от потребностей того или иного механизма, а в конечном итоге мощность определяют как сумму мощностей на привод всех механизмов с учетом коэффициента запаса мощности.

1. Строительные машины для механизации мелиоративных работ. Суриков В.В., Васильев Б.А., Гантман В.Б. и др. Под редакцией Сурикова В.В. – М. Агропромиздат, 1991.
2. Технологические машины и оборудование природообустройства (Основы теории и общий расчет мелиоративных машин). Ревин Ю.Г., Леонтьев Ю.П., Губер К.В. и др. Под общей редакцией Ревина Ю.Г. – М. Изд-во РГАУ-МСХА, 2016.
3. Абдулмажидов Х.А. Обоснование основных параметров и режимов работы ковшовых каналоочистительных машин для зоны осушения. – Дис. канд. техн. наук. – М.: МГУП, 2000 г.
4. Абдулмажидов Х.А. Совершенствование рабочего оборудования каналоочистителя РР-303. Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. 2011. №2 (47). С.58-60
5. Абдулмажидов Х.А., Матвеев А.С. Комплексное проектирование и прочностные расчеты конструкций машин природообустройства в системе Inventor Pro. Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. 2016. № 2 (72). С. 40-46.
6. Абдулмажидов Х.А., Карапетян М.А. Очистка мелиоративных каналов от наносов, заилений и растительности. Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. 2016. № 5 (75). С. 13-17.
7. Абдулмажидов Х.А. Конструктивные особенности и расчет производительности каналоочистителя с ковшем на жесткой направляющей. Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. 2017. № 2 (78). С. 21-25.

Абдулмажидов Х.А.

Основные задачи конструирования и возможности компьютерных программ при проектировании элементов наземных машин

*ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева
(Россия, Москва)*

doi:10.18411/lj-09-2018-55

idsp: 000001:lj-09-2018-55

Аннотация

В статье представлены основные задачи конструирования и возможности компьютерных программ при проектировании элементов и конструкций рабочего оборудования, наземных транспортно-технологических машин. Перечислены наиболее распространенные компьютерные программы, используемые в машиностроении. Пояснены функциональные возможности и способы получения объемных конструкций деталей машин и подготовки их технической документации в системе Inventor Pro как наиболее широко используемой машиностроительной программы. Даются пояснения модуля для проведения прочностных расчетов.

Ключевые слова: задачи конструирования, производительность, экономичность, прочность, надежность машин, компьютерные программы Компас, SolidWorks и Inventor Pro, способы получения объемных элементов

Abstract

This article presents the main design tasks and possibilities of computer programmes, design elements and structures working equipment, ground transportation and technological machines. Lists the most common computer programs used in mechanical engineering. Explain the features and ways to obtain three-dimensional constructions of details of machines and technical documentation in the system Inventor Pro as the most widely used engineering program. Clarification of the module for the spending strength calculations.

Keywords: design, performance, efficiency, durability, reliability of machinery, computer programs Compass, SolidWorks and Inventor Pro, how to obtain volume elements.

Цель конструирования наемных транспортно-технологических машин заключается в создании элементов, деталей и конструкций, наиболее полно отвечающих требованиям для выполнения тех или иных технологических операций с наиболее высокими технико-эксплуатационными и технико-экономическими показателями. С этой точки зрения главными показателями машин являются: высокая производительность, экономичность, прочность, надежность, малая масса и металлоемкость, энергоемкость, объем, габариты и стоимость ремонтных работ. Также к важным показателям относятся высокий ресурс долговечности и степень автоматизации, простота и безопасность обслуживания, удобство управления, сборки и разборки. Наиболее важный из перечисленных факторов определяется назначением машины. В рабочем оборудовании наземных транспортно-технологических машин основными факторами являются производительность, четкость и безотказность действия, степень автоматизации. Если говорить о генераторах, преобразователях энергии – то здесь на первом плане имеется величина КПД, определяющего потери мощности на привод [1, 2, 3].

В процессе проектирования машины или рабочего оборудования необходимо стремиться к увеличению их рентабельности и экономического эффекта за весь срок службы. Экономический эффект является наиболее главным фактором при конструировании элементов машин. Сами конструкции не должны быть дороже увеличения экономического эффекта. Экономичность машин определяется такими факторами как полезная отдача машины, долговечность, надежность, расходы на оплату труда машинистов, потребление энергии и стоимость ремонтов [4, 5, 6].

Существует множество различных компьютерных программ применяемых при конструировании рабочего оборудования машин. Часто применяются такие программы как Компас, SolidWorks и Inventor Pro. В целом в данных программах имеются идентичные способы получения объемных элементов, создания сборок, проведения прочностных расчетов и подготовки технической документации на изготовление конструкций и деталей. В то же время все они обладают определенными достоинствами и сравнительными недостатками, поэтому почти ежегодно на рынке программного обеспечения появляются их новые версии. В основном в данных программах используются методы ассоциативного черчения, при котором предварительно деталь или конструкция выполняется в изометрии (3D) тем или иным способом, затем переводится в плоскость, т.е. подготавливается техническая документация на изготовление. Основными способами получения объемных элементов являются: выдавливание, вращение, изгиб, оболочка и лобтоинг (выполнение объемной детали соединением эскизов созданных на множестве плоскостей). Во всех способах получения объемной детали предварительно выполняется эскиз, который в последующем используется как основа к объемному твердотельному редактированию. В программах также присутствует модуль для получения разверток.

