машины оснащены гидравлическим устройством (адаптером) для быстрой смены рабочих органов, замена происходит в течение 1-2 минут. При установке пассивных органов оператор не покидает кабину, а при установке активных рабочих органов необходимо дополнительно присоединить несколько быстроразъемных муфт для соединения гидравлических трубопроводов. В комплект сменного оборудования входят двухчелюстные ковши разной ёмкости (от 1,9 куб. м. до 2,9 куб.м.), безблочная крановая стрела, грузовые вилы, двухчелюстной захват, бульдозерный отвал, поворотный отвал для уборки снега, поворотная щётка. Двухчелюстной ковш грузоподъемностью 3,3 т. совмещает в себе возможности 4-х рабочих органов: ковша, грейферного коша, бульдозерного отвала и челюстного захвата.

Комплект быстросменных рабочих органов позволяет на строительной площадке разрабатывать и планировать грунт бульдозерным отвалом и ковшом, осуществлять погрузку-разгрузку штабелированных материалов (брёвен или труб) челюстным захватом, проводить монтажные работы крановой безблочной стрелой, убирать снег, мусор.

Новая машина экспортируется в Россию, Казахстан, Украину, Киргизию, страны Балтии, Румынию, Польшу.

В 2004 году ОАО “Амкодор- Ударник” намерен поставлять в Россию до 80% погрузочных многофункциональных машин-шасси “Амкодор-332с”.

Самая мощная машина в ряду одноковшовых фронтальных погрузчиков: погрузчик фронтальный одноковшовый колесный “Амкодор-361” предназначен для работы в карьерах при погрузочно-разгрузочных работах с грунтом, супучими и кусковыми материалами объемной массой до 2,5 т/м³. Высокая производительность и надёжность, обеспечивается Z-образной схемой погрузочного оборудования, машинным двигателем ЯМЗ-238 М2, гидромеханической передачей фирмы Zahnradfabrik (Германия), ведущими мостами фирмы Tatra Sipox (Словакия), гидрооборудованием фирмы Rexroth (Германия) Danfos (Дания). Комфортабельная кабина с большим остеклением имеет встроенную защиту оператора при опрокидывании

(ROPS) и защиту от падающих предметов (FOPS), оснащена вентилятором и отопителем. Грузоподъёмность бт. Вырывное усилие 17т.

ОАО “Амкодор- Ударник” серийно выпускает погрузчики вилочные грузоподъёмностью 5 тонн А-451, мини-погрузчики с бортовым поворотом А-208 а.

На базе тракторов МТЗ-80 и МТЗ-82УК для коммунального хозяйства, для служб ремонта и содержания автодорог известны погрузчики-экскаваторы А-702 (ТО-49), бульдозеры-погрузчики ДЗ-133, погрузчики-элеваторные А-91 (ДЗ-133 ЭЦ) и т.д.

В настоящее время предприятие “Амкодор-Ударник” изготавливает катки асфальтные и грунтовые массой от 1,75 до 12т. А-6222, А-6223, А-6622, А-6641, А-6712, А-6715.

Современный модельный ряд снегоуборочной и аэродромно-уборочной техники: машины аэродромно-уборочные А 9561 (ДЗ-235), А 9463, снегоочистители фрезерно-роторные А 9531 (ДЗ-226).

А 9561 (ДЗ-235) – высокопроизводительная машина для комплексной очистки аэродромных покрытий не имеет аналога в мировой практике. Совмещение на одной машине трёх рабочих органов – снегоочистительного отвала, снегоуборочного щётчного ротора и мощного генератора воздушного потока гарантирует высокое качество очищаемых поверхностей, как зимой, так и летом. В качестве базового шасси используют тягач МоАЗ-6442. Производительностью машины до 200 га/ч.

Фрезерно-роторный снегоочиститель А 9511 предназначен для скоростной очистки от снега автомагистралей и взлётно-посадочных аэродромов, а также для очистки внутригородских и шоссежных дорог от свежеснежавшего и плотного снега и погрузки его в транспортные средства, его производительность до 1600 м³/ч. (рисунок)

Снегоочиститель фрезерно-роторный А 9211 (СМФ-200), выполненный на базовом шасси МТЗ- 82.1 “Беларусь” производительностью до 200 т/ч незаменим при очистке внутригородских дорог и тротуаров от свежеснежавшего и слежавшегося снега, при удалении снежных валов от плужных снегоочистителей, при погрузке снега в транспортные средства (рисунок).

Освоен выпуск новой аэродромной уборочной универсальной машины А-9463 на шасси автомобиля МАЗ-543403. Машина используется при очистке аэродромных покрытий от снега, воды, грязи, посторонних предметов. При оснащении дополнительными агрегатами аэродромно-уборочная машина может использоваться для удаления гололёда и разбрызгивания жидких или гранулированных химикатов. Ширина очищаемой полосы при использовании щётчного ротора 4000мм. Рабочая скорость при очистке от 20 до 50 км/ч.

ЗАО “Амкодор-Пинск” (г. Пинск Брестская обл.) приступил к производству снегоочистителей Амкодор 9531, (с двигателями ЯМЗ российского производства г.Ярославль) соответствующего стандартам Евро-2. Техническая производительность машины 1500 т. в час. Дальность отброса снега 30 м. Машина изготавливается на шасси автомобиля Урал и до 90% машин реализуют в Россию в Сургут, г. Мурманск, г. Нефтекамск, г. Красноярск, о. Сахалин, на Дальний Восток.

Ежегодно ОАО “Амкодор- Ударник” выпускает более 2000 единиц дорожно-строительной техники, в том числе технику для лесопромышленного комплекса: тягач трелёвочный А-2241, валочно-сучкорезная раскряжёвочная машина А-2652, манипуляторы, тележки и др. За многие годы (более 75 лет) машины с маркой “Амкодор” завоевали репутацию высокого качества и надёжности, они неприхотливы, выносливы и производительны в жёстких условиях эксплуатации и на разных работах. Завершена сертификация продукции завода на соответствие стандартам ISO 9001.

Погрузчик-элеватор цепной ДЗ-133 ЭЦ предназначен для разработки траншей прямоугольного сечения под кабельные линии связи и электропередач, под трубопроводы различного назначения, а также для прокладки других коммуникаций, для засыпки разработанных траншей и выполнения земляных работ малого объема. Он также может транспортировать сыпучие материалы и штучные грузы на небольшие расстояния.

Бульдозер-погрузчик ДЗ-133 имеет навесное оборудование на универсально-пропашном тракторе серии “Беларусь” МТЗ-82 (ТЗ-552), предназначен для выполнения рассредоточенных земляных работ и погрузочно-разгрузочных работ малого объема. Грузоподъёмность - 0,75 т. Унифицированная кабина, удобный пост управления, малые усилия на органах управления создают комфортабельные условия для работы оператора. По заказу потребителя возможна поставка с быстросъемным навесным оборудованием.

Минский завод "Ударник" выпускает асфальтоукладчики колесный АК-7,5 и гусеничный АГ-7,5 производительностью до 500 т/ч. Асфальтоукладчики предназначены для укладки и предварительного уплотнения асфальтобетонных и битумо-минеральных смесей на подготовленное и уплотненное основание при строительстве автомобильных дорог и площадей. Они применяются для укладки одно- и многослойных покрытий из горячих и холодных асфальтобетонных смесей. Ровность укладываемого слоя в продольном и поперечном направлениях выдерживается автоматически с высокой точностью.

Предприятие "Амкодор-Можга", расположенное в г. Крупки Минской области, выпускает грунтовые вибрационные самоходные катки, предназначенные для уплотнения грунтовых покрытий и оснований различных типов, в том числе щебеночных, гравийных, шлаковых при ремонте и строительстве автомобильных дорог ВГ-1202 и вибрационные катки ВА-9002.

Основная продукция Могилёвского машиностроительного завода – самоходные скреперы МоАЗ – 6914; автомобили-самосвалы МоАЗ - 7505 (75051); автобетоносмесители СМБ – 070, СМБ – 049а, СМБ- 060а; самоходные катки МоАЗ – 6442 – 9890; автопогрузчики МоАЗ – 40483(40484); тягачи с адаптерами и сменным оборудованием МоАЗ – 40484 – 025; автобульдозеры специальные карьерные МоАЗ – 40489(40486); подземные автопоезда МоАЗ 7405 – 9586; шахтные самосвалы МоАЗ – 7529.

Самоходный скрепер МоАЗ – 6014 грузоподъёмностью 16 т. с номинальным объёмом ковша $11 м^3$. для послойной разработки грунтов 1-2 категории и разрыхлённых грунтов 3-4 категории, их транспортировки и отсыпки слоя заданной толщины. Для увеличения производительности набор грунта скрепером производится с помощью трактора-толкача или бульдозера. Допускается загрузка экскаватором или ковшовым погрузчиком. Основными преимуществами скрепера являются: доступность агрегата в обслуживании, низкая энергоёмкость транспортирования грунта по сравнению с технологией "самосвал – экскаватор (погрузчик)". Сокращение времени выполнения нулевых циклов при строительстве дорог, плотин, водохранилищ и прочих объектов, возможность использования скрепера для погрузки экскаватором или погрузчиком.

В недалёком прошлом завод выпускал 2000 скреперов в год – это самый большой выпуск скреперов в мире. Экспортные поставки самоходных скреперов в период 1970 – 90гг. составляли 15 – 20% от их выпуска и поставлялись более чем в 30 стран мира, включая страны Восточной Европы, Ближнего Востока, Юго-Восточной Азии, Латинской Америки. Самоходными скреперами построены: Северо-крымский оросительный канал, оросительные системы Среднеазиатских республик. Применялись скреперы Могилевского завода при строительстве Каховского водохранилища, КамАЗа. Кроме Японии, США, Швеции и Беларуси больше никто в мире скреперы не выпускает.

