Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

Кафедра теории механизмов и машин и основ конструирования

ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МАШИН

МАТЕРИАЛЫ
СЕДЬМОЙ
УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

Под редакцией профессора Л.Т. Дворникова
и доцента И.А. Жукова

Новокузнецк
2013

УДК 621.01
О 75

О75 Основы проектирования машин: Материалы Седьмой учебно-методической конференции / Под ред. Л.Т. Дворникова и И.А. Жукова; Сиб. гос. индустр. ун-т. – Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2013. – 66 с.

Представлены результаты учебно-методической работы преподавателей кафедры теории механизмов и машин и основ конструирования, выполненные в 2012/2013 учебном году.

Рекомендации, приведенные в материалах сборника, могут быть полезными для преподавателей вузов по дисциплинам механических специальностей.

СОДЕРЖАНИЕ

Дворников Л.Т. Некоторые дополнения к универсальной структурной классификации механизмов 4

Гудимова Л.Н. Построение шарнирных кинематических цепей третьего семейства по числам выходов и замкнутых контуров цепи 13

Попугаев М.Г. Трехзвенные механизмы – простейшие в теории механизмов и машин 19

Демин В.М. Практические методы расчёта на сдвиг и смятие 26

Варнава А.В. Моделирование нагруженного состояния решетака шахтного скребкового конвейера в системе T-Flex «Анализ» 29

Мизин Ю.Г. Ручной привод грузоподъемных машин 33

Степанов А.В. О структурном синтезе механизмов и конвергенции в образовании 37

Жуков И.А. О новом направлении подготовки магистров при кафедре ТММ и ОК 151900.68 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» 44

Князев А.С. Интерактивное обучение с использованием мультимедийной техники 50

Стариков С.П. История развития строительной механики машин .. 56

Баклушина И.С. Опыт прохождения производственной практики студентами направления «Прикладная механика» за пределами СибГИУ 61

Куклин С.А. Музей науки, как инструмент образования 63

НЕКОТОРЫЕ ДОПОЛНЕНИЯ К УНИВЕРСАЛЬНОЙ СТРУКТУРНОЙ КЛАССИФИКАЦИИ МЕХАНИЗМОВ

Доктор технических наук, профессор

Дворников Л.Т.

В той или иной степени завершенности «Универсальная структурная классификация механизмов» была опубликована автором в работах [1-4]. Опыт общения с заинтересовавшимися новыми подходами к классификации механизмов показал, что кое-какие положения, определяющие принципы классификации, требуют дополнительного пояснения и даже уточнения. Так, при описании второго уровня классификации, а именно уровня, озаглавленного как «семейства механизмов» о подподсемействах и разрядах в [4], было записано буквально следующее:

«Отметим, что внутри подсемейств имеют место более частные отличия механизмов в виде подподсемейств и разрядов. Внутри подсемейств механизмы различаются по последовательности соединения звеньев в разные кинематические пары. В этом случае, общая схема механизма может быть создана в виде схемы с виртуальными парами по их числу, а введение на их место реальных пар соответствующих классов определит подподсемейства механизмов.

Однако это разделение подсемейств не окончательное. Реальные пары внутри выделенных классов p_k, определенных номером подсемейств, имеют принципиальные отличия по комплексу обеспечиваемых ими движений в декартовой системе координат, так пара p_3 может позволять движения *ВВВ*, *ВВП*, *ВПВ*, *ПВП* или *ППВ*. Такие различия уточняются введением еще одного подуровня семейств, а именно подуровня «разряды кинематических пар». Так как виды отличающихся пар и их количества в каждом классе вполне известны, разделения на разряды подподсемейств механизмов имеет логическую завершенность».

Для прямого, конкретного введения предложенных подуровней в реальную классификацию необходимо добавить следующие пояснения.

Что касается пяти семейств механизмов, то это деление вполне очевидное. Исходя из формулы (1) Добровольского В.В.

$$W_m = (6-m)n - (5-m)p_5 - (4-m)p_4 - (3-m)p_3 - (2-m)p_2 - (1-m)p_1, \quad (1)$$

где параметр m может получать целые положительные числа от нуля до четырех (0, 1, 2, 3 и 4) и введение этих значений m в (1), определяет семейства механизмов от нулевого ($m = 0$) до четвертого ($m = 4$). Понятия подсемейств, введенные автором настоящей работы, также предельно очевидны. Подсемейства четко различаются по составу используемых в них кинематических пар по классам. Если, например, в механизмах второго семейства

$$W_2 = 4n - 3p_5 - 2p_4 - p_3 \quad (2)$$

могут быть использованы кинематические пары пятого (p_5), четвертого (p_4) и третьего (p_3) классов, то, ставя условие их ненулевых значений, можно различить возможные ситуации, когда присутствует в цепях: (p_5, p_4, p_3), (p_5, p_4), (p_5, p_3), (p_4, p_3), (p_4), (p_3), т.е. семь отличающихся ситуаций, они и определяют подсемейства. В механизмах нулевого семейства их 31, первого семейства 15, третьего – три, а четвертого – одно.

Также очевидным является деление механизмов в подсемействах на пространства их функционирования. Если на механизмы, например второго семейства, наложены два общих условия связи, то пространства эти будут ущемлены невозможностью движения звеньев относительно осей декартовой системы координат различным образом, а именно исключением движений *ПП*, или *ПВ*, или *ВП*, или *ВВ* относительно разных осей координат.

Приведенные выше два абзаца из последней редакции универсальной классификации механизмов менее очевидны и требуют доработки. Это касается понятий подподсемейств и разрядов. Попытки найти простые и легкодоступные пояснения для них оказались невозможными по принципиальной причине. Дело в том, что, так как подходы к классификации механизмов исходят из условия варьирования лишь классами кинематических пар, то подуровни подсемейств и пространств являются завершающими, а то, что предполагалось автором заключить в понятии подподсемейств оказалось выходящим за пределы варьирования классами кинематических пар. Такое деление дополнительно определяется и видами используемых в цепях звеньев, т.е. является понятием более сложным. На этом основании в новой редакции универсальной

классификации механизмов уровень семейств закончим подуровнем пространств и перейдем к уровню видов механизмов.

Что касается видов механизмов, то это понятие простое – оно определяется сложностью используемого базисного звена τ-угольника цепи. Первый вид – это $\tau = 1$, второй вид $\tau = 2$, третий $\tau = 3$ и т.д. Понятие подвидов сложнее, но также легко пояснимо. Дело в том, что при заданном τ, например, $\tau = 4$, в составе механизмов могут использоваться звенья n_i, добавляющие в цепь по три кинематических пары (n_3), по две пары (n_2) и по одной паре (n_1). Такие звенья могут быть заранее предусмотрены в цепи, или заранее удалены из цепей. Какие именно звенья n_i могут добавляться в цепь, определяет подвиды механизмов. При принятом выше $\tau = 4$ (четвертый вид механизмов), возможны ситуации, когда в цепи присутствуют разные по сложности звенья n_i, а именно по системе (2) в [1]

$$p = 4 + 3n_3 + 2n_2 + n_1. \qquad (3)$$

Согласно этой записи, определяющей механизмы четвертого семейства, можно синтезировать цепи четырех подвидов, а именно первого подвида, когда в них обязательно присутствуют все отличающиеся по сложности звенья n_3 – добавляющие по три пары, n_2 – добавляющие по две пары, и n_i – добавляющие по одной паре.

Во втором подвиде не используются звенья n_2

$$p = 4 + 3n_3 + n_1,$$

в третьем подвиде не используются звенья n_3

$$p = 4 + 2n_2 + n,$$

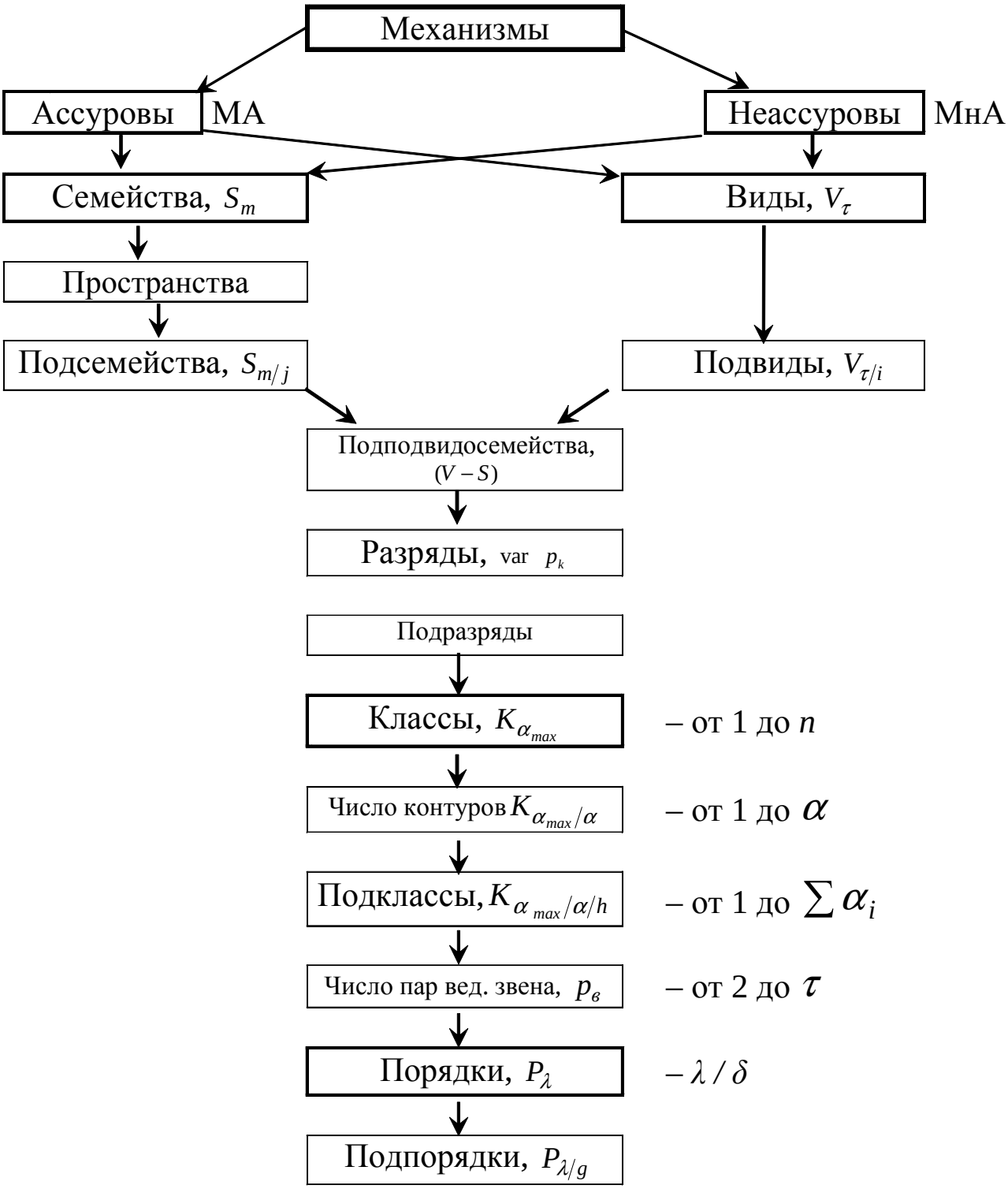
в четвертом подвиде не используются звенья n_3 и n_2

$$p = 4 + n_1,$$

т.е. понятие подвидов механизмов оказывается вполне прозрачное.

А теперь поставим задачу построить такие механизмы, которые будут отличаться друг от друга и по семействам, и по видам. Этот подуровень классификации назовем подуровнем подподвидосемейства. Может быть логически правильнее было бы их назвать подподсемействовиды, но это звучит грубо. Есть смысл подумать над этим подробнее, чтобы найти более приемлемое название, может быть просто – подподуровень классификации.

