

УТОЧНЕННЫЙ ПРОЧНОСТНОЙ РАСЧЕТ КОНСТРУКЦИЙ РАБОЧЕГО ОБОРУДОВАНИЯ МЕЛИОРАТИВНЫХ МАШИН В СИСТЕМЕ INVENTOR PRO

Абдулмажидов Хамзат Арсланбекович, доцент кафедры «Мелиоративные и строительные машины» ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

***Аннотация.** В статье представлены способы проведения прочностных расчетов деталей и конструкций мелиоративных и строительных машин с использованием графического пакета Inventor Pro. Даны пояснения по предпосылкам и выполнению уточненных прочностных расчетов и анализу напряженного состояния элементов рабочего оборудования мелиоративных машин.*

***Ключевые слова:** уточненный прочностной расчет, запас прочности, нормальные и касательные напряжения, прочностной расчет в системе Inventor Pro.*

Курсовые работы и проекты, выпускные квалификационные работы, магистерские диссертации, выполняемые на кафедре мелиоративных и строительных машин института Мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова в основном имеют тематику, связанную с проектированием, разработкой и модернизацией конструкций рабочего оборудования мелиоративных и строительных машин. В процессе выполнения исследовательских работ студенты и магистранты широко используют, различны компьютерные программы. Возможности выполнения ассоциативного черчения и наличие удобного модуля проведения прочностных расчетов предопределило использование программы Inventor Pro.

В процессе создания новых деталей и конструкций или модернизации элементов рабочего оборудования мелиоративных машин конструктор проводит прочностной расчет. Анализ напряженного состояния можно проводить, пользуясь правилами, принятыми по дисциплине «Соппротивление материалов. В конструкциях рабочего оборудования мелиоративных машин широко используются стандартные профили такие как двутавры, швеллеры, уголки, трубы, трубы квадратного сечения и т.п. Швеллеры, к примеру, имеют следующие характеристики: высота, ширина полки, толщина стенки, средняя толщина полки, момент инерции, момент сопротивления, радиус инерции, статический момент полусечения, расстояние от оси до наружной грани стенки, материал, масса погонного метра. Все необходимые данные для прочностного расчета по представленным профилям представлены в справочной литературе. Для простых проектируемых конструкций в основе

которых приняты стандартные перечисленные профили сложностей при проведении прочностного расчета сложностей не возникает [1, 2].

Однако, часто конструктор часто сталкивается с ситуацией, когда те или иные элементы рабочего оборудования мелиоративных и строительных машин имеют отличающуюся от стандартных профилей форму, более того поперечное сечение может иметь разную форму по длине. К примеру, конструкции стрелы или рукояти одноковшового экскаватора имеют меняющуюся по длине форму поперечного сечения. При определении необходимых параметров для проведения прочностного анализа по таким конструкциям возникают определенные сложности.

Прочностной расчет по правилам, принятым в дисциплине «Сопротивление материалов» обычно сводится к формированию расчетной схемы с указанием конструкции в виде линии с указанием подвижных и неподвижных опор, сосредоточенной или распределенной нагрузок, изгибающих или крутящих моментов. Определяются напряжения в конструкции и запас прочности. Однако, данная методика, которая не учитывает форму поперечного сечения по всей длине изделия соответственно не определяет. Координаты опасных сечений не подходит для расчета менее ответственных деталей и конструкций. Этим можно объяснить громоздкие размеры элементов рабочих органов машин, выпущенных в 50-60 годы прошлого столетия, когда заведомо задавался большой запас прочности, что сопровождалось большим расходом металла.

В современных условиях на этапе проектирования, изготовления и эксплуатации конструкций машин в целом основное внимание уделяется запасу прочности и экономии материала. Графические пакеты обладают модулями для проектирования сложных объемных деталей разной конфигурации, массинерционных характеристик, которые не приводятся в справочной литературе. Также имеется возможность учета влияния температуры на прочность детали.

В программе Inventor Pro есть возможность изначального объемного твердотельного моделирования деталей и конструкций с последующим их переводом в плоскость, т.е. получением чертежей в плоскости и подготовкой технической документации на изготовление [3].

Методика проведения прочностного расчета деталей в современных графических пакетах носит название метод конечных элементов, суть которого заключается в разбивке проектируемой детали на множество конечных элементов – тетраэдров (также используется название конечно-элементная сетка). Расчет напряжений детали ведется программой по каждому конечному элементу, затем результаты интегрируются.