Автомобиль-самосвал МоАЗ – 7505(75051) предназначен для транспортирования грунта на строительстве гидротехнических сооружений, шоссежных и железных дорог, при производстве вскрышных и рекультивационных работ в горно-рудной промышленности и

промышленности стройматериалов в тяжёлых дорожных условиях, где отсутствуют подготовленные дороги с твёрдым покрытием.

Самосвал имеет короткую базу; привод на два моста, гидравлическое рулевое управление, широкопрофильные односкатные шины низкого давления, повышенный дорожный просвет. Проходимость и маневренность машины позволяет осуществлять работы в период осенней и весенней распутицы. Самосвал грузоподъёмностью 23т. выпускает только Могилёвский машиностроительный завод. Применяется на Сургутнефтепестстрое. Благодаря шинам низкого давления и малой нагрузке используется в Сибири на добыче золота.

Автосамосвал МоАЗ 7405 – 9586 для подземных работ (автосамосвальный поезд) с приводом на две оси грузоподъёмностью 22т. предназначен для работы в шахтах, тоннелях и других стеснённых условиях. Наличие дублирующих органов управления обеспечивает возможность работы автопоезда по "челночной схеме", т.е. движение вперёд и назад без разворотов. Автопоезд оборудован двухступенчатой системой нейтрализации отработавших газов, а также для частичного устранения неприятного запаха газов и снижения шума выпуска отработавших газов. На автопоезде предусмотрена установка кабины открытого и закрытого типа.

Все тоннели Байкало-Амурской магистрали построены с применением автопоезда для подземных работ. Автосамосвал для подземных работ применяется на добыче золота, также на Джекказганском медном комбинате.

Автобетоносмесители (массой 24, 18,5 и 16т.) на Могилёвском заводе изготавливают на базе шасси МоАЗа. Они предназначены для приготовления и доставки бетонной смеси к строительному объекту. У автобетоносмесителей СМБ-070 и СМБ- 049а привод смесительного барабана осуществляется отбором мощности от двигателя и шасси (у автобетоносмесителя СМБ-060а – от автономного двигателя) через специальный редуктор, объёмный гидропривод и трёхступенчатый планетарный редуктор. У всех моделей автобетоносмесителей обеспечено бесступенчатое регулирование скорости вращения барабана. Применяется гидравлический привод менее шумный и надёжный по сравнению с цепным.

Для перевозки адаптеров энергосредства УЭС-30 "Полесье", а также для перевозки строительных и других хозяйственных грузов осуществляться с помощью грузового крюка КГ-0,8 массой 0,06т. грузоподъёмностью 0,8т.

Укладчиком дорожных элементов УД-250 (грузоподъёмность захватов 0,25т.) укладываются бетонная плитка и бордюрный камень на заранее подготовленное основание. Размеры укладываемого бордюрного камня – сечение 0,15 × 0,3м; длина до 2м.

Подъём, перевозка и складирование поддонов и других упакованных материалов и грузов осуществляется с помощью захвата ЗП-0,57 грузоподъёмностью 0,5т.

Для уборки покрытий городских дорог, тротуаров, площадей, дворов с труднодоступными для других машин местами от свежеснежавшегося или слежавшегося снега средней плотности, предназначен плужный снегоочиститель массой 0,25т. СП-2,3 с шириной захвата 2,35м. при установке отвала перпендикулярно движению, 2м. – при установке отвала под углом $\pm 30^{\circ}$ к направлению движения.

Извлечение круглых люков смотровых колодцев, сетей водопровода и других подземных коммуникаций из асфальтированных покрытий улиц и дорог, а также транспортирование люков за пределы проезжей части выполняется при помощи оборудования для демонтажа люков ОДЛ-1 (масса устройства 0,43т.).

Строительный манипулятор МС-065 грузоподъёмностью 0,5т. позволяет поднимать, перевозить на небольшие расстояния, производить штабелирование и установку в вертикальном положении цилиндрических грузов: Брёвен, болванок столбов и т.п. диаметром от 100 до 350 мм.

Бетоносмеситель БС-0,15 (объём готовой смеси 150л.) предназначен для приготовления бетонных смесей и растворов, доставки их к рабочему месту и укладки в траншею, опалубку или ёмкость на открытых стройплощадках.

Откачка воды и других неагрессивных жидкостей со всевозможными частицами (песок, крошка шлака и др. измельчённых строительных отходов) из котлованов, подвалов, траншей осуществляется с помощью мобильного насоса НМ-100 производительностью $100 \text{ м}^3 / \text{ч}$.

Механизированная уборка тротуаров, дворовых и других смежных территорий от мусора и пыли производится уборочной машиной МКУ-1,4 массой 0,49т. Высокая маневренность, возможность уборки смета из __ зон дорожных покрытий, наличие бункера для смета и возможность его механизированной погрузки в транспортное средство, система пылегашения обеспечивают качественную и быструю уборку территорий.

Уборка покрытий городских дорог, тротуаров, площадей, дворов с труднодоступными для других машин местами от свежеснежавшегося или слежавшегося снега выполняется с использованием в качестве навесного оборудования роторного снегоочистителя СЗ-1,9 с шириной захвата 1,9м. дальностью отброса снега – 6-10 м.

Достоинства конструкции УЭС-30 “Полесье-30”: развитая гидросистема привода, включающая три гидравлических насоса, обеспечивает возможность привода нескольких рабочих органов одновременно.

Двухскоростные гидромоторы привода ходовых колёс обеспечивают возможность перемещения с объекта на объект на дополнительной транспортной скорости в два раза превышающей рабочую скорость. Привод ходовой части с использованием тандемных регулируемых насосов – это привод с минимальным количеством гидромоторов, удобство управления, обеспечение удобства движения, повышенная надёжность, простота конструкции привода. Бортовые передачи привода колёс с использованием минимального количества (5) только цилиндрических зубчатых колёс обеспечивают повышенную надёжность, низкую трудоёмкость изготовления, отсутствие необходимости в обслуживании. Применение заднего ВОМ даёт возможность агрегатирования с прицепными машинами, имеющими механический привод. Дизельный трёхцилиндровый двигатель мощностью 34л.с. обеспечивает высокую надёжность, возможность эксплуатации при температурах от -30 до $+30^{\circ}\text{C}$, уровни шума и вибрации в пределах санитарных норм. Наличие отопителя кабины и вентиляционной установки позволяет эксплуатацию мини-погрузчика в зимнее время при обеспечении комфортных условий труда.

Годовой экономический эффект от использования УЭС-30 “Полесье” в сравнении с аналогом составляет 21,2 млн. руб., в том числе от снижения затрат на транспортные перевозки 18,1 млн. руб; от повышения производительности 0,5 млн. руб; от улучшения условий труда 2,6 млн.руб. Экономия дизельного топлива в сравнении с имеющимися машинами на 1 машину составляет 2,4 т/год; экономия металла – 4,7 т.

Парк машин УЭС-30 “Полесье” в Республике Беларусь насчитывает 12000 машин. Соответственно годовой экономический эффект равен 254400 млн. руб., экономия дизельного топлива – 28900т/год, экономия металла – 56800.

В настоящее время в мире насчитывается 100 производителей тракторов. Однако лишь 8 из них обеспечивают 96% общего объёма мирового рынка сбыта и Минский тракторный завод входит в их число.

ПО “МТЗ” разрабатывает, изготавливает и экспортирует колёсные тракторы, запасные части, организует на лицензионной основе их производство, оказывает услуги по налаживанию и проведению сервиса. На протяжении ряда лет завод сохраняет за собой долю в 8-10% мирового рынка колёсных тракторов, находясь в десятке крупнейших мировых производителей, его продукция известна более чем в 60 государствах в различных уголках планеты. За свою историю МТЗ произвел более 3млн. тракторов, из которых более 500 тысяч поставлено примерно в 100 стран мира.

Сегодня заказчикам предлагаются 62 модели различных видов машин, более чем в ста сборочных вариантах для всех климатических и эксплуатационных условий. Новые модели тракторов обладают широкими возможностями агрегатирования с сельхозмашинами различных производителей. На все продаваемые тракторы получены международные сертификаты, подтверждающие их соответствие стандартам Евросоюза. ПО МТЗ помимо тракторов предлагает потребителю широкий ассортимент машин специального назначения для заготовки и ухода за лесом, погрузчики для коммунального хозяйства, для работы в шахтах. На базе универсальных тракторов “Беларусь” Минский завод “Ударник” изготавливает бульдозеры-погрузчики ДЗ-133, погрузчики-экскаваторы ТО-49, фрезерные машины “Амкадор 8047А-10”.

2 ОБЩИЕ ВОПРОСЫ СОЗДАНИЯ МАШИН

2.1 Совершенствование структуры парка машин

На всех этапах развития машиностроения создание новых конструкций машин диктовалось задачами облегчения человеческого труда, повышения его эффективности, увеличения производительности, повышения качества изделий.

Возник новый класс машин-роботов (манипуляторов), исполнительные органы которых способны совершать самые сложные движения. Их возникновение обусловлено необходимостью заменить человеческий труд в условиях низких температур, повышенной радиоактивности, засоренности окружающей среды.

Ущерб, наносимый при выпуске ненадежных машин, огромен. Повышение надежности равнозначно уменьшению их выпуска.

Конструкцию машины характеризуют производительность, экономичность, коэффициент полезного действия. Повышение КПД является существенным средством экономии материальных (металла, топлива, электрической энергии) и людских ресурсов. Например, КПД двигателей увеличился от 0,23 в 1913 г. до 0,40 в 1918 г. Повышение КПД на 0,2- 0,3 % при мощности агрегата 5×10^5 кВт равносильно вводу дополнительной мощности в 1000–1500 кВт.

Замена червячного редуктора с КПД 0,75 на зубчатый с КПД 0,97 при мощности 100 кВт и работе в течение 5000 часов дает экономию электроэнергии в 11×10^4 кВт.ч.