В связи с изложенным, в Таблицу 1 «Необходимые и достаточные критерии (уровни) классификации механизмов» введем изменения в следующем виде



Дадим полные пояснения, какие отличия механизмов заключаются в этом подподуровне. Легче всего это пояснить на конкретных примерах. Обратимся к механизмам второго семейства первого подсемейства и третьего вида первого подвида. Всего таких

механизмов 7 по подсемействам и бесконечно много по подвидам. Но по видам и подвидам их можно ограничить числом $\tau = 7$ (более сложных механизмов в реальной технике еще не создавалось и не использовалось). Принимая $\tau_{\max} = 7$ можно легко сосчитать все возможные виды и подвиды. Видов будет шесть ($\tau = 2, \tau = 3, \tau = 4, \tau = 5, \tau = 6$ и $\tau = 7$), а подвидов – при $\tau = 2$ – один, при $\tau = 3$ – два, при $\tau = 4$ – четыре, при $\tau = 5$ – восемь, при $\tau = 6$ – шестнадцать, при $\tau = 7$ – тридцать два, а всего шестьдесят три (63), т.е. вполне обозримо.

Так как выбранные для примера механизмы второго семейства первого подсемейства, которые описываются формулой подвижности

$$W_{2(1)} = 4n - 3p_5 - 2p_4 - p_3, \qquad (a)$$

относятся еще и к третьему виду ($\tau = 3$), первому подвиду, то к ним применима также универсальная структурная система

$$p = p_5 + p_4 + p_3 = 3 + 2n_2 + n_1, \qquad (в)$$

$$n = 1 + n_2 + n_1. \qquad (c)$$

Именно этими тремя формулами (*а*), (*в*) и (*с*) мы будем пользоваться, отыскивая подподвидосемейства механизмов.

Зададимся еще одним конкретным условием – будем искать все структуры механизмов с заданным числом подвижных звеньев, например, равным 8, т.е. при $n = 8$.

Подставив это значение *n* в (*а*) и задав $W_{2(1)} = 1$ получим

$$3p_5 + 2p_4 + p_3 = 31. \qquad (a')$$

Число 31 может быть обеспечено различными ненулевыми числами пар разных классов – p_5, p_4 и p_3, а именно

$$p_5 = 6, p_4 = 6, p_3 = 1, \qquad (1)$$

$$p_5 = 7, p_4 = 4, p_3 = 2, \qquad (2)$$

$$p_5 = 8, p_4 = 2, p_3 = 3. \qquad (3)$$

Поиск этих трех решений можно провести на основе следующих преобразований. При $n = 8$ из (*с*) найдем, что

$$n_2 + n_1 = 7 \text{ или } n_1 = 7 - n_2,$$

тогда из (*в*) получим

$$p_5 + p_4 + p_3 = 3 + 2n_2 + 7 - n_2 = 10 + n_2, \qquad (в')$$

откуда следует, что сумма пар ($p_5 + p_4 + p_3$) не может быть менее 10, что имеет место при $n_2 = 0$, и что не соответствует заданному условию $n_2 \neq 0$.

Выразим из (*в'*)

$$p_3 = 10 + n_2 - p_5 - p_4 \qquad (в'')$$

и, подставив это значение в (a'), получим

$$2p_5 + p_4 + n_2 = 21, \qquad (a'')$$

откуда

$$p_4 = 21 - 2p_5 - n_2.$$

Подставив далее это значение p_4 в ($в''$), найдем, что

$$p_3 = p_5 + 2n_2 - 11.$$

При $p_3 = 1$ (ненулевые значения всех пар p_i) получим

$$p_5 + 2n_2 = 12,$$

откуда

$$n_2 = \frac{12 - p_5}{2}.$$

Так как общее число пар согласно ($в'$) не может быть менее 10, то p_5 не может быть более 8 (при ненулевых значениях $p_3 = 1$ и $p_4 = 1$), а тогда из последней зависимости следует, что n_2 не может быть менее $n_2 = 2$.

Далее можно рассмотреть все возможные значения $n_2 > 2$, но мы ограничимся частным значением $n_2 = 3$. В этом случае по ($в'$)

$$p_5 + p_4 + p_3 = 13,$$

а по системе (a'), ($в'$), имеющей вид

$$\begin{cases} 3p_5 + 2p_4 + p_3 = 31, \\ p_5 + p_4 + p_3 = 13, \end{cases}$$

можно найти, что $p_4 = 18 - 2p_5$, а $p_3 = p_5 - 5$.

Из полученного следует, что p_5 не может иметь значений, менее 6, а это означает, что реальными значениями p_5 будут $p_5 = 6$, $p_5 = 7$ и $p_5 = 8$. Именно исходя из этих значений чисел пар p_5 найдены общие решения (1), (2) и (3).

Полученные три решения по их номерам: №1, №2 и №3 и определяют подподвидосемейства, т.е. являются механизмами первого, второго и третьего подподвидосемейств.

Чтобы структурно создать такие механизмы, воспользуемся их общей схемой, удовлетворяющей заданным условиям: $n=8, \tau=3, n_2=3$, но содержащей в своем составе виртуальные кинематические пары, т.е. пары в виде пустых квадратов (рисунок 1). Подподвидосемейства механизмов появятся тогда, когда на местах виртуальных пар будут расположены такие, которые соответствуют решениям №1, или №2, или №3. Пары p_5, p_4 и p_3 могут занимать позиции разных виртуальных пар от пары *I* до пары *XIII*, например так $I-p_5$, $II-p_4$, $III-p_5$, $IV-p_3$, $V-p_5$, $VI-p_4$, $VII-p_4$, $VII-p_5$, $IX-p_4$, $X-p_5$, $XI-p_3$, $XII-p_5$, $XIII-p_5$ – что соответствует второму решению по (2).

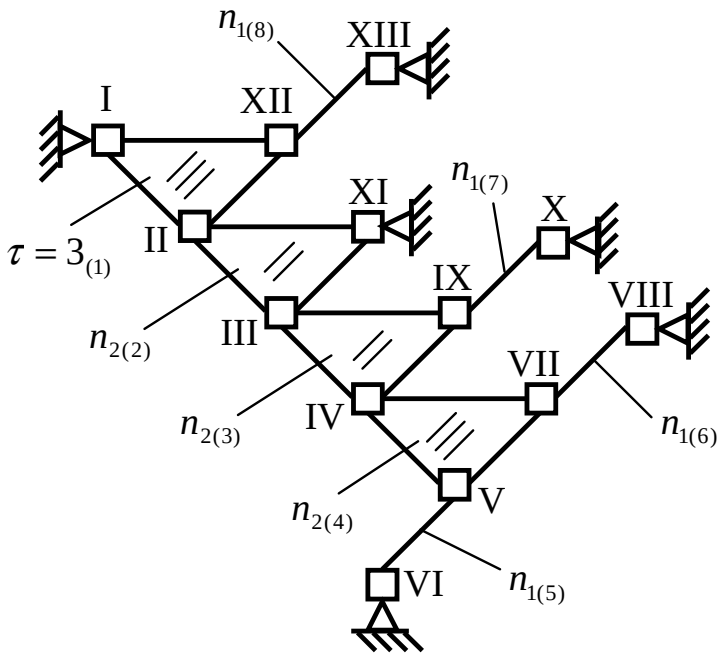


Рисунок 1 – Общая схема механизма

Теперь обратимся к разрядам подподвидосемейств. Рассмотрим их поиск на примере решения №1 ($p_5=6, p_4=6, p_3=1$). Необходимо все тринадцать пустых квадратов заменить шестью парами p_5, шестью парами p_4 и одной парой p_3. Таких вариантов может быть несколько и именно эти варианты определят разряды механизмов.

Количество возможных разрядов может быть определено по теории перестановок. Известно, что перестановками из n элементов называют соединения отличающиеся друг от друга только порядком входящих в них элементов. В рассматриваемом нами случае имеем 13 элементов – тринадцать виртуальных пар, общее число их перестановок $n!$ или 13!.

Они могут быть замещены шестью парами p_5, шестью парами p_4 и одной парой p_3, общее число таких перестановок будет равно

$$p_n = \frac{(p_5 + p_4 + p_3)!}{p_5!\, p_4!\, p_3!},$$

или для конкретно рассматриваемого случая

$$p_n = \frac{13!}{6!\, 6!\, 1!},$$

что дает 12012 вариантов перестановок.

Другие решения, а именно $(p_5 = 7, p_4 = 4, p_3 = 2)$ и $(p_5 = 8, p_4 = 2, p_3 = 3)$ дадут числа перестановок соответственно 25740 и 12866.

Среди этих перестановок могут появляться изоморфные (повторяющиеся) и неприемлемые с точки зрения их работоспособности схемы.

Эти задачи могут быть решены с использованием компьютерных программ, которые уже апробированы на практике, например, в работе [5].

После того как указанным методом будут найдены все разряды механизмов, потребуется рассмотреть возможные их подразряды.

Дело в том, что кинематические пары p_5, p_4 и p_3 (в рассматриваемом примере) могут иметь разное исполнение по относительному движению звеньев, а именно, пары p_3 могут быть вида *ВВВ*, *ПВП*, *ВПВ*, *ВПП*, *ПВВ*, пары p_4 могут быть вида *ВВ*, *ВП*, *ПВ*, пары p_5 могут быть вида *В* и *П*. Вполне реально найти все возможные сочетания окончательно выбранных кинематических пар. Например, применительно к рассматриваемому выше примеру можно принять конкретно для использования пары: *I – В*, *II – ВВ*, *III – П*, *IV – ВПВ*, *V – В*, *VI – ВП*, *VII – ПВ*, *VIII – В*, *IX – ВП*, *X – П*, *XI – ВВВ*, *XII – В*, *XIII – В*. Таких вариантов в практике может быть всего несколько. Если их указать по номерам в соответствии с выбранной логикой, то можно будет добавить как завершающий подуровень – подразряды механизмов.

Библиографический список

1. Дворников Л.Т. Обоснования единой универсальной классификации механизмов // Тезисы докладов Первого международного Джолдасбековского симпозиума (1-2 марта 2011г.). – Алматы: Казак университеті, 2011. – С. 45-46.
2. Дворников Л.Т. Обоснование принципов универсальной классификации механизмов // Современное машиностроение. Наука и образование: материалы Международной научно-практической конференции. 14-15 июня 2011 года, Санкт-Петербург. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011. – С. 186-198.
3. Дворников Л.Т. Основы всеобщей (универсальной) классификации механизмов // Теория механизмов и машин. – 2011. – № 2(18), Т. 9. – С. 18-29.
4. Дворников Л.Т. Универсальная структурная классификация механизмов // МашиноСтроение: Материалы XXI региональной научно-практической конференции по проблемам механики и машиностроения / Сиб. гос. индустр. ун-т. – Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2011. – № 21. – С. 4-37.
5. Дворников Л.Т. К вопросу о структурном синтезе зубчатых механизмов / Л.Т. Дворников, В.В. Дмитриев // МашиноСтроение: Материалы XXI региональной научно-практической конференции по проблемам механики и машиностроения / Сиб. гос. индустр. ун-т. – Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2011. – С. 74-90.

ПОСТРОЕНИЕ ШАРНИРНЫХ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ ТРЕТЬЕГО СЕМЕЙСТВА ПО ЧИСЛАМ ВЫХОДОВ И ЗАМКНУТЫХ КОНТУРОВ

Кандидат технических наук, доцент

Гудимова Л.Н.

К настоящему времени широко известны такие методы создания шарнирных механизмов, как метод Грюблера и метод Ассура. В Сибирском государственном индустриальном университете разработан метод синтеза структур кинематических цепей третьего семейства, основанный на универсальной структурной системе. При обосновании этого метода дополнительно к хорошо известным параметрам, характеризующим кинематическую цепь, таким как: число подвижных звеньев (n), число кинематических пар (p), подвижность (W), в [1] были определены, восемь новых параметров: а именно: τ – базисное звено (наиболее сложное звено в цепи по числу кинематических пар); γ – число ветвей цепи без изменяемых контуров; δ – число выходов цепи; α – число изменяемых замкнутых контуров цепи; α_i – сложность изменяемых замкнутых контуров; λ_c – суммарное число сторон цепи; $\lambda_н$ – число наружных сторон и $\lambda_в$ – число внутренних сторон цепи.

Напомним их, прежде чем приступить к изложению материала настоящей статьи. Обратимся к разветвлённой многозвенной открытой кинематической цепи, показанной на рисунке 1.

Эта цепь характеризуется следующими параметрами: общим числом звеньев вне зависимости от их сложности – n (их в цепи на рисунке 1 – 21), общим числом кинематических пар вне зависимости от их класса – p (их в цепи 31, наиболее сложным базисным звеном цепи с числом пар τ, т.е. τ – угольником, (на рисунке 1 оно – пятиугольное).