В целом прочностной расчет конструкции методом конечных элементов выполняется в системе Inventor Pro в следующей последовательности:

- 1.Проектирование объемной детали (3D).
- 2.Задание материала детали.

- 3.Определение опорных зависимостей.
- 4.Задание нагрузок.
- 5.Разбивка детали на конечные элементы (получение конечно-элементной сетки).
- 6.Работа расчетного модуля.
- 7.Получение результатов расчета в виде отдельного файла с таблицами и гистограммами.
- 8.Выводы по прочностным расчетам на основании полученных результатов.

Цветные гистограммы позволяют определить наиболее нагруженные участки детали, опасные сечения, наиболее напряженные участки выделяются красным цветом, наименее – синим. Программа также позволяет формировать характер деформаций, возникающих в детали под действием нагрузок.

Основным показателем в результатах расчета является запас прочности. Для стальных деталей допустимый запас прочности находится в пределах от 1,5 до 2. Если расчетное значение запаса прочности меньше 1,5 конструкцию следует усилить или применить более прочную сталь, если запас прочности составляет большие значения, имеет смысл принятия меньшего профиля в целях экономии металла. Для чугуновых конструкций от 2 до 2,5.

Для предварительных прочностных расчетов конструкций представленная методика может быть использована, однако, совершенно иная ситуация может быть при проведении уточненного прочностного расчета. Уточненный расчет проводят в тех случаях, когда необходимо проверить опасные сечения и участки конструкции. Для получения более точного результата размеры конечных элементов принимаются наименьшими. В этом случае, часто получается, так что запас прочности уже недостаточен. Складывается ситуация, когда при предварительном расчете запас прочности находится в допустимых пределах, а при уточненном данный параметр оказывается ниже допустимого, т.е. одна и та же деталь, опоры и нагрузки тех же величин в тех же точках, а запас прочности недостаточный [4, 5].

Выбор той или иной программы зависит от характера и сложности задач, стоящих перед исследователем. Эти программные пакеты имеют большой набор по проведению прочностных расчетов. Все представленные средства имеют модули для визуальной оценки полученных результатов: различные графики, диаграммы и гистограммы.

Таким образом, те или иные графические пакеты, применяемые для прочностных расчетов, в значительной степени взаимно дополняются, что в определенной степени ускоряет процесс научных исследований.

Библиографический список

1. Мочунова Н.А., Абдулмажидов Х.А. Аналитическая модель системы управления скоростью движения ковша каналоочистительной машины. Строительные и дорожные машины. М.: 2014. № 9. С. 13-15
2. 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.
3. Абдулмажидов Х.А. Конструктивные особенности и расчет производительности каналоочистителя с ковшем на жесткой направляющей. Вестник ФГБОУ ВПО МГАУ имени В.П. Горячкина. 2017. № 2 (78). С. 21-25.
4. Корнеев А.Ю., Мартынова Н.Б. Плужный рабочий орган для строительства мелиоративных каналов полуэллиптического профиля в зоне осушения. Вестник ФГБОУ ВПО МГАУ имени В.П. Горячкина. 2017. № 2 (78). С. 26-29.
5. Абдулмажидов Х.А. трехмерное моделирование элементов машин природообустройства в системе "AUTOCAD". Учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки 280100 / Х. А. Абдулмажидов; МСХ РФ ФГБОУ ВПО МГУП. - Москва, 2012.

УДК 631.01.020.05

СПОСОБ ПОДВОДНОЙ УКЛАДКИ ГАБИОННЫХ МАТОВ

Мартынова Наталья Борисовна, к.т.н., доцент кафедры мелиоративных и строительных машин РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Аннотация. Предложена конструкция рабочего оборудования для подводной укладки габионных матов в комплексе русловыправительных мероприятий для предотвращения размыва дна реки и защиты подводных переходов магистральных трубопроводов от возникающих в этой связи аварийных ситуаций.

Ключевые слова: подводный переход, габионный мат, размывающая скорость, русловыправительные мероприятия, роликовый конвейер, водолазные работы.

Русловые деформации возникают как в реках, так и в каналах в земляном русле. Со временем это может привести к переформированию русла рек, особенную опасность представляет состояние подводных объектов, в частности подводных переходов магистральных трубопроводов. Деформации русла могут привести к местному понижению донных отметок, что в свою очередь может привести к оголению, а в тяжелых случаях провисанию трубопроводов. Ремонтные работы в этом случае представляют