Повысить производительность можно благодаря применению новых схем машин, новых систем привода. В результате замены в экскаваторах механического привода гидравлическим производительность возросла на 20–60 % при уменьшении металлоемкости некоторых типов экскаваторов вдвое. Второе направление – увеличение единичной мощности и скорости. Концентрация мощности – естественная тенденция, диктуемая требованиями роста производительности и экономичности машин. Эта тенденция обусловлена ростом нагрузок, приходящихся на исполнительные органы машин и рабочих скоростей технологических процессов. Рост нагрузок

связан с увеличением масс перерабатываемого сырья, повышением сопротивления при обработке некоторых материалов (например, буровые работы), интенсификацией процессов.

Так, первая паровая турбина промышленного назначения обладала мощностью 200 кВт. Теперь выпускают турбины в 6000 раз большей мощностью.

Замена турбин мощностью 3×10^5 кВт приводит к повышению производительности на 80 % и снижению себестоимости электроэнергии на 35 %, а переход к турбине мощностью 12×10^5 кВт удешевит электроэнергию еще на 15–20 %.

Автомобильные краны выпускают грузоподъемностью до 1 МН, грузоподъемность мостовых кранов—5 МН. Автомобильная промышленность освоила производство автосамосвалов и самосвальных автопоездов грузоподъемностью 1,8 МН.

Увеличение рабочих скоростей является эффективным средством повышения производительности машин. Эта тенденция охватывает все отрасли.

Максимальная скорость автомобилей возросла от 100 км/ч в 1900 г. до 1000 км/ч в 1980 г, а эксплуатационная— от 15–30 до 175–200 км/ч.

Скорость прокатки стальной ленты поднялась от 0,5 м/с в 1930 г. до 35 м/с в 1980 г. Скорость резания при обработке стали на станках составляла 30 м/мин, а в 1980 г.— более 500 м/мин.

С ростом нагрузок увеличиваются размеры машин и деталей. В связи с этим получает развитие теория подобия, совершенствуются методы надежной оценки прочности, формы, состояния поверхности и других факторов, влияющих на несущую способность.

В связи с непрерывным повышением мощности и скорости возникают новые требования специального характера к условиям эксплуатации, прежде всего обеспечение условий охраны труда (защита от шума и вибрации).

При разработке машин большой мощности добиваются снижения удельных показателей массы и габаритов. Благодаря этому экономятся материалы, уменьшается трудоемкость изделий, потери и энергетические затраты.

За последние 30–50 лет масса на единицу мощности дизелей уменьшилась в 10 раз, электродвигателей малой мощности—в 20 раз. Металлоемкость автомобилей снижена на 20 грузовых— на 16,3, тракторов— на 6 % (при росте их средней мощности на 8,3 %).

Освоение нового изделия предполагает, как правило, большую предварительную работу. Производятся научные исследования, научное прогнозирование, патентный поиск, технико-экономические исследования, оценка технологических возможностей предприятия и отрасли, учет

конъюнктуры рынка внутри страны и за рубежом. Конечный результат выбирают с учетом экономических и технических факторов. Одними из определяющих факторов являются потребность в капитальных вложениях и сроки их окупаемости.

Одним из наиболее часто встречающихся направлений совершенствования конструкций являются смена или модернизация устаревших моделей и серий устаревших изделий. Известно, что смена поколений изделий осуществляется через 8–12 лет в быстроразвивающихся областях (электроника, электротехника, станкостроение, приборостроение и др.) и через 15–20 лет в других отраслях. Изделия подвергаются модернизации через 4–8 лет.

В процессе освоения изделий должны быть соблюдены требования технологических процессов как основа создания машин.

Главными технико-экономическими и эксплуатационными показателями машин являются: производительность, экономичность, прочность, надежность, малая масса и металлоемкость, габариты, энергоемкость, объем и стоимость ремонтных работ, расходы на оплату труда операторов, высокий ресурс долговечности и степень автоматизации, простота и безопасность обслуживания, удобство управления, сборки и разборки.

Удельный вес каждого из перечисленных факторов зависит от назначения машины. Так, в машинах-генераторах и преобразователях энергии определяющей является величина КПД, от которого зависит совершенство преобразования затрачиваемой энергии в полезную; в машинах-орудиях— производительность, четкость и безотказность действия, степень автоматизации; в металлорежущих станках — производительность, точность обработки, диапазон выполняемых операций; в транспортной технике—малая масса конструкции, высокий КПД двигателя, определяющий малую массу бортового запаса топлива.

Основными направления совершенствования структуры строительной техники является повышение единичной мощности и производство компактных дорожно-строительных машин для работы в стесненных условиях города.

2.2 Основные этапы проектирования, изготовления и испытания машин

Приступая к проектированию, конструктор должен изучить и проанализировать: 1) эксплуатационные требования, предъявляемые к данному изделию; 2) конструкции аналогов; 3) патентно-информационные

материалы; 4) технологические возможности изготовления изделий в условиях данного производства.

В качестве орудия труда конструкция должна обеспечивать выполнение соответствующих функций, производить работу необходимого количества и качества.

Проектирование, как правило, осуществляется сначала "концептивно", преимущественно мысленно и экспериментально, а затем проходит конструктивную стадию, предопределяющую оформление.

Проектирование – разработка, творческое предопределение технического устройства. Цель - дать обоснование для практической реализации изделия.

Концептирование – это этап проектирования, при котором мысленно, эскизами или только экспериментально делается проработка. Цель – обоснование для конструирования технического устройства или применения технологического метода.

Конструирование – этап проектирования, в котором посредством изображения замысла определяется техническое изделие. Цель – чертежи.

Черновое (эскизное) проектирование – этап конструирования до этапа определения окончательно выбранного действия и общего оформления. Цель – полное представление о принципе действия и последующего оформления.

Оформление – этап конструирования от установления принципа действия и общего оформления до разработки окончательной и подробной характеристики режима работы. Цель: полная документация для изготовления.

Неупомянутые этапы, которые могут играть очень важную роль – расчеты, проведение опытов, испытание образцов. При длительном проектировании следует решать, что предпочтительнее – опыты или расчеты.

На рисунке 1 представлены основные этапы проектирования.

Стадии разработки проекта определяет Единая система конструкторской документации (ЕСКД).

2.2.1 Разработка технических требований (ТТ)

Технические требования – основной начальный документ, исходящий от заказчика. В них содержатся установленные в результате технико-экономических исследований основные параметры создаваемой машины, ее особенности. В технических требованиях заказчик формирует будущую конструкцию, за которую он несет ответственность вместе с разработчиком и изготовителем.

2.2.2. Разработка технического задания (ТЗ)

Техническое задание является исходным расширенным документом на проектирование машины. В нем устанавливаются основные значения, технические характеристики, показатели качества и технико-экономические требования, предъявляемые к конструкции; указываются необходимые стадии конструкторской документации и ее состав, а также специальные требования к машине. ТЗ – это есть тот фундамент, на котором строятся различные конструкторские варианты, условия. ТЗ на проектирование разрабатывают, как правило, заводы-изготовители машин (конструкторские отделы или разработчики). В отдельных случаях наряду с техническим заданием готовится техническое предложение.



Рисунок 1 – Этапы проектирования

2.2.3 Техническое предложение (ТП)

ТП – документ, содержащий технические и технико-экономические обоснования целесообразности разработки документации на основании анализа технического задания, изучения патентной информации, различных вариантов возможных решений, сравнительной оценки решения с учетом конструктивных и эксплуатационных особенностей разрабатываемой и существующей машины. ТП разрабатываются заводом-изготовителем на основе технико-экономических исследований, предусматривающих наименьшие затраты и минимальные эксплуатационные расходы. По этим расчетам выявляются тип машины и ее параметры: грузоподъемность (емкостимость), количество осей, осевые нагрузки, тара, объем кузова, габаритные размеры, мощность двигателя.

2.2.4 Технические условия (ТУ)

В техническом предложении разрабатываются технические условия, в которых указываются: конструкционная скорость движения, требования по прочности, габарит и т. д. После согласования с заказчиком и утверждения в установленном порядке этот документ является основанием для разработки эскизного и технического проектов.

Разработка ТЗ, ТУ(ТП) – один из решающих этапов в проектировании машины.

2.2.5 Эскизный проект (ЭП)

Эскизный проект – совокупность конструкторских документов, содержащих принципиальные конструкторские решения и представления об устройстве и принципе работы машины, а также данные, определяющие назначение, основные параметры и габаритные размеры машин. В эскизном проекте предусматривается разработка самого эскизного проекта, а также изготовление и испытание макетов с целью проверки расчетов, принципов работы этих частей. ЭП дает представление об устройстве изделия в целом, назначении его составных частей. Можно оценить форму, габариты, но это все нуждается в дальнейшем уточнении. Эскизный проект подлежит согласованию с заказчиком и служит основанием для разработки технического проекта и общей конструкторской документации.

2.2.6 Технический проект (ТПр)

Технический проект полностью определяет окончательную конструкцию создаваемой машины и ее узлов. Обязательным документом для технического проекта является чертеж общего вида. Технический проект содержит полное представление об устройстве разрабатываемой конструкции и исходные данные для разработки рабочей документации.

В процессе выполнения уточняются основные размеры исходя из условий вписывания в габарит, рациональных величин базы, расстояния между опорами, объема, длины, ширины. При этом учитывается вид груза, обеспечение сохранности, механизма погрузки и выгрузки, необходимость создания комфортных условий для водителя.

Далее разрабатываются сборочные единицы. В конструкции определяется форма, размеры, способы соединений несущих элементов, размеры дверей, разгрузочные и загрузочные устройства, двигатель, элементы ходовых частей, расположение тормозного оборудования, коробка передач, форма и размеры рамы.

При разработке узлов учитывается возможность использования новых прогрессивных материалов, а также достижения отечественной и зарубежной науки и техники, рекомендации НИИ, проверяется патентная чистота. Вычерчиваются поперечные и продольные сечения, планировка, общий вид, определяется масса тары.