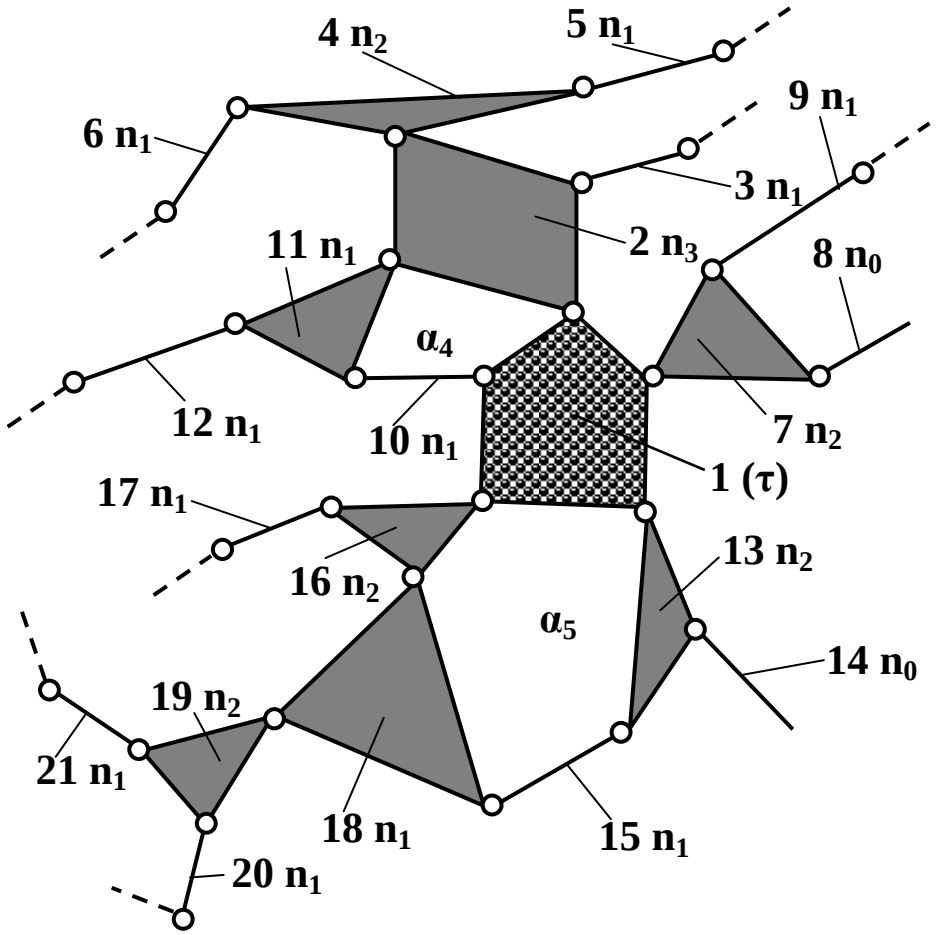


Рисунок 1 – Разветвлённая многозвенная открытая кинематическая цепь

Присоединение к базисному звену других звеньев приводит к ветвлению цепи, число ветвей цепи обозначено через γ. Ветви, которые прирастают звеньями, могут заканчиваться свободными парами, эти свободные пары определяют число выходов цепи – δ, на рисунке 1 δ=8. Звенья в цепи могут образовывать замкнутые изменяемые контуры числом α. В приведённой цепи α = 2. Замкнутые изменяемые контуры могут быть различной сложности по числу образующих их звеньев – α_i, в описываемой цепи показаны контуры α_5 и α_4. Некоторые из ветвей заканчиваются звеньями, которые не добавляют в цепь кинематических пар. Такие звенья обозначены как n_0.

Любая кинематическая цепь состоит из звеньев различной сложности, но каждое из них добавляет в кинематическую цепь определенное число кинематических пар n_i. Так, например, четырехпарное звено 2, добавляет в цепь три кинематических пары, трехпарное звено 18 одну пару, а трехпарное звено 19 – две пары.

Каждое из звеньев определяется числом сторон – двухпарные, например звено 6 – двумя сторонами; трёхпарные, например звено 4 – тремя сторонами; четырёхпарные, например звено 2 – четырьмя сторонами; пятипарные, в рассматриваемой цепи это звено 1 – пятью сторонами и т.д. Звено n_0 определяется одной стороной, т.к. номер стороны определяется кинематическими парами в начале и в конце сторон. Общее суммарное число сторон цепи λ_c легко представить суммой чисел внутренних $\lambda_в$ (внутри замкнутых изменяемых контуров) и наружных $\lambda_н$ сторон. Наружные стороны в открытых кинематических цепях распределяются между выходами цепи $\lambda_н / \delta$.

Структура механизма является основой для создания любой реальной конструкции машины. Синтез структурных схем - это первый этап проектирования машин, поэтому разработка новых приемов и методов их построения является одной из основных задач современного научного направления теории механизмов и машин.

В этой работе излагается метод синтеза структур шарнирных механизмов третьего семейства по замкнутому изменяемому контуру (α) и числу выходов (δ).

Воспользуемся для решения поставленной задачи зависимостью между числом ветвей цепи, числом кинематических пар и числом звеньев [2]. Формула (1) справедлива, если структурная схема механизма не имеет замкнутого изменяемого контура

$$\gamma = p - (n-1). \qquad (1)$$

При наличие в структуре механизма замкнутого изменяемого контура между параметрами γ, α и δ установлена зависимость

$$\gamma = \alpha + \delta. \qquad (2)$$

Приравняем правые части формул (1) и (2) и выразим число кинематических пар цепи

$$p_5 = \alpha + \delta + (n-1). \qquad (3)$$

Теперь сформулируем задачу так: найти структурные схемы механизмов по заданным параметрам δ и α, учитывая при этом, что подвижность плоских механизмов определяется формулой П.Л.Чебышева

$$W = 3n - 2p_5 = 1. \qquad (4)$$

Подставим формулу (3) в (4) и получим

$$n = 2\alpha + 2\delta - 1. \qquad (5)$$

Выразим из уравнения (5) число выходов механизма

$$\delta = \frac{n+1}{2} - \alpha. \qquad (6)$$

Прежде чем приступить к решению поставленной задачи приведем несколько дополнительных взаимозависимостей между параметрами, характеризующими структуру механизма, а именно, максимальное значение базисного звена

$$\tau_{\max} = \frac{n+1}{2},$$

суммарное число сторон

$$\lambda_{ск} = 3n - 1 - \delta,$$

число внутренних сторон

$$\lambda_{в} = \sum_{i=4}^{n_{\max}} i \cdot \alpha_i,$$

где i – число сторон контура; α_i – число контуров;

$n_{\max}$ – число сторон наиболее сложного изменяемого контура цепи,

число наружных сторон

$$\lambda_{н} = \lambda_{ск} - \lambda_{в}.$$

Теперь сформулируем задачу так: синтезируем механизм при условии, когда $\delta = 2$, $W = 1$, число подвижных звеньев $n = 5$. В этом случае число кинематических пар, определенное из формулы подвижности Чебышёва $p_5 = 7$. Базисное звено $\tau_{\max} = 3$. При заданном значении числа выходов, число замкнутых контуров по (6) $\alpha = 1$. При сложности четырехугольного замкнутого контура (α_4), число внутренних сторон $\lambda_{в} = 4$, суммарное число сторон $\lambda_{ск} = 12$, тогда число наружных сторон $\lambda_{н} = 8$. При этих условиях получается две структурных схемы шестизвенного механизма, они приведены на рисунке 1, a, b. В работе [1] было показано, что сложность изменяемого контура в любой кинематической цепи находится в пределах $\alpha_4 \le \alpha_i \le \alpha_n$. Следовательно, структурная схема механизма при заданных условиях может содержать пятиугольный замкнутый контур α_5. В этом случае $\lambda_{в} = 5$, а $\lambda_{н} = 7$. Структура механизма с такими параметрами приведена на рисунке 1, c.

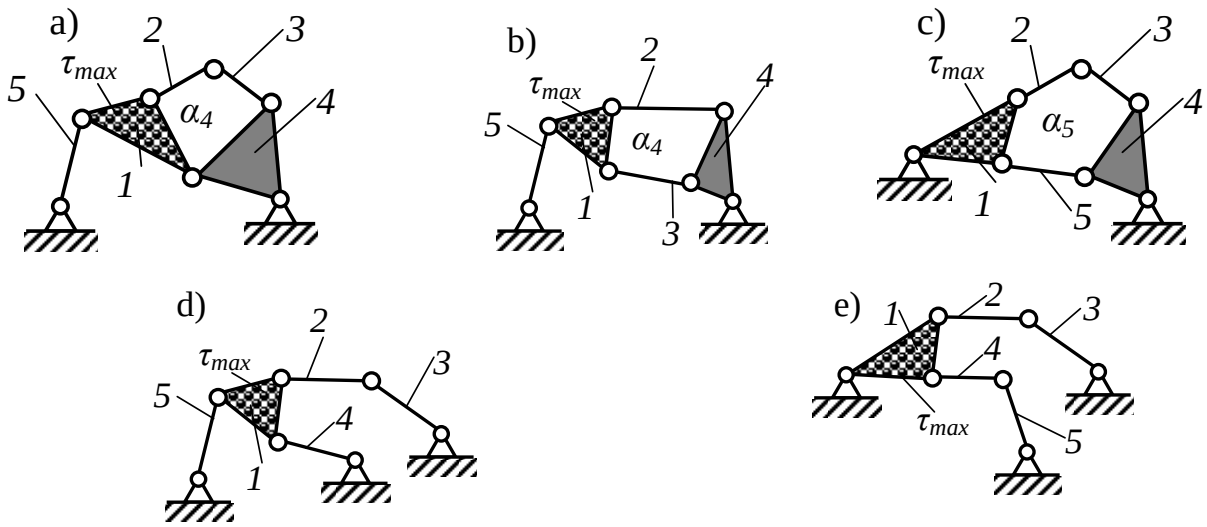


Рисунок 1 – Структуры шестизвенных механизмов

В работе [1] показано, что минимальное число замкнутых контуров определяется

$$\alpha_{(\min)} = (\tau - 3) + (\tau - 4)n_{\tau-1} + ... + (i-3)n_i + ... + n_4. \qquad (7)$$

Из формулы (7) видно, что при значении $\tau = 3$ существует структура механизма без замкнутого контура.

Следовательно, при отсутствии в шестизвенном механизме изменяемого замкнутого контура, число выходов по формуле (6) δ = 3. Число внутренних сторон $\lambda_в = 0$, тогда число наружных сторон, т.е. $\lambda_н = \lambda_{ск} = 3 \cdot 5 - 1 - 3 = 11$. На рисунке 1, d, e показаны две структуры синтезируемого механизма соответствующие полученным параметрам. При построении структур шестизвенных механизмов, изображенных на рисунках 1, b и e использовался критерий отличия, подробно описанный в работе [1]. Этот критерий позволяет находить все многообразие распределений наружного числа сторон между выходами. Поясним это на примере полученных структур шестизвенного механизма. В случае, когда структура механизма содержит замкнутый контур α_4, число наружных сторон $\lambda_н = 8$, распределить такое число сторон можно как 3 – 5 (рисунок 1, a) и 4 – 4 (рисунок 1, b). При отсутствии в цепи изменяемого замкнутого контура, между тремя выходами (δ = 3) распределение $\lambda_н = 11$ представится как 3 – 4 – 4 и 3 – 5 – 3. Необходимо отметить, что разделение $\lambda_н$ должно производиться в ряд цифр, начиная с цифры три, т.к. вполне подвижной системой является такая система, в

которой между выходами находится не менее трех сторон звеньев (примером чему служит известный четырехзвенник). Шестизвенный механизм с контуром α_5 и числом наружных сторон $\lambda_н = 7$ имеет одно разделение 3 – 4.

Таким образом, используя зависимость между критериями, приведенными в работе [3] можно найти все многообразие структур механизмов с одинаковыми числами α и δ.