Если конструктор модернизирует конструкцию или проектирует новую деталь, то он обязан представить их прочностной расчет. Объемные элементы и конструкции, созданные в компьютерных программах, проверяются на прочность методом конечных элементов. Суть данного метода заключается в рассмотрении зафиксированной объемной детали состоящей из множества конечных элементов (тетраэдров) при заданных нагрузках и моментах (а в некоторых случаях при определенных температурных воздействиях). Программа позволяет проводить расчет для каждого тетраэдра с последующим интегрированием их результатов. Результаты расчета обычно выдаются в виде таблиц и гистограмм с многочисленными расчетными показателями. Главный показатель, на основе которого можно сделать вывод о прочности конструкции – это запас прочности, представляющий собой отношение предельно допустимого значения напряжений к расчетным (действующим) в конструкции напряжениям.

Расчеты на прочность конструкций изготовленных из стандартных профилей (швеллер, двутавр, уголок и т.д.) по правилам дисциплины «Сопротивление материалов» не являются сложными, поскольку все необходимые параметры (площадь поперечного

сечения, масса погонного метра, моменты инерций, моменты сопротивления изгибу, полярные моменты сопротивления кручению) известны и даются в справочниках. Однако, когда речь заходит о нестандартных конструкциях, площадь поперечного сечения которых меняется по длине, возникают определенные трудности в определении масс-инерционных характеристик. В этом случае для их определения, а также для расчета действующих в объемной детали напряжений сжатия $\sigma_{сж}$, изгиба $\sigma_{изг}$ и кручения $\tau_{кр}$ используются инструменты компьютерных программ. Для конструкций, изготовленных из пластичных сплавов черных металлов (сталей) запас прочности принимается в пределах от 1,5 до 2,0 единиц, а для хрупких сплавов (чугунов) от 2,0 до 2,5. Большие значения данного коэффициента приводят к перерасходу металла, если значения оказываются менее представленного диапазона – то прочность конструкции будет недостаточной. На предварительном этапе учебного проектирования конструкций существует понятия допустимых «недонапряжений» до 5% и «перенапряжений» до 2%. В деталях или конструкциях подверженных нормальным нагрузкам в основном возникают напряжения сжатия или изгиба. В деталях, которые подвержены нормальным нагрузкам, а также передают вращающий момент, возникают все три вида напряжений. В этом случае необходимо определять суммарные (эквивалентные) напряжения для сравнения их величин с допускаемыми значениями напряжений. Эквивалентные напряжения могут быть определены с учетом энергетических составляющих процесса нагружения.

Программа Inventor Pro применяется также при проведении уточненного прочностного расчета, в котором изменением (уменьшением) размеров конечных элементов определенных (наиболее нагруженных) участков детали или всей конструкции в целом достигается более точный результат [7, 8].

1. Орлов П.И. Основы конструирования. – М. Машиностроение, 1977.
2. Технологические машины и оборудование природообустройства (Основы теории и общий расчет мелиоративных машин). Ревин Ю.Г., Леонтьев Ю.П., Губер К.В. и др. Под общей редакцией Ревина Ю.Г. – М. Изд-во РГАУ-МСХА, 2016.
3. Абдулмажидов Х.А. Обоснование основных параметров и режимов работы ковшовых каналоочистительных машин для зоны осушения. – Дис. канд. техн. наук. – М.: МГУП, 2000 г.
4. Абдулмажидов Х.А. Совершенствование рабочего оборудования каналоочистителя РР-303. Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. 2011. №2 (47). С.58-60
5. Абдулмажидов Х.А. Конструктивные особенности и расчет производительности каналоочистителя с ковшом на жесткой направляющей. Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. 2017. № 2 (78). С. 21-25.
6. Абдулмажидов Х.А., Карапетян М.А. Очистка мелиоративных каналов от наносов, заилений и растительности. Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. 2016. № 5 (75). С. 13-17.
7. Абдулмажидов Х.А., Матвеев А.С. Комплексное проектирование и прочностные расчеты конструкций машин природообустройства в системе Inventor Pro. Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. 2016. № 2 (72). С. 40-46.
8. Абдулмажидов Х.А., Матвеев А.С. Уточненные прочностные расчеты рабочих органов машин природообустройства в системе Inventor Pro. Международный технико-экономический журнал. 2018. № 3. С. 7-14.

Абдулмажидов Х.А.

**Проблемы, возникающие при оценке соответствия рабочих органов
каналоочистителей требованиям по содержанию мелиоративного канала**

*ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева
(Россия, Москва)*

doi:10.18411/lj-09-2018-56

idsp: 000001:lj-09-2018-56

Аннотация

В статье описаны проблемы, возникающие при эксплуатации и оценке соответствия рабочих органов каналоочистителей требованиям по уходу и очистке