По принятым конструктивным нормам производится расчет на прочность, разрабатываются техпроцессы постройки данной конструкции, предусматриваются эргономические требования, наибольшие удобства и минимальный объем ремонта.

Технологические процессы должны характеризоваться высокими технико-экономическими показателями, предусматривать прогрессивную

организацию труда рабочих, удовлетворять требованиям техники безопасности и производственной санитарии.

Машины должны иметь высокую надежность и долговечность. При техническом проектировании должны широко использоваться экспериментальные исследования и моделирования с помощью макетов и компьютерных программ.

2.2.7 Разработка рабочей документации (опытной партии) РД

Разработка рабочей документации является заключительным этапом и выполняется на основе утвержденного технического проекта. Разрабатывается рабочий чертеж на узлы, детали. С уточнением конструкции производится корректировка расчета на прочность деталей, узлов, перечень необходимых материалов и частей, поставляемых другими предприятиями, указаний о посадочных размерах, резьбах, методике испытания и инструкции по уходу за ответственными частями. Производится проверка требованиям технологичности и изготавливаются образцы установочной серии, которые проходят испытания.

2.2.8 Испытания

Различают испытания заводские, путевые и дорожные.

Заводские, в процессе которых проверяется прочность отдельных узлов машины. Проводятся испытания агрегатов, электрооборудования. Выполняются контрольные ходовые испытания и наладочные работы.

Ускоренные испытания могут выполняться на натуральных деталях, узлах, агрегатов, машинах, а также на моделях.

Путевые и дорожные испытания, при которых определяются ходовые качества, напряжения в узлах и деталях при различных режимах эксплуатации, режимы работы различного оборудования.

Эксплуатационные испытания, во время которых определяется надежность опытной конструкции при нормальных условиях эксплуатации в течение установленного времени, технологичность ремонта, степень износа.

По результатам испытаний принимается решение о серийном производстве.

2.3 Методы проектирования

Известные методы проектирования можно разделить на две большие группы: эвристические и алгоритмические.

Наиболее распространенными среди эвристических методов являются метод элементарных вопросов, "мозговой штурм", метод аналогий, метод наводящих операций.

Наиболее простым является метод элементарных вопросов. Каждый конструктор, пытаясь приступить к разработке новой машины задает вопросы: кто будет использовать, что должна уметь, где пройдут испытания, почему не устраивают существующие конструкции, сколько будет стоить? При методе " мозгового штурма" подбирается специальная группа людей, которая стремится предложить как можно больше решений заданной проблемы. Среди самых разнообразных идей, предлагаемых участниками обсуждения, могут найтись неосуществимые или просто неверные. Однако при штурме они образуют очень продуктивный поток "информации к размышлению". Все предложенные идеи обсуждаются и анализируются экспертами, и принимается окончательное решение.

Очень часто интересные решения возникают по аналогии. В методе аналогий используется эта особенность мышления. Различают четыре типа аналогий: прямые, личные, символические и фантастические.

Прямые аналогии могут быть заимствованы из любой области знаний, например из бионики, которая изучает особенности строения и жизнедеятельности организмов для создания новых приборов, механизмов, систем и совершенствования существующих.

Применяя *личные* аналогии, конструктор представляет себя в образе проектируемого объекта. При этом он задает себе вопрос: "Какие действия я совершил, если бы был подобным устройством?"

Символические аналогии представляют различные сравнения и методы. Например, зуб пилы, ус антенны, серьги подвески, челюсти рамы и т. д.

Фантастические аналогии – придание вещам нереальных свойств. Желание одеть на самолет "шапку-невидимку" привело к созданию новых материалов. Летящий аппарат, изготовленный из новых материалов, становится практически "невидимым для локаторов".

Метод наводящих операций – список рекомендаций, цель которых – дать инженеру направление возможного поиска решений.

Инверсия – изменение нормального порядка двух элементов в перестановке. Поменять местами, поставить с ног на голову, вывернуть наизнанку и таким образом получить новое решение при переборе различных вариантов.

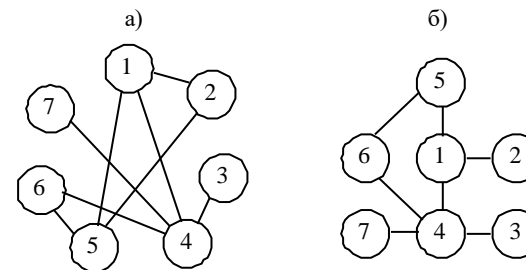


Рисунок 2 – Графы размещения оборудования в цехе

Алгоритмические методы заключаются в том, что при переборе различных вариантов процесс проектирования может быть объяснен до конца. Конструктор действует по схеме: получив информацию проводит анализ, синтез и сравнение результатов до тех пор, пока не найдет наилучшее из возможных решений. К алгоритмическим методам относятся: граф зависимости, метод морфологических карт, матрица идей.

Суть метода графа зависимостей в том, что все элементы изучаемого комплекса разбиваются на группы, содержащие множество внутренних связей при минимальном количестве внешних. Конструктору видно, на какие элементы повлияет изменение каждого элемента. Например, проектировщик должен разработать план размещения оборудования в цехе строящегося предприятия. Элементы графа – не что иное как станки, которые необходимо установить, а связи – транспортные линии, перемещающие детали от станка к станку.(рисунок 2) Если от графа *а* перейти к графу *б*, исключив, по возможности, пересечения связей, то получим будущую компоновку цеха.

При использовании метода морфологических карт выделяются вначале важные признаки (уровни) изделия. Затем изыскиваются пути реализации каждого признака (они записываются на карточках). Комбинации карточек разного уровня дает нужное решение.

Аналогичные принципы положены в основу построения матрицы идей. Цель метода – создание таблиц, которые охватывают все возможные варианты решений.

2.4 Требования, предъявляемые к машинам

Требования, предъявляемые к дорожностроительным машинам, регламентируются государственными стандартами, отраслевыми нормами, техническими условиями и другими нормативными документами. Они включают общие требования к материалам, надежности и прочности, безопасности эксплуатации и обслуживания машин, пожарной безопасности и гарантии изготовления. Общие требования включают: параметры и линейные размеры; требования к сборочным единицам; безопасности эксплуатации и обслуживания; сохранности грузов и комфорта водителя; санитарно-гигиенические; эстетические требования. Требования к сборочным единицам: необходимые ходовые качества; КПД; плавность хода, динамические качества; конструкция отдельных элементов. Требования к материалам: обеспечение расчетной долговечности, технологичности и экономичности. Требование к надежности: обеспечение заданной безотказности, ремонтпригодности, долговечности и сохраняемости. Требования по безопасности обслуживания: оснащение машины подножками, поручнями, рифлеными планками под домкраты.

Наиболее важными критериями являются надежность и экономичность

2.5 Надежность как основной показатель качества машин

Недостаточная надежность машин ведет к уменьшению производительности, увеличению простоев, ремонтов, денежных затрат, вызывает простой других машин комплекса.

В процессе разработки, изготовления, эксплуатации необходимо стремиться к повышению уровня надежности машин, поскольку оптимальные значения показателей оказывают значительное влияние на технический прогресс, повышают производительность, определяют оптимальную себестоимость самих машин, их эксплуатации.

Все изделия делятся на две группы, каждой группе устанавливается номенклатура показателей надежности.

В настоящее время насчитывается около 110 ГОСТов, которые относятся к различным аспектам надежности.

Надежность – свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемую функцию в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортировки.

Показатели надежности: безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость.

Безотказность – свойство объекта непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени или некоторой наработки.

Долговечность – свойство объекта сохранять работоспособное состояние до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта.

Ремонтпригодность – свойство объекта, заключающееся в приспособленности к предупреждению и обнаружению причин возникновения отказов, повреждений и поддержания и восстановления работоспособного состояния путем проведения технического обслуживания и ремонтов.

Сохраняемость – свойство объекта сохранять значение показаний безотказности, долговечности и ремонтпригодности в течение и после хранения и (или) транспортирования.

Исправное состояние – состояние объекта, при котором он соответствует всем требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской документации.

Неисправное состояние – состояние объекта, при котором он не соответствует хотя бы одному из требований нормативно-технической и (или) конструкторской документации.

Работоспособное состояние – состояние объекта, при котором значение всех параметров, характеризующих способность выполнять заданные функции, соответствует требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской документации.

Отказ – событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния объекта.

Показатель надежности – количественная характеристика одного или нескольких свойств, составляющих надежность объекта.

Комплексный показатель надежности – характеризует несколько свойств, составляющих надежность объекта. Он определяется по формуле.

Наработка – продолжительность или объем работы объекта.

$$K = \frac{T_o}{T_o + T_6}, \quad (1)$$

где T_o – наработка на отказ,

T_6 – время восстановления, включающее чистое время на проведение ТО и ремонтов.

Наработка до отказа – наработка объекта от начала его эксплуатации до возникновения первого отказа.

Технический ресурс – наработка объекта от начала его эксплуатации или его возобновления после ремонта определенного вида до перехода в предельное состояние.

Срок службы – календарная продолжительность от начала эксплуатации объекта или ее возобновления после ремонта определенного вида до перехода в предельное состояние.

Срок сохраняемости – календарная продолжительность хранения и (или) транспортирование объекта, в течение и после которой сохраняются показатели безотказности, долговечности и ремонтпригодности в установленных пределах. Различают сроки сохраняемости: до ввода в эксплуатацию и срок сохраняемости в период эксплуатации.

Время восстановления работоспособного состояния – продолжительность работоспособного состояния объекта.

В процессе создания и совершенствования машин производят сбор информации о надежности, который начинается с предварительных испытаний, данных лабораторных, заводских, межведомственных, государственных и главных эксплуатационных испытаний.

Центральным понятием теории надежности является отказ, а надежность машин обуславливается свойствами безотказности, ремонтпригодности и долговечности.