Библиографический список

1. Дворников Л.Т. Задача о поиске многообразия восьмизвенных плоских шарнирных групп Ассура / Л.Т. Дворников, Л.Н. Гудимова // Теория механизмов и машин. – 2008. – №1(11), Т. 6. – С. 15-29.
2. Дворников Л.Т., Гудимова Л.Н. Обоснование взаимозависимостей между параметрами, определяющими структуру плоских шарнирных кинематических цепей / Л.Т. Дворников, Л.Н. Гудимова // Вестник КузГТУ. – 2009. – №1. – С. 44-47.
3. Дворников Л.Т. Методика структурного синтеза полного состава плоских механизмов по заданным условиям // Материалы двенадцатой научно-практической конференции по проблемам механики и машиностроения. – Новокузнецк: СибГИУ, 2002. – С. 3-27.

ТРЕХЗВЕННЫЕ МЕХАНИЗМЫ – ПРОСТЕЙШИЕ В ТЕОРИИ МЕХАНИЗМОВ И МАШИН

Кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры управления качеством и документоведения

Попугаев М.Г.

Греческая цивилизация, сменившая на исторической сцене Египет и Вавилон, является яркой и удивительной страницей в истории человечества. Греки восприняли накопленные до них знания, и с тех пор летопись становления и развития науки не прерывалась.

Греческие ученые и философы открыли свою собственную, неповторимую страницу истории науки. Их достижения в математике, геометрии, механике и некоторых других областях имели огромное значение.

Эллинский период развития науки Древней Греции принес большие достижения в области механики. Среди ученых-механиков этого времени особую, заслуженную известность приобрел Архимед.

Первые работы Архимеда («Квадратура параболы», «О шаре и цилиндре», «О спиралях»), были посвящены механике. «После Платона, – сообщает Плутарх, – механика, изгнанная из геометрии, отделилась от нее и долгое время находилась в пренебрежении у теоретической науки, став лишь одной из вспомогательных практических отраслей военного искусства» [1].

Как замечает Ньютон: «Древние … устанавливали между механикой и геометрией то различие, что все точное относили к последней, все менее точное – к первой» [1].

В древности механика делилась на следующие разделы:

1. Искусство изготовления машин, частью которого является искусство изготовления военных машин.

2. Изготовление сфер, т.е. глобусов и моделей, изображавших движение небесных тел.

3. Искусство изготовления механических игрушек.

4. Теория центров тяжести, рычага, параллелограмма сил и т.д.

Название «механика» произошло от греческого «μηχανική (подразумевается τέχνη)» – механическое искусство. Само слово μηχανή – машина – первоначально обозначало подъемную машину, употреблявшуюся в театрах. Таким образом, «механическое

искусство» родилось на сцене: в обществе, основанном на рабском труде, не было и не могло быть никаких экономических стимулов для развития машиностроения. Что же касается специально театра, то нужно отметить, что в то же самое время, театр дал толчок к развитию еще одной математической науки, а именно геометрической оптики [2].

Одним из ранних произведений Архимеда было какое-то (не дошедшее до нас) сочинение по механике, точное название которого неизвестно, то ли это «о равноплечих рычагах», то ли просто «механика». Этим сочинением не мог быть дошедший до нас трактат «О равновесии плоских фигур», так как он не соответствует тем ссылкам, которые содержатся в трудах Герона, Паппа и самого Архимеда, и не содержат самого главного – определения центра тяжести, которое Архимед, очевидно, считал в то время уже вполне известным [2].

Архимед проверяет и создает теорию пяти механизмов, известных в его время и именуемых «простые механизмы». Это — рычаг («Дай мне, где стать — говорил Архимед, — и я сдвину Землю» [3]), клин, блок, бесконечный винт и лебедка.

Стержневым понятием всей статики Архимеда является понятие о центре тяжести, которое по всем данным самим Архимедом и было установлено. У Папа архимедово определение центра тяжести читается так:

«Центром тяжести каждого тела является некоторая расположенная внутри него точка – такая, что если за нее мысленно подвесить груз, то он останется в покое и сохранит первоначальное положение» [2].

Работы Архимеда в области строительной механики не были единственными плодами его технических занятий; Архимеду приписывается целый ряд механических изобретений. Правда, подробный список их, составленный его соотечественником историком Диодором Сицилийским, к сожалению, до нас не дошел, так что историкам приходится собирать у античных писателей сохранившиеся отрывки этого списка.

На первом месте среди этих изобретений следует поставить архимедов винт или кохлею (улитку). Вот тексты, касающиеся этого прибора.

Об употреблении его в Египте говорит историк Диодор:

«Нил после разливов наносит на поля новые количества ила, и обитатели легко могут орошить все поле при помощи изобретенной Архимедом Сиракузским машины, которая по причине своей формы, носит название улитки» [2].

Об употреблении его в Испании тот же Диодор сообщает:

«Горнорабочие встречаются иногда с подземными реками, быстрое течение которых они уменьшают, отводя их в наклонные рвы, и неутолимая жажда золота заставляет их доводить до конца свои предприятия. Самое удивительное заключается в том, что они могут целиком вывести всю воду при помощи египетских винтов, которые изобрел Архимед Сиракузский во время своего пребывания в Египте…» [2].

Некоторые авторы оспаривают авторство Архимеда, однако в этом случае можно поверить Диодору, по-видимому, специально занимавшемуся изобретениями своего великого земляка.

Иначе обстоит дело с изобретением Архимедом винта. Его изобретение приписывает Архимеду тот же Атеней, о том же говорит византийский автор XII века, известный комментатор Гомера, Евстафий, епископ Фессалоникийский:

«Архимед считается первым изобретателем винта, причем эта машина доставила ему большую славу» [2].

Однако эти свидетельства не могут считаться доказательными по следующим причинам:

1. Рассказ Атенея является второй версией известного рассказа Плутарха, с той только разницей, что у Плутарха в качестве машины упоминается полиспаст, что более вероятно.

2. Свидетельство Евстафия сомнительно и в том отношении, что греческое слово «винт» употребляется и для обозначения и винтовой линии, и спирали (о которой Архимед действительно писал), так что смешение в этом случае вполне вероятно.

Плутарх говорит, что работы Архимеда в области механики, и в особенности гидростатики, задачи, которые он себе при этом ставил, обстоятельства, которые его к этому привели, свидетельствуют, что это был человек с совершенно иными умонастроениями, нежели Евклид и его ближайшие ученики. Он несомненно имел живой и глубокий интерес к прикладным дисциплинам: без такого интереса не было бы возможно и то творчество, которое он в этих дисциплинах

проявил. Архимед именно в механике черпал даже средства для доказательства чисто геометрических предположений [3].

Таким образом, простейшими механизмами, появившиеся во время Архимеда, называли устройства, служащие для преобразования силы. В большинстве случаев простые механизмы применяли для того, чтобы получить выигрыш в силе, то есть увеличить силу, действующую на тело, в несколько раз.

Рассмотрим с учетом формулы Малышева (1) вопрос о существовании наиболее простых по числу звеньев механизмов ($W = 1$).

Формула Малышева А.П. для самоустанавливающихся пространственных кинематических цепей, выведенная им в 1923г. [4], была записана в виде

$$6(n_в - 1) - 5p_5 - 4p_4 - 3p_3 - 2p_2 - p_1 = W, \qquad (1)$$

где под $n_в$ понималось общее число звеньев рассматриваемой системы, включая неподвижное звено (стойку), через p_5, p_4, p_3, p_2, p_1, обозначались кинематические пары пятого (одноподвижные), четвертого (двухподвижные), третьего (трехподвижные), второго (четырехподвижные) и первого (пятиподвижные) классов, а W – определяло подвижность цепи (Малышев обозначал этот параметр буквой q).

Под механизмом будем понимать такую кинематическую цепь, в которой присутствуют входное и выходное звенья (т.е. механизм является цепью, замкнутой на стойку) и которая обладает определенностью движения [5].

Если в (1) подставить $n_в = 1$, то первый член уравнения обратится в нуль и тогда получим

$$5p_5 + 4p_4 + 3p_3 + 2p_2 + p_1 = -1.$$

Удовлетворить этому условию невозможно, т.к. числа кинематических пар всех классов могут быть лишь целыми и положительными. Таким образом, однозвенные по Малышеву А.П. механизмы созданы быть не могут.

Обратимся к случаю когда $n_в = 2$. При этом из (1) получим

$$5p_5 + 4p_4 + 3p_3 + 2p_2 + p_1 = 6 - W, \qquad (2)$$

откуда следует, что подвижность цепи W может принимать значения от 0 до 6.

При $W = 0$ в результате решения (2) можно найти 9 соединений: три двухпарных ($p_5 = 1, p_1 = 1; p_4 = 1, p_2 = 1; p_3 = 2$); два трехпарных ($p_4 = 1,\ p_1 = 2;\ p_3 = 1,\ p_2 = 1,\ p_1 = 1$) два четырехпарных ($p_3 = 1,\ p_1 = 3;\ p_2 = 2,\ p_1 = 2$) одно пятипарное ($p_2 = 1, p_1 = 4$) и одно шестипарное $p_1 = 6$. Все эти соединения являются неподвижными соединениями звена со стойкой, а потому могут применяться в технике по назначению, т.е. при неподвижном соединении деталей машин.

Зададимся значением $W = 1$ и получим $5p_5+4p_4+3p_3+2p_2+p_1=5$.

Это уравнение имеет семь целочисленных положительных решений, а именно $p_5 = 1;\ p_4 = 1,\ p_1 = 1;\ p_3 = 1,\ p_1 = 2;\ p_3 = 1,\ p_2 = 1;\ p_2 = 2,\ p_1 = 1;\ p_2 = 1,\ p_1 = 3;\ p_1 = 5$.

Во всех перечисленных случаях речь может идти о соединении двух звеньев, одно из которых является неподвижным, т.е. стойкой. Все соединения имеют лишь входное (относительно стойки) подвижное звено, а потому они не являются механизмами.

Подвижное соединение двух звеньев называют кинематической парой. Таким образом, все семь полученных решений описывают двухзвенные кинематические цепи, являющиеся одноподвижными кинематическими парами от одноконтактной до пятиконтактной.

Отметим, что через одноконтактные одноподвижные кинематические пары p_5 могут создаваться входные звенья механизмов, которые Ассур Л.В. относил к простейшим механизмам I класса и различал два их вида вращательный (кривошип) и поступательный (ползун).

Таким образом, создать двухзвенные механизмы, удовлетворяющие условию замкнутости кинематической цепи, невозможно.

Если задаться значением $W = 2$ то из уравнения (2) получим 5 решений, согласно которым могут быть образованы двухподвижные кинематические пары: одна одноконтактная ($p_4 = 1$), две двухконтактные ($p_3 = 1,\ p_1 = 1;\ p_2 = 2$) и по одной трех и четырехконтактные пары ($p_2 = 1,\ p_1 = 2$ и $p_1 = 4$).

При $W = 3$ уравнение (1.1.2) имеет три решения, которые описывают трехподвижные кинематические пары от одноконтактной до трехконтактной, а именно: $p_3 = 1;\ p_2 = 1, p_1 = 1$ и $p_1 = 3$.

При $W = 4$ уравнение (2) дает два решения, описывающие четырехподвижные кинематические пары – одноконтактную ($p_2 = 1$) и двухконтактную ($p_1 = 2$), а при $W = 5$ из уравнения (2) находится одно решение, описывающее пятиподвижную кинематическую пару ($p_1 = 1$).

В случае, когда принимаемся $W = 6$, правая часть уравнения (2) обращается в нуль, т.е. двухзвенных цепей с такой подвижностью создать невозможно. При $W = 7$ и выше из (2) нельзя получить целочисленных положительных решений.

При задании W отрицательных значений от -1 и менее, получаемые соединения окажутся неподвижными и статически неопределимыми.

Все рассмотренные цепи не могут быть замкнуты в этом случае на стойку, т.е. механизмами не являются.

Зададимся теперь $n_в = 3$. Из (1), в этом случае, получим

$$5p_5+4p_4+3p_3+2p_2+p_1=12-W\,. \qquad (3)$$

Три звена, одно из которых неподвижное, при условии относительной подвижности двух других и при минимальном числе кинематических пар p можно соединить одним из двух способов, (рисунок 1,a,b), а именно, в две и в три кинематические пары.