Кроме вышеуказанных испытаний при определении надежности отдельных узлов и деталей производятся специальные испытания на надежность.

При снятии данных по отказу должна фиксироваться наработка, его характер, условия работы, причины, вызвавшие отказ и другие специфические данные, например, характер взаимодействия деталей, узлов, обрабатываемая среда и т.д.

Полученные данные в первую очередь позволяют изучить конструкцию машины, выявить ресурсы отдельных деталей и узлов, определить наименование и количество требуемых запасных частей.

Важное значение имеют полученные данные для совершенствования технической эксплуатации, особенно для технических обслуживаний, материально-технического снабжения, наличия, количества и качества технологического оборудования.

При проведении обследования машин, особенно в условиях эксплуатации, предприятия-изготовители разрабатывают специальные карты обследования. Работники предприятий, выезжающие на эти обследования, или работники базовых предприятий, на которых производится эксплуатация, руководствуются картами обследования.

Примером таких карт могут служить карты БелАвтоМАЗа и др.

В целом часто они носят целенаправленный характер, когда определяется надежность конкретных деталей и узлов.

В эксплуатации трудно получить истинную информацию, т. к. часто небрежно ведется техническая документация, непостоянно на одной и той же машине работает один и тот же оператор.

Наиболее полную и достоверную информацию об отказах, причинах их появления дает подконтрольная эксплуатация машин, особенно с началом эксплуатации до предельного состояния. При этом бюро надежности предприятия-изготовителя работает в контакте с эксплуатационным предприятием.

Представляет интерес и дает эффект связь с предприятием, проводящим капитальный ремонт как агрегатов, узлов, так и машины в целом.

На предприятиях-изготовителях накапливают информацию при помощи форм накопителей об отказах, повреждениях и периодически их обрабатывают.

В соответствии с техническим заданием и картой технического уровня производятся выбор и нормирование показателей надежности машин.

В настоящее время в отдельных отраслях вышли РД отрасли, которые существенно сократили число нормируемых показателей надежности.

2.6 Техническое проектирование и стандарт

2.6.1 Цели и задачи стандартизации

Стандартизация – деятельность, заключающаяся в нахождении решений для повторяющихся задач в сфере науки, техники и экономики, направленная на достижение оптимальной степени упорядочения в определенной области (ГОСТ 1.085) Основной задачей стандартизации в стране является создание систем нормативно-технической документации, определяющих прогрессивные требования к продукции, изготавливаемой для нужд народного хозяйства, населения, обороны страны и экспорта, к ее разработке, производству и применению, а также контроль за правильностью использования этой документации.

Основные цели стандартизации – ускорение технического прогресса, повышение эффективности общественного производства и производительности труда, в том числе инженерного и управленческого; улучшение качества продукции и обеспечение его оптимального уровня; обеспечение увязки требований к продукции со всеми потребителями; обеспечение развития экспорта товаров высокого качества, отвечающих требованиям мирового рынка; совершенствование организации управления народным хозяйством и установление номенклатуры выпускаемой продукции; развитие специализации в области проектирования производства продукции; рациональное использование производственных фондов и экономия материальных и трудовых ресурсов; обеспечение охраны здоровья населения и безопасности труда.

За счет создания высокоэффективных массовых производств стандартизация решает вопросы удешевления вырабатываемой продукции стандартных деталей и узлов с улучшенными качественными показателями. Использование стандартных и унифицированных деталей в эксплуатации уменьшает их номенклатуру, дает большой экономический эффект.

При создании нормативно-технической документации необходимо обеспечивать: опережающую стандартизацию сырья, материалов, комплектующих изделий, инструмента и технологии, качество и уровень которых оказывает решающее влияние на технико-экономические характеристики машин, приборов, средств автоматизации и других промышленных изделий, а также товаров народного потребления; комплексную стандартизацию взаимосвязанных объектов стандартизации, согласованием норм, требованиям к этим объектам стандартизации и увязкой сроков введения в действие нормативно-технических документов;

оптимальность норм, правил, показателей, включаемых в нормативно-техническую документацию.

2.6.2 Основные термины и определения

Нормативно-технический документ – это документ, устанавливающий требования к объектам стандартизации, обязательный для использования в определенных областях деятельности, разработанный в установленном порядке и утвержденный компетентным органом (ГОСТ I.0.85).

Стандарт – нормативно-технический документ, устанавливающий требования к группам однородной продукции, в необходимых случаях – требования к конкретной продукции; правила, обеспечивающие ее разработку, производство и применение, а также требования к иным объектам стандартизации, устанавливаемых в стране.

Технические условия – нормативно-технический документ, устанавливающий требования к конкретной продукции.

Стандарты на продукцию включают следующие элементы: 1) параметры и размеры; 2) типы; 3) сортамент; 4) марки; 5) конструкция; 6) методы контроля; 7) приемка; 8) маркировка; 9) упаковка; 10) транспортирование; 11) хранение; 12) эксплуатация и ремонт; 13) общие технические требования; 14) общие технические условия; 15) технические условия.

Содержание видов стандартов определяется по ГОСТ 1.5-85.

На основе разработки взаимосвязанных плановых документов, пятилетних и годовых планов осуществляется планирование стандартизации.

Система органов и служб стандартизации Беларуси включает: республиканские органы стандартизации и их службы; службы стандартизации в отраслях народного хозяйства; службы стандартизации на предприятиях, в организациях и учреждениях.

К категориям стандартов относятся: государственный стандарт (ГОСТ); отраслевые стандарты (ОСТ); стандарт предприятия (СТП); технические условия.

В области стандартизации, метрологии и качества продукции основной задачей международного научно-технического сотрудничества является использование передового зарубежного опыта для повышения научно-технического уровня отечественной нормативно-технической документации, сотрудничество Республики Беларусь с зарубежными странами в целях использования международного разделения труда.

2.6.3 Научно-технические принципы стандартизации

Основными научно-техническими принципами стандартизации являются: системность; прогрессивность и оптимизация стандартов; обеспечение

функциональной взаимозаменяемости стандартизируемых изделий; взаимосвязка стандартов; научно-исследовательский принцип разработки стандартов; предпочтительность; минимальный удельный расход материалов.

Принцип системности - системный подход к общественному процессу производства, включающему всю выпускаемую продукцию на всех стадиях ее создания и использования. Совокупность взаимосвязанных элементов, входящих в систему, образуют структуру, позволяющую строить иерархическую зависимость их на различных уровнях.

Принцип прогрессивности и оптимизации стандартов предусматривает, что соответствие показателей, норм, характеристик, требований, устанавливаемых стандартами, мировому уровню науки, техники и производства. Они должны учитывать тенденцию развития стандартизируемых объектов.

Принцип обеспечения функциональной взаимозаменяемости позволяет обеспечивать замену одних сборочных единиц другими. Он является главным при комплексной и опережающей стандартизации, а также при стандартизации изделий, технических условий на них и т. п.

Принцип взаимосвязки стандартов – взаимная увязка терминов и определений в области стандартизации. Метод комплексной стандартизации - убедительный пример.

Научно-исследовательский принцип разработки стандартов предусматривает дополнительно проведение специальных теоретических, экспериментальных и опытно-конструкторских работ, необходимых для подготовки проектов стандартов и их успешного внедрения.

Принцип предпочтительности является одним из важнейших принципов стандартизации. Он состоит в систематизации, например, рядов, допусков, посадок, диаметров и шагов метрической резьбы, поэтому такие стандарты охватывают большой диапазон величин параметров. Согласно принципу предпочтительности, какие бы размеры конструкций не получались в результате расчетов, в проекте они должны быть откорректированы так, чтобы их значение совпадали с членами одного из рядов предпочтительных чисел. Наиболее удобными являются геометрические прогрессии, включающие число "φ" и имеющие $\sqrt{10}$.

В соответствии с рекомендациями установлены следующие четыре основных десятичных ряда предпочтительных чисел со знаменателем $\sqrt[3]{10} = 1,6$ – для ряда 5, $\sqrt[4]{10} = 1,25$ – для ряда 10, $\sqrt[20]{10} = 1,12$ – для ряда 20, $\sqrt[40]{10} = 1,06$ – для ряда 40.

Предпочтение отдается рядам более редким: R5 предпочитается ряду 10, в свою очередь ряд R10 предпочитается R20. Возможны и другие параметрические ряды. Более подробно пропорции рассматриваются в 3.1.

Типоразмерный (размерный) ряд является разновидностью параметрического ряда, главными параметрами которого являются размеры изделия. На основе типоразмерных рядов создаются конструктивные ряды конкретных моделей машин одинаковой конструкции. Например, для построения типоразмерного ряда деталей цилиндра поршневой группы двигателя внутреннего сгорания придерживаются ряду критерия подобия, обеспечивающей равенство тепловой и силовой напряженности двигателя. Существующие в настоящее время на башенные краны позволили вместо ста типа размеров пересмотреть восемь передвижных и три приставных типоразмера кранов, которые полностью обеспечивают потребности строительства. При этом параметрический ряд должен содержать наивыгоднейшее число типоразмеров изделий, при минимальных затратах на производство и эксплуатацию.

Принцип минимального удельного расхода материалов ясен из того, что стоимость материалов и полуфабрикатов в машиностроении составляет от 40 до 80 % общей стоимости продукции.

Стандартизация заготовок, изделий и экономия металла обеспечивает рациональные конструктивные схемы и компоновки машины; совершенствование методов расчета деталей на прочность; обоснованного снижения запаса прочности; применение экономичных профилей, периодического проката, сварных конструкций; применение пластмасс, литых заготовок.

2.6.4. Унификация

Унификация – это рациональное сокращение объектов одинакового функционального назначения. Унификация - наиболее распространенная и эффективная форма стандартизации, если ее результаты не оформляются стандартом.

Но стандартизация изделий, их составных частей обязательно предполагает их унификацию.

Систематизация и классификация является основой унификации.

Систематизация предметов, явлений или понятий предусматривает расположение их в определенном порядке или последовательности, образующей четкую систему, удобную для пользования (алфавитная система, УДК 62 - техника и т. п.).

Симплификация – форма стандартизации, заключающаяся в уменьшении количества типов и других разновидностей до числа,

достаточного, чтобы удовлетворить существующие в данное время потребности.

Типизация конструкций изделий – разработка и установление типовых конструкций, содержащих конструктивные параметры, общие для изделий, их собственных частей и деталей.

Типизация технологических процессов – разработка и установление технологического процесса для производства однотипных деталей или сборки однотипных составных частей или изделий той или иной классификационной группы. Типизации технологических процессов должна предшествовать работа по классификации деталей составных частей и изделий.

Унификация рядов, изделий, деталей, узлов, агрегатов, машин и приборов базируется на их конструктивном подобии, которое определяется общностью рабочего процесса, условий работы изделий.

Унификация может распространяться на параметрические и типоразмерные ряды машин, их типы, составные части и детали.

Различают следующие виды унификации: внутриразмерная; межразмерная; межтиповая; заводская; отраслевая.

Внутриразмерная унификация обеспечивает модификацию определенного изделия с базовой моделью или между собой внутри одного типоразмера. Для автомобилей МАЗ – степень унификации составляет 82 – 93 % ,а для двигателей ЛМЗ – 80 – 95 % .

Межразмерная унификация базовых моделей или их модификаций – унификация между разными размерами параметрического ряда изделий, но внутри одного типа. Например, унификация токарно-винторезных станков с диаметром центров 320 и 400 мм.

Межтиповая унификация – унификация изделий различных типов и параметрических рядов. Так, на Минском станкостроительном заводе унифицированы в один межтиповой ряд продольно-фрезерные, продольно-строгальные и продольно-шлифовальные станки на основе стандартной ширины обрабатываемых заготовок, устанавливаемых по ряду 10 (800,1000,1250 и 1600 мм). Результатом явилось применение для всех указанных станков 45 % унифицированных узлов.

Заводская (в рамках завода) и *отраслевая* (для ряда заводов отрасли) унификации охватывают номенклатуру изделий, их составные части и детали, которые производят и применяют в различных отраслях народного хозяйства (*межотраслевая* унификация).

В СНГ разработано около 250 стандартов на крепежные изделия, более 400 – на арматуру и соединения трубопроводов, более 500 – на редукторы, муфты и шкивы.

Унифицированными могут быть любые изделия машиностроения: детали и их конструктивные элементы, сборочные единицы, материалы, крепеж, подшипники и т. д. На рисунке представлена унификация конструктивных элементов вала, которая позволяет сократить номенклатуру мерительного и монтажного инструмента. К унифицированным элементам относятся посадки и качества, резьбовые шпоночные и шлицевые соединения и т. д.

Для унификации систем машин и создания типоразмерных рядов и унифицированных семейств машин применяются модуль конструирования. Под модулем понимается унифицированная или стандартная сборочная единица. Применение модульного принципа позволяет получить значительную экономию при создании новых машин: за счет уменьшения объема работ снижения их трудоемкости благодаря применению типовых технологических процессов, а при ремонте – за счет замены унифицированных элементов другими предварительно изготовленными.

Агрегатирование машин и других изделий – метод конструирования машин, оборудования и приборов из унифицированных стандартных агрегатов (автономных узлов, устанавливаемых в изделия в различном числе и комбинациях).

Эти агрегаты должны обладать полной взаимозаменяемостью по всем эксплуатационным показателям и присоединительным размерам.

Создаваемые компоновки обеспечивают: оптимальные эксплуатационные показатели; сокращение сроков проектирования и освоения новой техники с 4 – 6 до 1,5–2 лет; снижение затрат на проектирование и освоение серийного производства в 1,5–2 раза; рост выпуска машин при тех же производительных мощностях; снижение себестоимости изготовления на 25–30 %.

Принцип унификации и агрегатирования позволяет на основе базовой модели создавать производные машины одинакового назначения, но с различными эксплуатационными показателями (мощности двигателя, производительности и т. п.) или машины различного назначения, выполняющие качественно другие операции.

3 ХУДОЖЕСТВЕННОЕ КОНСТРУИРОВАНИЕ

3.1 Техника и художественное конструирование

Художественное проектирование – сравнительно молодая область творчества. Общественная потребность в нём возникла только в прошлом веке в связи с переходом производства изделий на машинную технику и обслуживание массового рынка. Тогда и начали формироваться новые профессии – инженера-конструктора, технолога, художника-конструктора. Художник-конструктор должен обладать большим комплексом как художественных, так и научно-технических знаний и навыков.

Создавая предметную среду, сообщая ей функции – и Эстетические свойства, особенности, художник формирует, или, как иногда говорится, “проектирует”, человека, живущего в этой предметной среде, воспитывает в нём определённое отношение к вещам, а через них – к людям, обществу, труду. Отсюда следует важная воспитательная функция художественного проектирования, его социально-культурная роль в жизни общества.

Художественное проектирование нередко понимают только как работу над формой, или “внешней формой”, промышленных изделий. Однако, это неверно, поскольку машина – целостный и сложный комплекс и немислимо механически разделить его на форму и конструкцию. Проектирование промышленного изделия лишь тогда даёт действительно хорошие результаты, когда конструктор, технолог и художник-конструктор работают в творческом контакте, который невозможен без знания основ теории композиции в технике.

Комплекс взаимосвязанных сложных приборов вследствие разноразличия в форме и её характере, при разномасштабности, нарушениях пропорции и колористической связи, при отсутствии композиционной ценности нельзя признать и функционально совершенным. Ведь в результате оператор быстро устаёт, его внимание рассеивается, и он может принимать неверные решения. В данном случае связь “функция-форма” проявляется самым непосредственным образом.

Многие исследователи дизайна отличают всё возрастающую роль технологии производства в работе художника-конструктора над формой серийного промышленного изделия. Хотя способ изготовления вещи во все времена накладывал отпечаток на её облик, в современных условиях это влияние постепенно увеличивалось. Это объясняется в первую очередь широким применением как новых, легко формируемых материалов, так и процессов их обработки (вакуумное прессование пластмасс, литьё по выплавляемым моделям и т.п.). Новая технология позволяет резко сократить количество изделий, из которых изготавливаются многие изделия, а вместе с этим заставляет художника искать новые, более обоснованные формы, соответствующие характеру новой технологии.

Совершенство формы предопределяется рациональностью технического решения, логикой конструкций, прогрессивностью технологии – только на

этой основе художник может создать подлинно гармоничную форму. Именно в этом и заключается её новые возможности.

Прекрасно сказал по этому поводу известный машиностроитель академик И.И. Артоболевский: “Какое бы то ни было украшительство, осуждённое в архитектуре, особенно нетерпимо в индустриальном производстве, в оформлении машин, где каждая линия, каждый штрих, цветовое пятно должно нести смысловую нагрузку, быть строго продуманы, лаконичны, продиктованы целесообразностью.”

Красота машины – это отражение сложного, многопланового феномена, который именуется прогрессом техники. На рисунке показана зависимость конечного композиционного решения от ряда объективных начальных факторов. В процессе формообразования происходит творческое осмысление решений, принимаемых на всех этапах конструирования. При этом в сознании художника-конструктора определённым образом преломляются эстетические представления общества – его культура, вкусы и т. п. Конечное композиционное решение является, таким образом, своего рода сплавом многих компонентов.

3.2 Структура теории композиции в технике.

Особенностью художественного конструирования в том и заключается, что в процессе формообразования конечное решение принимается на основе выявления и отражения связи формы с функцией, конструкцией, материалом.

Художник-конструктор призван разрешить противоречие между стандартом и массовостью производства промышленных изделий с одной стороны, и необходимостью создания образной предметно-пространственной среды – с другой. Это является одной из труднейших задач художественного конструирования, но правильное решение её – первейшая необходимость. Здесь на помощь художнику-конструктору приходят закономерности композиции. Опираясь на объективные факторы формообразования, художник-конструктор определённым образом осмысливает эстетические представления общества и с помощью средств композиции решает поставленные задачи.

Важное значение при создании условий для трудовой деятельности имеет использование закономерностей композиции. Приведение к композиционной целостности производственной среды является одним из средств повешения производительности труда, снижения утомляемости, достижения положительного эмоционального воздействия на человека.

Композиция (от лат. composition – составление, соединение) – это научная дисциплина, которая излагает закономерности и раскрывает специфические приёмы и средства, применяемые в процессе работы над художественным образом. Гармоничная организация формы в технике обусловлена рядом закономерностей.

Вопросы композиции в прошлом изучались, в основном, по материалам искусства и архитектуры, а применительно к объектам техники стали рассматриваться недавно. Значительный вклад в теорию композиции внёс Ю. С. Сатов, предложив общую структуру теории композиции в технике и связав проблемы в единое целое.

Основой теории композиции являются категории, выражающие наиболее существенные связи и отношения рассматриваемых явлений. Этими категориями являются тектоника и объёмно-пространственная структура. Тектоника, или архитектурная тектоника (от греч. tektonikos – относящийся к строительству) означает построение, структуру любого произведения искусства, выражение закономерностей конструктивного строения здания, сооружения. Композицию всего изделия определяет взаимообусловленность конструкции и формы изделия, выраженной в конкретном материале. Независимо от сложности форма изделия рассматривается с точки зрения взаимодействия всех её элементов между собой и с пространством, т. е. как объёмно-пространственная структура, которая наряду с тектоникой имеет решающее значение для достижения гармонии формы.

Свойства и качества композиции разделяются на главные, определяющие форму, и вторичные. Обязательными для композиции качествами, помимо тектоники и объёмно-пространственной структуры, являются пропорциональность, масштабность, композиционное равновесие, единство характера формы, капористическое равновесие. Все эти качества обеспечивают гармоничную целостность формы.