По первому способу (рисунок 1,a) образовываются разомкнутые кинематические цепи. Назовем их трехзвенными кинематическими соединениями (трекс).

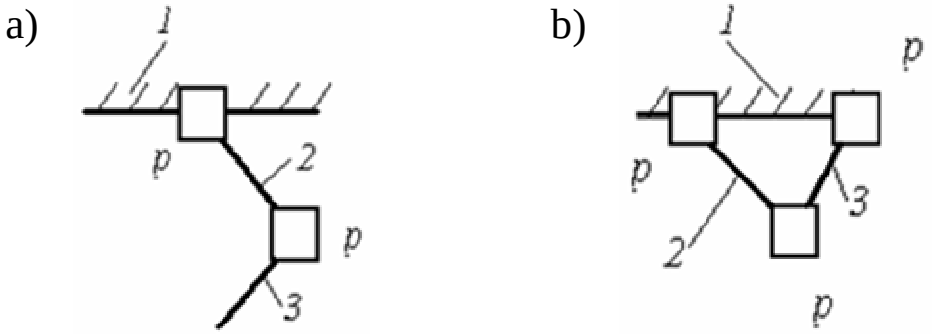


Рисунок 1 – Возможные соединения трех звеньев, одно из которых неподвижно

Задаваясь разными по классам парами можно создавать также трексы с W от 3 до 9. На рисунке 2 показаны трексы с шестью (p_3, p_2, p_1) и семью ($2p_2$, p_1) подвижностями. На эти трехзвенные соединения получены патенты РФ. [6,7]

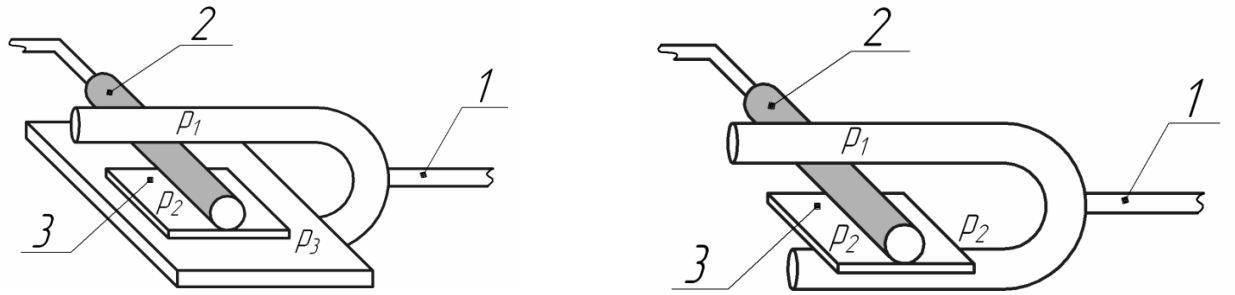


Рисунок 2 – Трехзвенные кинематические соединения

Отметим, что трексы не являются механизмами, т.к. эти цепи не замкнуты на стойку.

Второй способ соединения трех звеньев – в три кинематические пары (рисунок 1,b), позволяет получать замкнутую на стойку цепь, обладающую определенным движение, т.е. механизмы.

На этом основании сделаем важный вывод – простейший по числу звеньев механизм, является трехзвенный.

Библиографический список

1. Лурье С.Я. Архимед. – Академия наук СССР, 1945. – 136 с.
2. Архимед. Сочинения. – М.: Физматгиз, 1962. – 640 с.
3. Каган В.Ф. Архимед. Краткий очерк о жизни и творчестве. – М-Л.: Госиздат Технико-теоретической литературы, 1949. – 54 с.
4. Малышев А.П. Анализ и синтез механизмов с точки зрения их структуры. – Томск: Известия Томского техн. инст, 1923. – 80 с.
5. Попугаев М.Г. К вопросу о структурном синтезе трехзвенных механизмов / М.Г. Попугаев, Л.Т. Дворников // МашиноСтроение: Материалы девятнадцатой научно-практической конференции по проблемам механики и машиностроения. – Новокузнецк: СибГИУ, 2009. – С. 42-52.
6. Пат. 2332600 РФ, МПК6 F16H 25/00, F16H 21/02, F16S 5/00. Трехзвенное кинематическое соединение (Трекс) с шестью относительными движениями / Дворников Л.Т., Попугаев М.Г. – №2007108182/11; приоритет от 05.03.2007; опубл. 27.08.2008, Бюл. №24.
7. Пат. 2375619 РФ, МПК6 F16H 25/00, F16S 5/00. Трехзвенное кинематическое соединение (Трекс) с семью относительными движениями / Дворников Л.Т., Попугаев М.Г. – №2008139756/11; приоритет от 06.10.2008; опубл. 10.12.2009, Бюл. №34.

ПРАКТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ РАСЧЕТА НА СДВИГ И СМЯТИЕ

Кандидат химических наук, доцент
Дёмин В.М.

Раздел прикладной механики, в котором рассматриваются расчеты на сдвиг и смятие, предоставляет широкие возможности по решению простых и в то же время разнообразных комплексных задач, развивающих мышление и помогающих осознать весь пройденный перед этим материал. В одной задаче производится проверка на действие продольной силы по ослабленному сечению, расчет на действие перерезывающей силы, на смятие по площадкам соприкосновения соединяемых элементов. При этом студент должен найти опасное сечение, подсчитать число и размеры площадок, через которые передаются перерезывающие и сминающие силы. При всем разнообразии решаемых задач сохраняются единая методика и схема решения, одинаковое построение расчетных формул, основанное на предположении равномерного распределения напряжений по сечению.

Задание комплексных задач, включающих расчеты на сдвиг, смятие и действие продольной силы, позволяет проверить подготовленность студентов, поэтому полезна постановка таких задач в качестве контрольных. Определение перемещений, вызванных деформациями сдвига, обычно не производится из-за малой их величины, поэтому для повторения пройденного материала может быть поставлено дополнительное требование определения удлинения рассчитываемого элемента. При этом обращает на себя внимания новая особенность расчета: перемещения определяются по площади брутто, тогда как на прочность тот же элемент рассчитывается по площади нетто. Польза от решения таких задач таких состоит в том, что студенты быстро убеждаются в необходимости понимания сущности явлений и невозможности их решения по готовым формулам или шпаргалкам.

Сварные швы, болты, штифты, шпонки, деревянные врубки и другие детали рассчитываются на срез, скалывание и смятия по средним напряжениям. Изучение этого раздела в курсе «Прикладная механика» безусловно полезно, так дает возможность решения большого числа разнообразных задач, включающих определение не

только нормальных, но и касательных напряжений, и позволяет хорошо закрепить в сознании студентов понятие об этих двух видах напряжений. Необходимо указать на те допущения, которые применяются при практических расчетах на срез: 1) действие иных факторов, кроме перерезывающей силы не учитывается; 2) напряжения условно полагают равномерно распределенными по площади сечения, хотя это не полностью соответствует действительности; 3) в тех случаях, когда соединение осуществлено несколькими заклепками, болтами или другими одинаковыми деталями, предполагается, что усилия между ними распределено поровну.

Объяснение расчета на срез и на смятие удобно вести на примере расчета заклепочного соединения. Вначале рассматривается стык полосы внахлестку. В этом случае легко показать, что возникающая в соединении пара сил уравновешивается парой, создающей давление на края заклепок. Поскольку это давление сжимает соединяемые элементы, между ними увеличивается сила трения, чем улучшается работа стыка, Поэтому ухудшение условий работы заклепок вследствие их изгиба обычно не учитывается.

Расчет заклепок на срез и смятие желательно вести по одной схеме, в том порядке, как ведется любой расчет на прочность. Если нужно определить необходимое число заклепок из условия среза или смятия, следует написать соответствующее условие прочности, заключающееся в том, что напряжение, равное расчетному усилию, деленному на площадь сечения, должно быть меньше или равно допускаемому напряжению. Отсюда путем простого алгебраического преобразования находится необходимая площадь среза или смятия. Определив площадь среза или смятия, и разделив необходимую площадь на площадь одной заклепки, находят требуемое число заклепок.

При всей простоте заклепочного соединения опыт показывает, что работа его бывает понятно далеко не каждому студенту. Поэтому кроме рисунков полезно показать студенту э то на макете. Даже работа такого соединения, как стыка полосы с двумя накладками, оказывается понятной не всем студентам. В этом легко убедиться, если определив нужное число заклепок, спросить, требуется ли полученное число заклепок на весь стык или на одну его половину.

Следует указать на то, что смятие происходит по поверхности соприкасающихся элементов, поэтому понятие «напряжение» в смысле интенсивности внутренних сил в данном случае условно. Этим и объясняются высокие расчетные сопротивления на смятие, установленные нормами проектирования. На смятие должна рассчитываться та деталь, которая в месте соприкосновения имеет наименьшее расчетное сопротивление, так как оба соприкасающихся элемента находятся в равных условиях. Поэтому не следует применять выражение «расчет болтов (или заклепок) на смятие», так как рассчитывается не болт и не заклепка, а соединение, проверяется возможность смятия в месте соприкосновения соединяемых элементов.

Лобовые и фланговые швы объединяются под общим названием угловых швов.

В некоторых учебниках вместо высоты шва указывается толщина привариваемого элемента, это неправильно, хотя высота шва не может приниматься больше наименьшей толщины из свариваемых элементов, назначается чаще меньше этой толщины, поэтому в расчет должна вводиться не толщина элемента, а высота шва.

Предлагаемые студентам задачи должны соответствовать техническим требованиям. Во многих учебниках можно видеть одновременное применение лобовых и фланговых швов, что не допускается, так как лобовой шов располагается в одном сечении, и поэтому оказывается более жестким и воспринимает большее усилие.

МОДЕЛИРОВАНИЕ НАГРУЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ РЕШТАКА ШАХТНОГО СКРЕБКОВОГО КОНВЕЙЕРА В СИСТЕМЕ T-FLEX «АНАЛИЗ»

Аспирант

Варнава А.В.

T-Flex «Анализ» – это интегрированная с T-Flex CAD среда конечно-элементных расчётов. Используя T-FLEX Анализ возможно осуществлять математическое моделирование распространённых физических явлений и решать важные практические задачи, возникающие в повседневной практике проектирования.

Для задач анализа напряженно-деформированного состояния в системе T-Flex предусмотрен набор специализированных команд задания нагружений: сила, давление, вращение, ускорение, цилиндрическая нагрузка и крутящий момент. Нагрузки применяются к геометрическим объектам модели и полностью ассоциативны, т.е. способны автоматически перестраиваться при топологических изменениях модели.

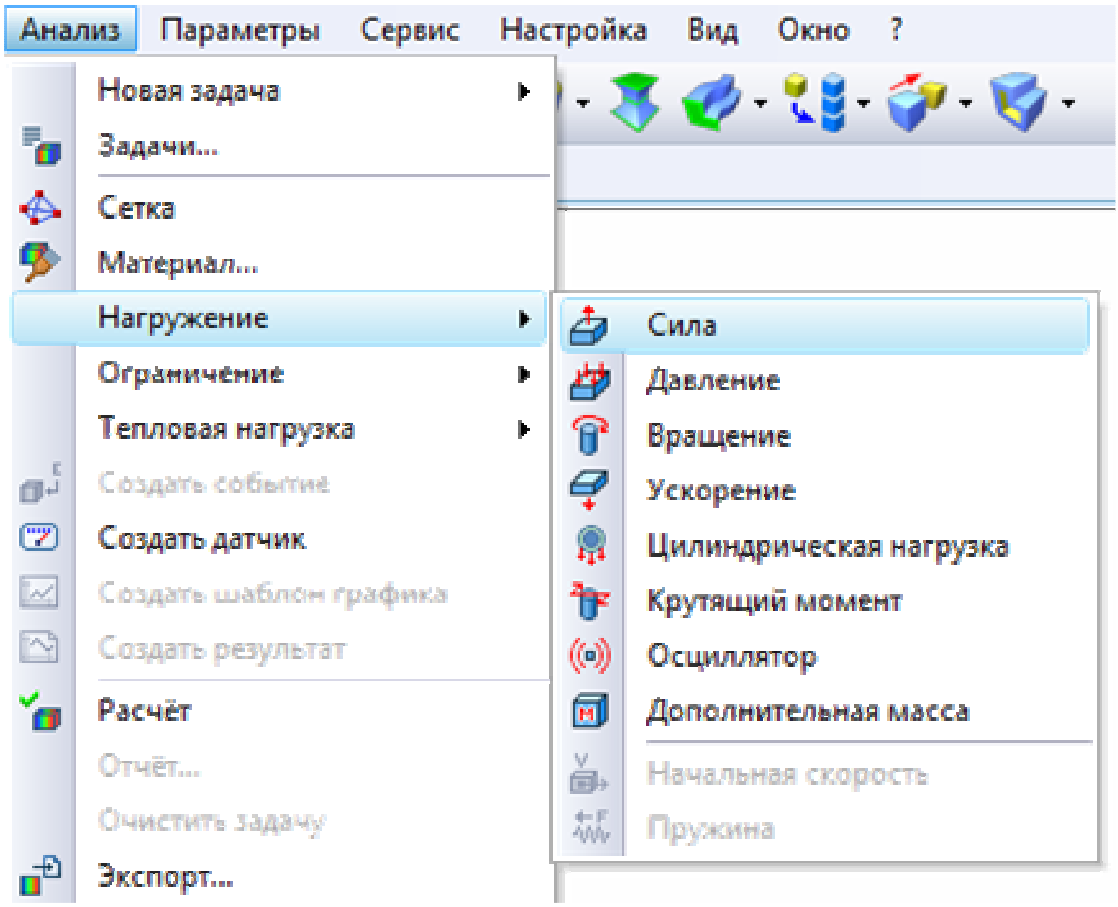


Рисунок 1 – Задание нагружений

Рассмотрим более подробно процесс задания нагрузки, на примере падающего угля на решетчный став скребкового конвейера. В данном случае нагружение представлено в виде «Силы».