Особо рассматриваются единство стиля и образность формы эти два важных качества не обеспечиваются обычными средствами композиции. Единством стиля достигается современность изделия, его соответствие эстетическим запросам общества. Это качество зависит от умения художника-конструктора передать изделию дух времени. Первое впечатление о предмете даёт образность формы, в ней сфокусировано представление о предмете.

Необходимые качества композиции в процессе художественного конструирования обеспечиваются с помощью композиционных средств. Критериями оценки правильности разработки композиции являются кроме объективных факторов формообразования (функция, материал и т. д.) закономерности композиции, отражающиеся на характере восприятия формы. Закономерности композиции проявляются в различных изделиях и

формах по-разному и дать готовый рецепт невозможно. Однако, существуют в какой-то мере общие принципы и закономерности, например – принцип взаимодействия объёма с пространством. Это взаимодействие определяется прежде всего симметрией и асимметрией и все формы в технике делятся на симметричные и асимметричные. Дальнейшее деление форм по видам симметрии существенно облегчает их дифференцирование.

Формы делятся по признаку статичности и динамичности, который указывает более точно место каждой формы. Поэтому формы можно характеризовать как симметрично-статичные, симметрично-динамичные, асимметрично-динамичные. Кроме того, в одном ряду могут оказаться формы различные по степени уплотнённости материала и с открытой объёмной структурой. Поэтому целесообразно деление формы по признаку, характеризующему отношение объём-пространство. Учитывая вышеизложенное место для любой формы в рассматриваемой системе форм определено.

Единую гармоничную соразмерность сообщает частям и целому такие средства композиции как пропорции, контраст, нюанс, ритм, метрические повторы, характер формы. Значительное влияние на гармонию формы в технике оказывает группа средств, основанных на использовании света и тона, фактуры и текстуры материала и непосредственно связанной с ними светотеневой структуры формы.

В целом качество композиции промышленного изделия обеспечивается с помощью средств композиции и с учётом закономерностей их проявления. Использование множества средств гармонизации формы позволяет создать подлинно красивые машины.

3.3 Категории композиции

Основными категориями композиции выступают тектоника и объёмно-пространственная структура. В сущности любой предмет пространственно организован, а его форма так или иначе отражает строение предмета. В технике это означает зависимость формы от конструкции.

Художник-конструктор, создавая промышленное изделие, оперирует объёмами и пространствами. Объёмная форма выступает как элемент выражения работы конструкции и обладает определённой массой. Умение использовать механические, физические и химические свойства материалов имеет исключительно важное значение при конструировании предмета. Ответ на вопрос, каким образом материально-техническая природа предмета выражается в его художественной форме, даёт важнейшая категория композиции тектоника.

Тектоникой называют зримое отражение в форме работы конструкции и организации материала.

Понятие “тектоника” неразрывно связывает две важнейшие характеристики промышленного изделия: форму и конструктивную основу, под которой понимается работа несущей части конструкции. Закономерности тектоники отражают логику работы конструкции и материалов, и основывается на законах механики, сопротивления материалов, теории упругости. Существуют общие закономерности, связанные с особенностями функционирования неподвижных и движущихся предметов, на конструкцию которых влияют законы статики и динамики.

В форме статичных предметов прежде всего отражается их устойчивость, весомость, материальность, прочность. Специфика тектоники многих движущихся предметов обусловлена тем, что равновесие и устойчивое положение в движении часто обеспечивается особенностью их формы, которая определяется характером напряжений, возникающих в конструкции, и сопротивлением среды.

У человека каждый материал вызывает определённые ощущения, ассоциации, которые остаются в его сознании. Так, с некоторыми материалами связаны представления о лёгкости и прочности, другие, наоборот, вызывают ощущения тяжеловесности и светонепроницаемости.

Специфическими являются условия эксплуатации деталей или изделий, работающих при переменных тепловых режимах и вибрационных нагрузках, поэтому, здесь должны применяться теплостойкие конструкционные материалы с хорошими прочностными характеристиками.

При выборе материалов для промышленных изделий, которые в процессе эксплуатации подвергаются более или менее интенсивным истирающим усилиям (узлы трения, стопорные и храповые устройства, рукоятки управления, поручни) кроме их стойкости нужно учитывать износостойкость материалов.

Художник-конструктор часто сознательно усиливает характерные свойства материалов, его массу, монолитность. Лёгкость. Воздушность. Выявляет его фактуру, цвет, текстуру.

Всякий раз перед художниками и конструкторами стоит тонкая и деликатная задача – найти соответствие материала форме. Можно приводить самые различные примеры как правильного, так и неправильного подхода к использованию материала и его организации в конструкции. На рисунке показан радиатор ранее выпускаемого трактора, который по своим параметрам является хорошей и надёжной машиной. Однако, некоторые детали в эстетическом отношении и с точки зрения правильного использования материала можно было бы решить несколько иначе.

В основу характеристики объёмно-пространственной структуры промышленных изделий должны быть положены особенности взаимодействия объёма и пространства. По признаку объёмно-пространственного строения предметы разделяются на 3 большие группы: с открытыми техническими структурами действующих механизмов или несущих конструкций; относительно просто организованные моноблочные структуры со скрытым механизмом, размещённым в корпусе; сложные объёмно-пространственные структуры, сочетающие элементы первых групп.

Создание эстетически полноценного изделия требует от конструктора учёта характера взаимодействия пространства с объёмом, организации в форму не только материала, но и пространства, определённых закономерностей связи между элементами объёмно-пространственной структуры должны быть ограниченными.

Одним из основных условий достижения целостности объёмно-пространственной структуры является её общая упорядоченность. В сложных конструкциях такую закономерность организовать трудно, она может восприниматься как неупорядоченность. Композиционно подчеркнутые улучшения или группа в пределах целого организма позволяет организовать упорядоченную объёмно-пространственную структуру. Единство строя, общий характер структуры, поддержание и развитие главных элементов в строе малых, частных элементов являются важной закономерностью объёмно-пространственной структуры.

Тектоника и объёмно-пространственная структура между собой взаимосвязаны и взаимообусловлены.

Форма как результат конструктивного взаимодействия всех элементов и деталей, у предметов с различной конструктивной структурой складывается и проявляется неодинаково. Там, где мы встречаемся с пространственными конструкциями, с системами, у которых хорошо видна вся конструктивная основа, и где главные элементы выполняют зрительно хорошо воспринимаемую работу, там связь между формой и конструкцией оказывается прямой.

Форма таких предметов – это легко “прочитываемая” нами конструкция. Мы видим не форму вообще (иногда не представляя, что за нею скрывается, какова структура предмета), а работающую форму, т. е. конструктивную систему в действии. Наша оценка формы в этом случае носит особый характер.

Глядя на какой либо строительный кран с его относительно тонкой опорой, любясь большим выносом кажущейся необыкновенно лёгкой стрелы мы говорим: “Какая изумительная конструкция”.

Работая над такими машинами, художник-конструктор должен увидеть самое характерное в них. Так, например при работе над формой стрелы с

ковшом нужно почувствовать напряжённость формообразующих контуров обострить и подчеркнуть рабочие части конструкции.

3.4 свойства и качества композиции.

Гармоничная целостность. Целостность формы отражает логику и органичность связи конструктивного решения изделия с его композиционным воплощением. Конструктивные элементы изделий необходимо объединить не только технически, с помощью болтов, сварки и т. д., но и композиционно, представив любую структуру как гармоничную целостность.

Целостность связана с другим средством композиции – соподчинённостью и достигается при соблюдении закономерностей соподчинения элементов, а без этого условия оно отсутствует.

Строго техническая функция машины, казалось бы, до конца predeterminedена техническими требованиями конструкции. Но если конструкцию этой машины будет решать инженер-конструктор один, без участия художника-конструктора, форма может утратить подобные тонкости, все эти “мелочи”, которые вносит художник и которые, в конечном счёте, так много значат в выразительности формы.

Многие свойства композиции отражает целостность формы. Чем сложнее форма отдельных элементов, тем сложнее её организация.

При создании изделия необходимо стремиться к композиционному равновесию, такому состоянию формы, при котором все элементы сбалансированы между собой. Композиционное равновесие зависит от распределения основных масс композиции относительно центра и связано с характером организации пространства, пропорциями, расположением главной и второстепенной осей, с пластикой формы, с цветовыми и тональными отношениями отдельных частей.

Дизайнер должен придать прочным и устойчивым конструкциям самой обычной формы зрительную устойчивость.

При проектировании симметричных форм легче всего достигается композиционное равновесие, его уже создаёт, хотя и не гарантирует ось симметрии. Под симметрией (греч. *simmetria* – соразмерность) в эстетике понимают гармоническое расположение в пространстве отдельных частей целого, соразмерность и соответствие между ними. Широко известны простейшие виды симметрии: зеркальная, центральная, плоскостная и осевая. В практике художественного конструирования они используются редко, поскольку большое количество элементов изделий и правила работы человека с изделием не позволяют использовать строго симметричные

структуры. Чаще всего дизайнеру приходится иметь дело с частичной асимметрией формы изделия, с асимметричными, но композиционно уравновешенными структурами.

На закономерностях композиций базируется соподчинённость элементов изделия.

Целостность формы отражает многие свойства композиции и имеет как бы общий характер. Чем сложнее форма отдельных элементов и связи между ними, тем сложнее организация формы.

Труднее достичь композиционного равновесия при одностороннем смещении массы, поскольку при переходе предмета устройство теряет зрительную устойчивость. Композиционное равновесие может быть достигнуто соподчинением строя, формы цвета и т. д.

Динамичность формы выражается в контрастах отношений её частей, что создаёт односторонне активно направленную форму. При тождественных отношениях, которые мы оцениваем только по горизонтальной оси, форма статична, а контраст создаёт впечатление динамичности, причём зрительное движение происходит в направлении большей величины.

Динамичностью обладают и неподвижные и быстродвижущиеся предметы. Динамичность быстродвижущихся предметов обусловлена функционально и вытекает из условий аэродинамики. Для неподвижных предметов динамичность не является качеством, определяющим форму.

Динамичность широко применяется при проектировании средств транспорта. Она должна соответствовать функциям изделия. Например, циферблат часов, имеющий динамичную форму, нерационален и лишь мешает считывать показания стрелок.

Статичность – это подчеркнутое выражение состояния покоя, устойчивости формы, неизменности. Статичными являются предметы, имеющие явный центр и у которых ось симметрии является главной организующей осью. В средствах транспорта статичность исключается, в станках имеются статичные и движущиеся элементы.

Горизонтально расположенные конус и овоид являются примером динамичных фигур, они как бы двигаются влево. Даже прямоугольнику можно придать динамичность, если выполнить его деление на неравные части. Чем больше знаменатель прогрессии в отношении частей, тем выше кажущаяся динамичность формы.

Если конус и овоид поставить вертикально, то и динамичность (особенно конуса) пропадает. Равномерное членение формы по горизонталям подчеркивает её статичность. Если неравномерное членение симметричных частей формы направлено к её оси симметрии, то форма будет статично напряжённой.

Единство характера формы – одно из важных свойств композиции, которым определяется единичный подход к формообразованию всех элементов.

Определяющим фактором при выборе характера формы являются: продолжительность морального срока службы промышленного изделия, направление развития формы изделий, особенности материала, конструкция. Визуальный шум, например, при значительном количестве станков острохарактерной формы может привести к быстрому утомлению работающих. Утомлению способствует также однообразная среда. Обострить характер формы целесообразно, если предмет необходимо выделить, сделать акцентным в композиции.

Единство характера формы относят к свойствам композиции, но его следует рассматривать как особое средство композиции, которое тесно связано с другими средствами: пропорциями, пластикой, нюансными особенностями. Как особое средство композиции характер формы создаёт образность вещи и может быть использован при решении сложных композиционных задач.

3.5 Средства композиции.

К средствам композиции относятся: определяющий композиционный приём, пропорции и масштаб, контраст и нюанс, метрический повтор и ритм, цвет, тени и пластика.

Определяющий композиционный приём является одним из важнейших организационных начал в работе над формой изделия, идеей композиции. Он затем последовательно развивается другими средствами композиции.

Владея вариациями технической композиционной схемы, после определения на стадии технического предложения или эскизного проекта основных элементов изделия, дизайнер создаёт свои художественно конструкторские варианты компоновки, определяет общую картину формообразования.

Пропорции и масштаб являются одним из важнейших средств гармонизации формы. На размерных отношениях элементов формы строится вся композиция. Сведения о пропорциях были обнаружены в древних пирамидах близ Мемфиса, построенных более 3000 лет до н. э. Известны каноны пропорций времён фараонов, каноны эпохи Древней Греции, Древнего Рима. Исследованием пропорций занимались Ветрувий, Леонардо да Винчи, Альберти, Ле Карбюзье, Гэрунов и многие другие.

О связи красоты и пользы можно судить из анализа диалога Сократа и оружейника Пистия. Древний философ спрашивает оружейника: “Как получается, что ты продаёшь больше панцирей, чем другие мастера, хотя делаешь их не более прочными и не более роскошными?” – “Потому, что я их делаю пропорциональными”. – “Но ведь бывают непропорциональные фигуры. Как же ты можешь делать “пропорциональные” панцири для “непропорциональных” фигур?” – “А я их подгоняю. Панцирь по мерке и есть панцирь пропорциональный”.

Пропорции определяются в виде различных математических отношений и выражают правильность геометрического строения формы при соблюдении единой пропорциональной зависимости как целого, так и отдельных частей предмета.

Однако, как показывает практический опыт, на гармонизацию сложной формы влияют не столько канонические соотношения, сколько умение и талант дизайнера организации формы. Восприятие пропорций зависит от характера поверхности, формы её рисунка, возможно существенно влияющего на зрительное восприятие. Пропорционированию должны подчиняться все элементы формы в единой системе пропорций обязательно соотнесённых с человеком.

Возможны два варианта пропорционирования изделий. Первый вариант предусматривает возможность относительно свободного обращения с пропорциями, т. е. вначале разрабатывается форма и затем – конструкция. Такой подход оправдан при проектировании пультов управления, приборов оборудования и т. д. Второй подход целесообразен при разработке сложных изделий, размерные отношения частей которых определяются конструкцией. В этом случае художник и инженер работают совместно и вносят изменения в конструкцию.

В области техники пропорции имеют большое значение. Это вытекает из того, что многие современные изделия являются системами многократно повторяющихся унифицированных элементов. В то же время унификация предполагает строгую унификацию структуры.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Содержание

1 Введение. Современное состояние и задачи дорожно-транспортного машиностроения Республики Беларусь.

Цель и задачи дисциплины. Ведущая роль машиностроения в создании материально-технической базы Республики Беларусь. Роль и значение подъемно-транспортных и дорожных машин и оборудования в повышении эффективности народного хозяйства. Роль отечественных и зарубежных ученых и изобретателей в развитии техники. Дорожно-строительные машины, выпускаемые в Республике Беларусь

2 Общие вопросы создания машин.

Требования технологических процессов строительных, подъемно-транспортных и других видов работ и операций как основа создания машин и систем машин. Выявление потребностей в новых машинах и формирование технических требований к их созданию. Совершенствование структуры парка машин. Вопросы обеспечения качества машин и систем машин на этапах разработки, производства и эксплуатации. Стадии проектирования, изготовления и испытаний подъемно-транспортных и дорожных машин. Разработка технического задания, технического проекта, рабочих чертежей опытного образца. Изготовление образца и его испытание, создание опытной серии машин и их эксплуатационные исследования. Создание технической документации серийного производства, Организация серийного производства. Анализ существующего положения по реализации рабочего процесса создания машин и оборудования в РБ, странах СНГ и в мировой практике. Методика выявления параметров создаваемого объекта – нового или модернизируемого. Разработка вариантов возможных решений: принципиальных, источника энергии и системы привода, компоновочных, систем автоматизации и др. Учет технологии изготовления (производственных возможностей и поставок по кооперации), экономия материалов. Надежность как основной показатель качества создания машин. Техническое проектирование и стандарт. Общие принципы стандартизации и унификации в машиностроении. Показатели унификации. Принципы агрегатирования машин и оборудования. Основы создания специализированного производства деталей и узлов многопрофильного применения. Основные принципы конструирования механизмов. Многопоточность, симметрия, конструктивное совмещение функций, встраивание механизмов, использование принципов соосности и др. Конструкторская документация, методика и этапы конструирования, Разработка вариантов конструктивных схем и выбор конструкции. Роль комбинаторики в конструировании. Использование САПР. Методика рассмотрения конструктивных решений и этапы их утверждения. Выполнение проектно-конструкторской документации.

3 Основные принципы художественного конструирования.

Цель и задачи художественного конструирования. Основные направления в художественном конструировании. Основные положения физиологической оптики в применении к художественному конструированию. Свойства пространственной формы. Средства достижения целостного восприятия форм. Закономерности развития формы в технике.

Композиция. Основные понятия. Свойства композиции. Композиционная связь состояний и свойств элементов пространственных форм. Средства композиции.

Психофизиологическое воздействие различных цветов на человека. Функциональность окраски и освещения. Явление цветоощущения и цветового контраста. Примеры выбора окраски интерьеров цехов, машин и оборудования, пультов управления. Основные требования при использовании искусственного освещения.

4 Эргономика.

Основные понятия и проблемы эргономики. Эргономический показатель. Контрольно-предохранительное оборудование подъемно-транспортных, строительных и дорожных машин и оборудования. Проектирование пультов управления и их элементов. Размещение и оформление приборов. Требования к кабинам подъемно-транспортных, строительных и дорожных машин и их оборудованию.

.5 Изобретательство и рационализация при создании машин.

Изобретательская и патентно-лицензионная работа. Изобретательское и патентное право. Изобретение – объект правовой охраны. Формы охраны документов в СНГ. Авторское свидетельство, товарный знак, патент. Выявление изобретения в процессе конструирования. Основные принципы анализа технических решений. Аналоги прототип. Сопоставительный анализ. Патентная чистота машин и оборудования. Составление, оформление и структура заявки. Заявки на изобретение и предварительный научно-технический анализ новизны изобретения. Описание изобретения и формула изобретения. Классификация изобретения. Цель и задачи официальной экспертизы. Контрольный совет и его функции.

Патентование изобретений за рубежом. Лицензионные соглашения. Виды соглашений. Продажа лицензий. Подготовка материалов к лицензионным соглашениям.

Патентная и техническая информация в СНГ и за рубежом. Рационализация.

6 Применение ЭВМ при создании машин.

Эволюция организации графических систем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Орлов П. И. Основы конструирования. Справочно-методическое пособие: В 3 кн. Кн.1. – М.: Машиностроение, 1977. – 623 с.
2. Аршанский Проектируем с помощью компьютера. Мн. 1993.
3. Тьялве Э. Краткий курс промышленного дизайна: Пер. с англ. – М.: Машиностроение, 1984.– 192 с.
4. Суrowегин Ю. В. Технические основы создания машин: Учеб. пособие. – Могилев.: ММИ, 1993. - 101 с.
5. Шейнин А. М. Эксплуатация дорожных машин. – М.: Машиностроение, 1980. – 36 с.
6. Баловнев В. И. Дорожностроительные машины и комплексы. – М.: Машиностроение, 1998. – 384 с.
7. Фролов П. Т., Чудаков К. П. Эксплуатация строительных машин. – М.: Госизд. лит. по строительству, 1963. - 280 с.
8. Сомов Ю.С. Композиция в технике. – М.: Машиностроение 1972 – 280 с.
9. Барташевич А.А. Основы художественного конструирования