Сила представляет собой вид нагружения, применяющийся для задания сосредоточенных или распределенных нагрузок. В качестве места приложения силы можно использовать вершины, ребра или грани тела. В данном случае, сила прикладывается к грани. Условное изображение силы рисуется в виде стрелки в направлении действия силы.

При определении силы как суммарной величины неравномерно распределённой нагрузки, кроме числового значения, единиц измерения и направления её действия необходимо задать качественный закон распределения, в соответствии с которым заданная величина нагружения будет распределена по площади грани.

Нагрузка от падающего разрушаемого угля на решетчный став скребкового конвейера определяется через угол естественного откоса, который для угля составляет 44°.

Масса падающего на решетак угля определяется по формуле

$$m_y = \rho_y l_p \left(b_p h_p + \frac{b_p^{\,2}}{4} tg\,44° \right),$$

где ρ_y – плотность угля; l_P – длина решетака; b_p – ширина желоба решетака; h_p – высота желоба решетака.

Таким образом, нагрузка от падающего угля составляет

$$F_3 = m_y \cdot g\,.$$

Нагрузка от угля задается в виде неравномерно распределенной силы по вышеописанному алгоритму, при этом значения силы рассчитываются в соответствии с рисунком 2.

На прямоугольнике, описывающем грань, выбранную в качестве места приложения неравномерной нагрузки, строится сетка узлов. Густота сетки определяется числом строк и столбцов таблицы распределения. В ячейках таблицы указывается значение функции в соответствующем узле сетки.

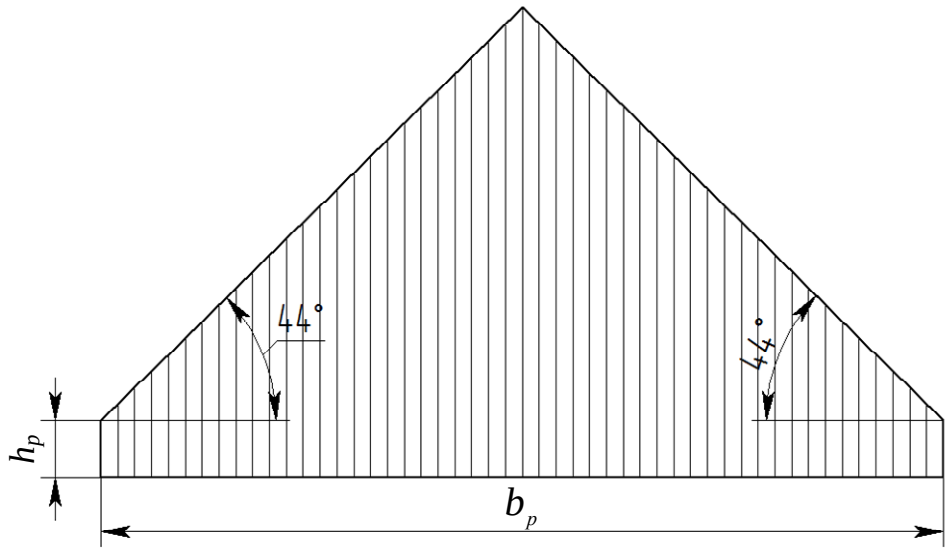


Рисунок 2 – Нагрузка на решетак от падающего угля в поперечном сечении

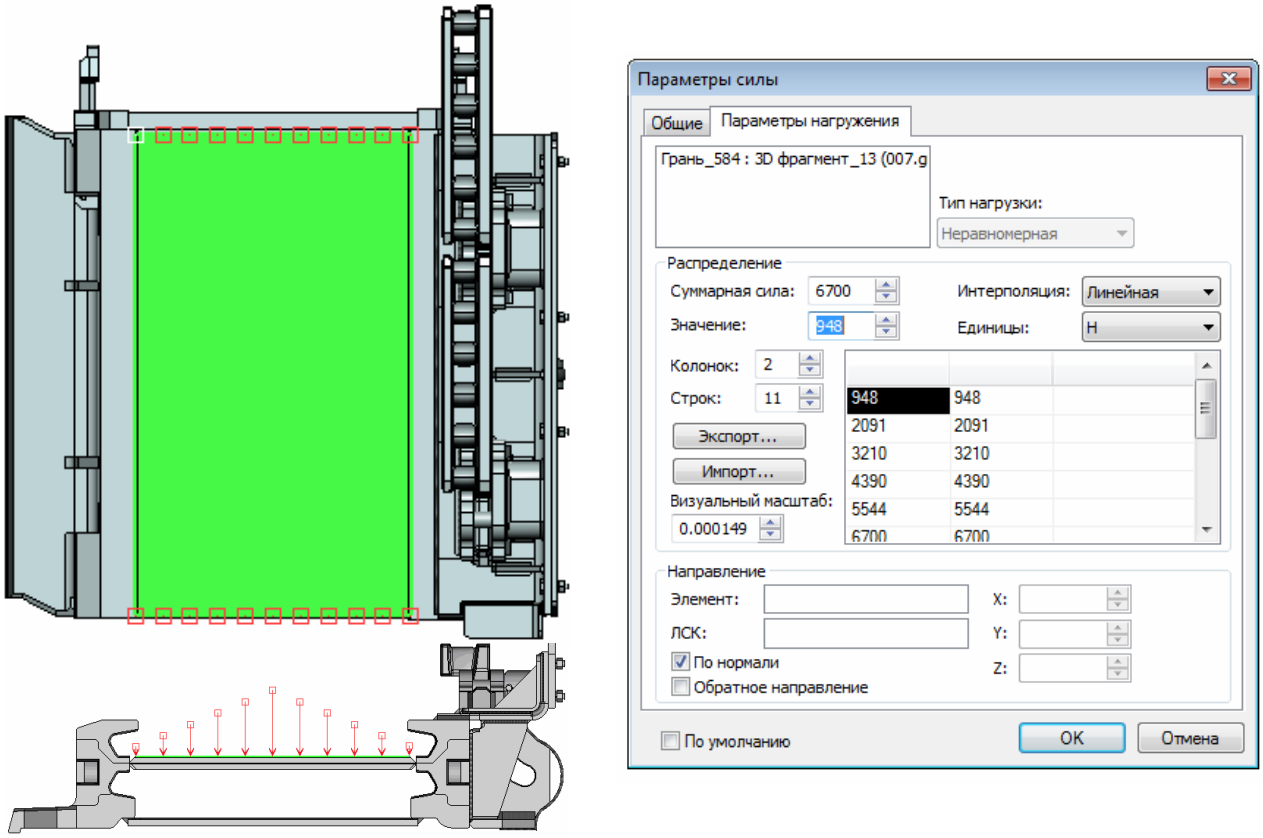


Рисунок 3 – Задание нагрузок

На рисунке 4 показано, как поведет себя конструкция под действием приложенных нагрузок. Для наглядности результаты представлены в относительном масштабе.

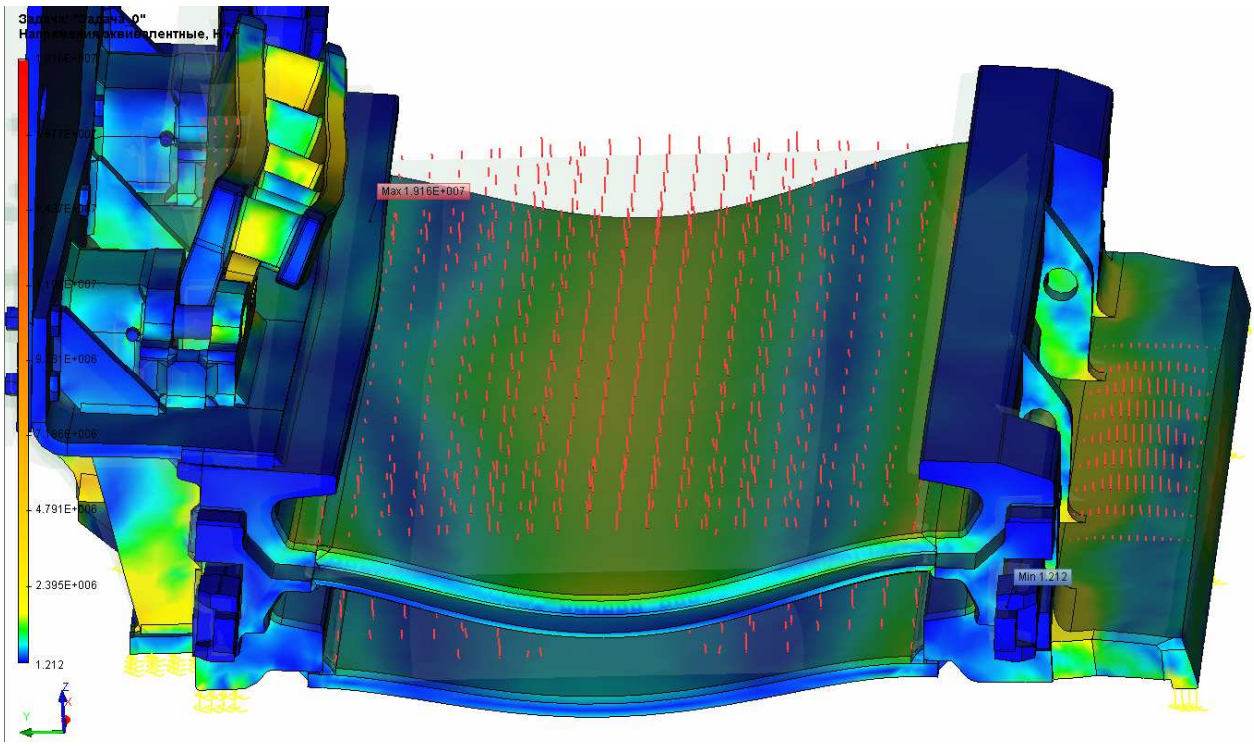


Рисунок 4 – Результаты расчета НДС секции става конвейера

Основная цель прочностного анализа конструкций заключается в оценке напряженного состояния конструкции, находящейся под действием силовых воздействий. В зависимости от того, насколько корректно были смоделированы внешние воздействия, зависит адекватность и степень точности расчетов.

Наличие результатов вычислительного эксперимента по анализу НДС сложных конструкций позволяет оценить их прочностные характеристики, определить опасные сечения, дать соответствующие рекомендации по совершенствованию конструкции и её безопасной эксплуатации.

РУЧНОЙ ПРИВОД ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ МАШИН

Доцент

Мизин Ю.Г.

Ручной привод применяют для механизмов малой грузоподъемности, работающих с малыми скоростями в легком режиме, а также для механизмов вспомогательного назначения. С помощью ручного привода работают механизмы подъема, передвижения, поворота (рисунок 1).

Механизм подъема (рисунок 1,*а*) состоит из двухступенчатого редуктора с общим передаточным числом $u_0 = u_1 \cdot u_2$, выходной вал которого соединен с барабаном диаметром $D_{бар}$, на который наматывается канат двухкратного одинарного полиспаста. Груз весом $G_{гр}$ подвешивается к крюковой подвеске. Приводным элементом здесь служит рукоятка длиной l или тяговое колесо такого же радиуса, к которым прикладывается сила рабочего F.

В механизмах с одной рукояткой могут одновременно работать один или два человека, на валу с двумя рукоятками два или четыре человека, на цепи тягового колеса не более трех человек.

Крутящий момент на ведущем валу редуктора M_p можно определить по следующей формуле

$$M_p = m \cdot \varphi \cdot F \cdot l, \qquad (1)$$

где m – число рабочих, приводящих в движение рукоятку или тяговое колесо;

φ – коэффициент, учитывающий неодновременность приложения силы при одновременной работе нескольких человек (для двух рабочих $\varphi = 0{,}8$, для трех $\varphi = 0{,}75$, для четырех $\varphi = 0{,}7$).

Момент сопротивления на валу барабана от веса груза

$$M_c = S \cdot D_{бар}/2 \qquad (2)$$

где S – усилие в канате набегающем на барабан.

В механизме передвижения (рисунок 1,*б*) момент сопротивления на валу ходовых колес

$$M_c = W \cdot D_{хк}/2, \qquad (3)$$

где W – сила сопротивления передвижению

$D_{хк}$ – диаметр ходовых колес.

Для механизма поворота момент сопротивления повороту колонны

$$M_c = \sum M_{ci} \qquad (4)$$

где M_{ci} – моменты сопротивления от вертикальных и горизонтальных реакций в опорах относительно оси вращения поворотной части крана.

Необходимое передаточное число механизма между ведущим и ведомым валом редуктора

$$u_0 = M_c / (M_p \cdot \eta), \qquad (5)$$

где η – КПД передачи.

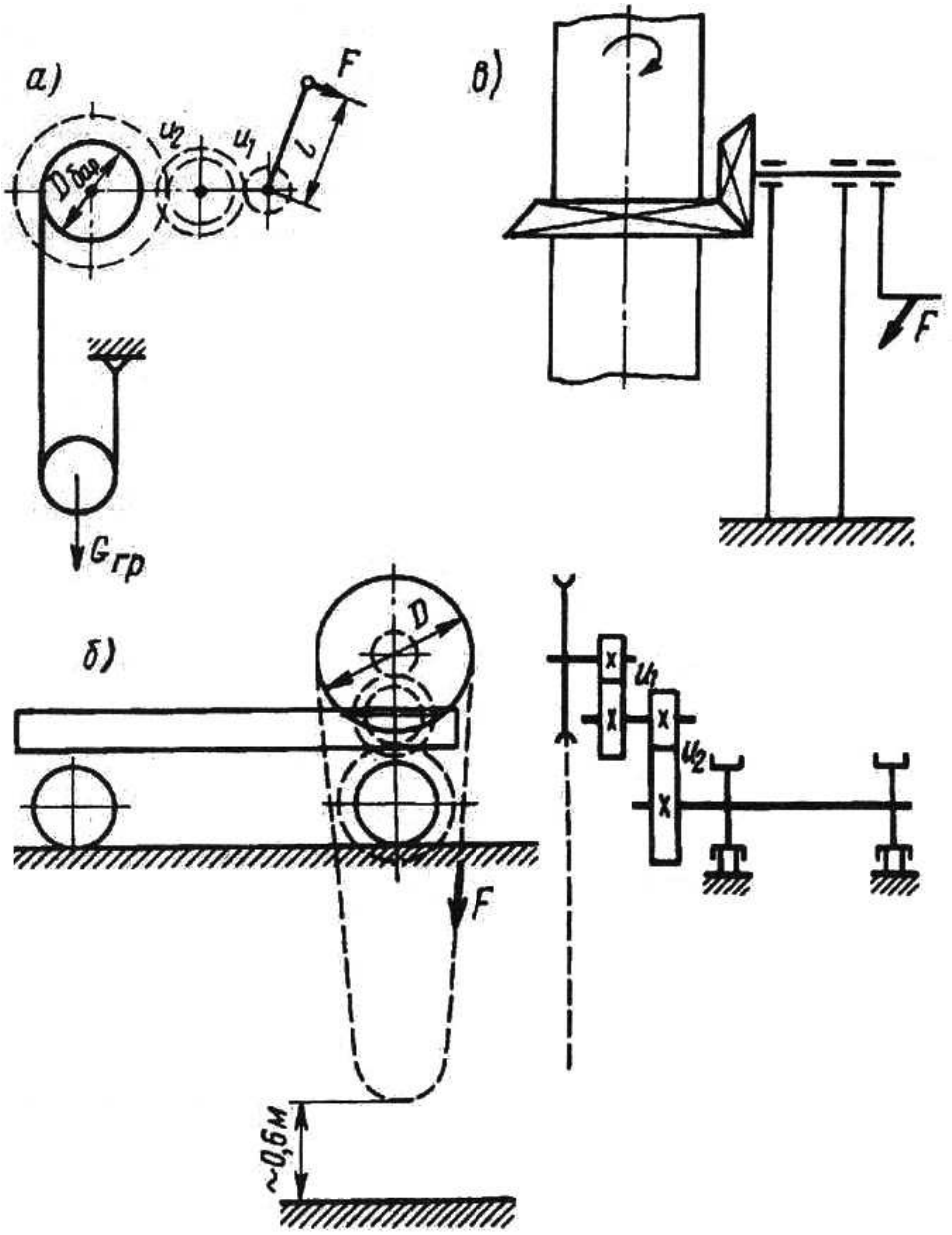


Рисунок 1 – Схемы механизмов с ручным приводом

При расчете ручного привода инерционными нагрузками, как правило, пренебрегают из-за небольших скоростей. Следует учитывать, что в зависимости от продолжительности работы сила F, развиваемая рабочим, и скорость движения руки изменяются. На рукоятке значение силы изменяются от 80 до 300*Н*, на тяговой цепи от 120 до 800*Н*. Скорость на рукоятке от 0,3 до 1,2*м/с*, на тяговой цепи от 0,1 до 0,8*м/с*.

В механизмах передвижения сила рабочего, прикладывается непосредственно к тележке для ее передвижения (толкания), принимается равной 80, 120 и 200*Н* при соответствующей продолжительности работы 15, 10 и 5*мин*. Наибольшая сила при трогании не превышает 500*Н*.

Плечо вращения рукоятки l должно быть не более 400*мм*. Ось вращения рукоятки располагают обычно на высоте 900-1000*мм* от уровня пола. В случае, если ведущий вал механизма расположен на высоте, исключающей применение рукоятки, используют тяговые колеса, приводимые во вращение бесконечной цепью, нижняя часть которой должна находится на высоте примерно 0,6*м* от пола, на котором стоит рабочий (рисунок 1,*б*).

В механизмах подъема с ручным приводом скорость подъема груза $V_{гр}$ весом $G_{гр}$ определяют из условия равенства работ

$$V_{гр} = m \cdot \varphi \cdot F \cdot V_p \cdot \eta / G_{гр} \qquad (6)$$

где V_p – скорость движения руки рабочего.

Скорость подъема груза, согласно уравнению, тем меньше, чем больше его вес. Однако это уравнение справедливо для груза номинальной массы. Так как скорость руки рабочего изменяется в незначительных пределах, то при постоянном передаточном числе механизма грузы различного веса поднимают практически с неизменной скоростью, хотя сила F изменяется пропорционально весу груза. Для увеличения скорости подъема груза небольшого веса или пустого крюка в этих механизмах применяют передачи с переменным передаточным числом или рукоятки с переменным плечом.

Скорость передвижения тележки или крана с ручным приводом можно определить по аналогичной формуле

$$V_{пер} = m \cdot \varphi \cdot F \cdot V_p \cdot \eta / W_c . \quad (7)$$

Угловую скорость механизма поворота

$$w = m \cdot \varphi \cdot F \cdot V_p \cdot \eta / (\sum M_{ci}) . \quad (8)$$

Время подъема груза на высоту h определяют из уравнения равномерного движения

$$t = h / V_{гр} = \eta G_{гр} / (m \cdot \varphi \cdot V_p \cdot \varphi \cdot \eta) . \quad (9)$$

О СТРУКТУРНОМ СИНТЕЗЕ МЕХАНИЗМОВ И КОНВЕРГЕНЦИИ В ОБРАЗОВАНИИ

Кандидат технических наук, доцент,
профессор кафедры систем автоматизации управления,
Новокузнецкий институт (филиал)
Кемеровского государственного университета

Степанов А.В.

Создание любой системы начинается с поиска и утверждения ее будущей структуры. Этот этап называют структурным синтезом. Несмотря на более чем вековой период научного развития теории механизмов и машин этот этап остается наименее разработанным.

Специалисты любых областей знаний утверждают, что синтез является важнейшим этапом проектирования и конструирования систем. Однако на международных и российских конференциях, посвященных развитию машиностроительной отрасли, практически не затрагиваются вопросы синтеза структур механических систем. С чем это связано? По нашему мнению это связано с тем, что задача структурного синтеза является сложной многовариантной задачей, специфичной для каждой области знаний, зависящей от номенклатуры и свойств структурных элементов, правил и способов их соединения.

Задача структурного синтеза механизмов распадается на два относительно самостоятельных этапа. На первом этапе определяют состав кинематической цепи: номенклатуру и числа звеньев различной сложности, а также номенклатуру и числа кинематических пар различных классов. На втором этапе путем непосредственного соединения звеньев между собой различным образом кинематическими парами различных классов получают некоторое многообразие структурных схем.

Для решения задач структурного синтеза механизмов профессор Л.Т. Дворников предложил использовать систему уравнений, известную под названием «универсальной структурной системы», опубликованную еще в 1994 году [1]. Технология конструирования структурных схем на примере восьмизвенных механизмов была описана им же в журнале «Теория механизмов и машин» [2]. За прошедшие двадцать с лишним лет в «школе Л.Т. Дворникова» был

выполнен ряд новых и важных исследований, с использованием разработанного аппарата, завершившихся защитами диссертаций [3]. И, тем не менее, задача структурного синтеза механизмов не может считаться полностью решенной. Связано это с тем, что целочисленные решения универсальной структурной системы Л.Т. Дворникова могут быть получены вручную путем несложных математических преобразований лишь для небольшого количества звеньев цепи. При увеличении общего числа звеньев ручные расчеты становятся невыполнимыми, равно как и конструирование нелинейно возрастающего числа вариантов структурных схем. Решение задач структурного синтеза механизмов уже с числом звеньев более пяти явным образом требует использования компьютерных (информационных) технологий.

По мнению директора национального исследовательского центра «Курчатовский институт» М. Ковальчука, информационные технологии с методологической точки зрения являются принципиально новыми – они не добавились еще одним звеном к существующему ряду дисциплин, а объединили их, став их общей методологической базой.

«В лице информационных технологий впервые появилась технология, имеющая надотраслевой характер. Сегодня очевидно, что ни в одной из известных отраслей нет прогресса без использования информационных технологий – это и телемедицина, и дистанционное обучение, и числовые управляемые станки, автоматическая система пилотирования автомобилей, самолетов, кораблей и т.д. Таким образом, информационные технологии стали неким «обручем», который объединил все науки и технологии» [4].

Сегодня возникает (и уже возникла) новая научно-технологическая парадигма, базирующаяся на объединении и взаимопроникновении наук и технологий, – конвергенция областей знаний. Конвергенция — это сближение теоретических и методологических основ, инструментария, понятийного аппарата и предметных областей ряда технологий.

Попытки использования электронных вычислительных машин для автоматизации структурного синтеза механизмов были предприняты еще в семидесятых годах XX столетия и, тем не менее, до настоящего времени эта задача не может считаться решенной даже для плоских шарнирных систем. Связано это с тем, что синтез

структур под управлением компьютерной программы, основанный на парадигме процедурно-ориентированного подхода, предполагает наличие математической модели, которая корректно отображала бы все шаги процесса формирования структурной схемы в форме уравнений, неравенств, логических условий, и других зависимостей, описываемых в структурной теории механизмов в словесной форме. К сожалению, такой модели до настоящего времени не создано.

Появление ряда новых направлений в компьютерных технологиях, таких как: объектно-ориентированный подход, аппарат виртуализации, программная реализация работы технических устройств, новые методы кодирования и идентификации, и их проецирование на методы решения задач структурного синтеза механизмов, позволило разработать инструментарий для компьютерного конструирования структурных схем плоских шарнирных систем [5]. Дальнейшее развитие этого направления и использование в компьютерных проектах 3D-технологий позволит наглядно конструировать структуры пространственных механизмов. Представляется весьма реальным, что еще больших успехов можно добиться, перенося эти направления в теорию механизмов и машин в целом.

Опыт взаимодействия с остепененными учеными в области ТММ показывает, что лишь небольшая их часть владеет понятийным аппаратом современных компьютерных технологий. Это приводит к тому, что разработки профессора Л.Т. Дворникова воспринимаются ученым миром неоднозначно. Ведь целочисленные решения универсальной структурной системы представляют собой числа, так называемых, виртуальных звеньев. В реальные звенья они превращаются лишь на этапе конструирования структурной схемы. Далеко не всем понятно, почему звено, привносящее в цепь всего одну кинематическую пару, представляет собой многоугольник различной сложности и т.д.

С другой стороны, опыт руководства научно исследовательской работой студентов показывает, что бакалавры и магистры с прекрасным университетским образованием не могут предложить, применить или разработать какие-либо методы для реализации отдельных этапов компьютерного синтеза структур, не говоря уже о разработке работающих компьютерных программ. Напрашивается вывод о том, что парадигма развития науки и образования должна быть изменена.

Многие ученые констатируют тот факт, что на протяжении последних десятилетий 20 века наблюдается усиление важности междисциплинарного подхода. Сложные проблемы, с которыми сталкиваются специалисты различных отраслей, требуют одновременного использования достижений нескольких дисциплин. Всё чаще инструментарий из одной области знаний успешно используется в других областях. Неуклонно растёт степень математизации и компьютеризации научных и технологических областей.

Подготовка междисциплинарно-образованных специалистов, требующая реструктуризации учебных заведений, факультетов, кафедр уже началась. Концепция междисциплинарного подхода к системе организации науки и образования обсуждается в прессе. Обоснование необходимости перехода к новой парадигме в образовании даны в интервью с учёным секретарем Совета при Президенте РФ по науке, технологиям и образованию, директором НИЦ «Курчатовский институт», директором Института кристаллографии им. А. В. Шубникова РАН, членом Общественной палаты РФ Михаилом Валентиновичем Ковальчуком.

Касается ли это высших учебных заведений Кузбасса? Нужно ли это конкретному вузу? Думаю, что да!

В современных условиях, как никогда, выживаемость вузов зависит от контингента поступающих, от их интереса к выбранной специальности (это определяет отсев), от степени конвергенции науки и образования и от востребованности выпущенных специалистов на рынке труда. Управлять этими параметрами можно и нужно.

Невольно вспоминаются слова И.В. Мичурина: «Мы не можем ждать милостей от природы (в данном случае от Минобрнауки). Взять их у неё – наша задача».

Технический университет, на мой взгляд, является наиболее благодатным субстратом для подготовки междисциплинарно-образованных специалистов. Конкретно в СибГИУ необходимо и целесообразно повысить качество подготовки специалистов в области информационных технологий, принимая во внимание тот факт, что «ни в одной из известных отраслей нет прогресса без использования информационных технологий», а тем более в современном машиностроении.

По мнению ведущих специалистов в области машиностроения «повышение качества и конкурентоспособности промышленной продукции на современном этапе развития научно-технического прогресса находится в прямой, причем в особенно жесткой, зависимости от информационного обеспечения процессов ее создания, производства, эксплуатации и утилизации». То есть, сегодня быстрота и экономичность вывода на рынок новых машин фактически сводится к соревнованию в области освоения и применения наукоемких компьютерных технологий.

Современному выпускнику института машиностроения и транспорта СибГИУ явно недостаточно поверхностных знаний в области языков программирования высокого уровня и практики использования офисных приложений. Ведь это все уже переместилось в программу обучения средней школы. В этом убедиться может каждый из нас, познакомившись с контрольно измерительными материалами ЕГЭ по информатике.

Любое изменение процесса обучения влечет за собой необходимость соответствующей реструктуризации. Минимальная реструктуризация в рамках института машиностроения и транспорта СибГИУ может быть решена путем открытия одной- двух кафедр междисциплинарного обучения (рисунок 1).

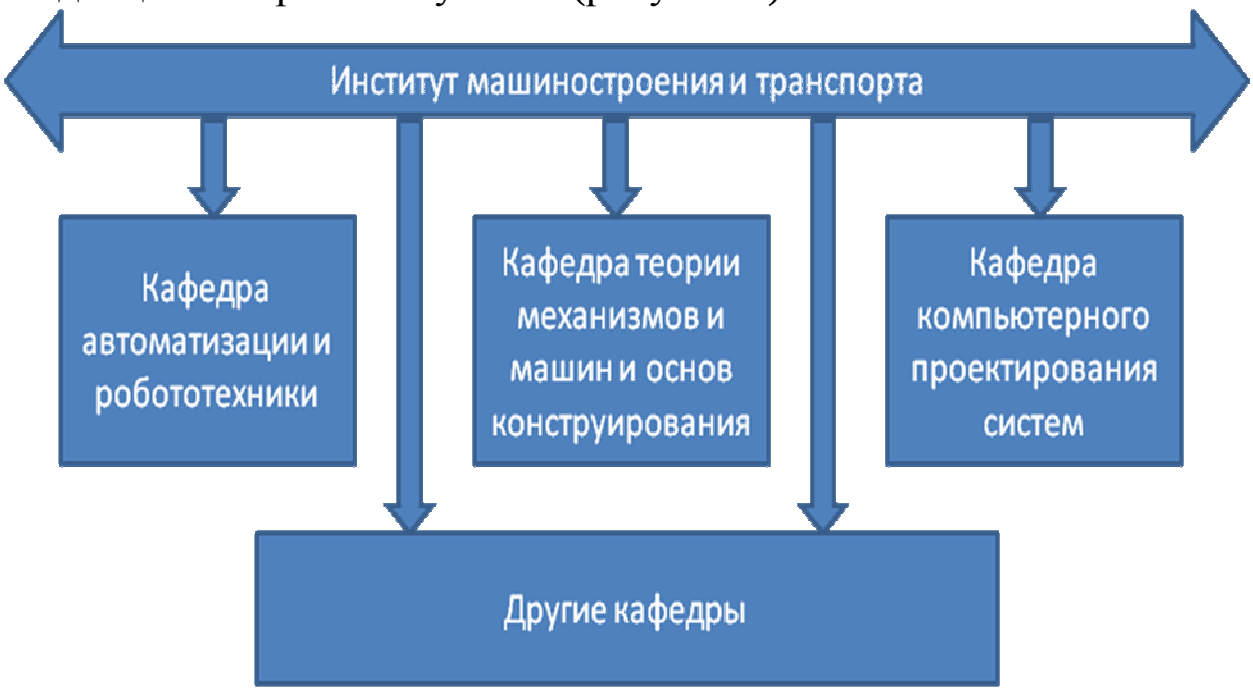


Рисунок 1 – Структура института машиностроения и транспорта с кафедрами междисциплинарного обучения

Что даст такая реструктуризация:

– организовать выпуск востребованных междисциплинарно-образованных специалистов высокой квалификации;

– открыть несколько новых престижных специальностей, что позволит привлечь значительно больший контингент абитуриентов;

– повысить научный потенциал института и университета в целом;

– занять лидирующее положение в области проектирования современных машин и механизмов;

– и другое.

В заключение хотелось бы отметить, что для написания этой статьи у автора имелись следующие основания:

– окончил таганрогский радиотехнический институт по специальности «Математические и счетно-решающие приборы и устройства»;

– освоил образовательную программу «Преподаватель высшей школы» Кемеровского государственного университета по направлению основной специальности;

– окончил Сибирский металлургический институт по специальности «Металлургия черных металлов»;

– окончил докторантуру в «школе Л.Т. Дворникова» при СибГИУ;

– подготовил и защитил диссертацию на соискание ученой степени доктора технических наук на тему «Разработка методов структурного синтеза механизмов с применением компьютерных технологий»;

– отработал в СМИ-СибГИУ 42 года, в том числе 26 лет заведовал кафедрой.

Библиографический список

1. Дворников Л.Т. Начала теории структуры механизмов: Учебное пособие. – Новокузнецк: СибГГМА, 1994. – 102 с.
2. Дворников Л.Т. Опыт структурного синтеза механизмов // Теория механизмов и машин. – 2004. – №2(4). – С. 3-17.
3. Дворников Л.Т. Исходные положения и методические основы структурного синтеза полного многообразия кинематических цепей машин // МашиноСтроение: Материалы девятнадцатой

научно-практ. конф. по проблемам механики и машиностроения. – Новокузнецк: СибГИУ. – 2009. – С. 5-18.
4. Ковальчук М.В. Конвергенция наук и технологий – прорыв в будущее // Российские нанотехнологии. – 2011. – №1-2, Т. 6. – С. 13-23.
5. Степанов А.В. О современном уровне компьютерного решения задач структурного синтеза механизмов // Современное машиностроение. Наука и образование: материалы Международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011. – С. 360-369.
6. От синтеза в науке – к конвергенции в образовании. Интервью М.В. Ковальчука // ТРУДЫ МФТИ. – 2011. – №4, Т. 3. – С. 16-21.

О НОВОМ НАПРАВЛЕНИИ ПОДГОТОВКИ МАГИСТРОВ ПРИ КАФЕДРЕ ТММ И ОК 151900.68 «КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ»

Кандидат технических наук, доцент

Жуков И.А.

В соответствии с приказом Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки Сибирский государственный индустриальный университет признан прошедшим лицензионную экспертизу на право осуществления образовательной деятельности по новой образовательной программе высшего профессионального образования с присвоением квалификации по коду 68 – магистр: 151900 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств». Профиль – Управление конструкторско-технологическими инновациями.

Подготовка магистров по данному направлению поручена кафедре теории механизмов и машин и основ конструирования. Первый набор абитуриентов на направление подготовки 151900.68 в СибГИУ будет осуществлен в 2014 году. Согласно заявленным цифрам приёма абитуриентов, на это направление выделено 5 бюджетных мест.

Ввиду существенного повышения требований к качеству образования специалистов в области конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств применительно к большинству сфер их деятельности на предприятиях различных форм собственности возникла необходимость в удовлетворении потребности рынка труда в выпускниках, имеющих квалификацию магистра по направлению конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств.

Магистратура имеет своей целью: развитие у студентов таких личностных качеств, как ответственность, самодисциплина, стремление к саморазвитию, владение культурой мышления, толерантность, осознание значимости своей профессии, способность решать организационные задачи, умение критически оценивать свои достоинства и недостатки; формирование общекультурных и

профессиональных компетенций, позволяющих магистру решать задачи исследования, проектирования, испытания, эксплуатации и совершенствования современного оборудования машиностроительного производства в условиях быстрого научно-технического прогресса, изменения требований работодателей и международного разделения труда, а также с опорой на теоретический и практический опыт научной школы ФГБОУ ВПО «СибГИУ».

Область профессиональной деятельности магистров включает:

– совокупность методов, средств, способов и приемов науки и техники, направленных на создание и производство конкурентоспособной машиностроительной продукции за счет эффективного конструкторско-технологического обеспечения;

– исследования, направленные на поддержание и развитие национальной технологической среды;

– исследования, направленные на создание новых и применение современных производственных процессов и машиностроительных технологий, методов проектирования, средств автоматизации, математического, физического и компьютерного моделирования;

–исследования с целью обоснования, разработки, реализации и контроля норм, правил и требований к машиностроительной продукции различного служебного назначения, технологии ее изготовления и обеспечения качества;

– создание технологически ориентированных производственных, инструментальных и управляющих систем различного служебного назначения.

Объектами профессиональной деятельности магистров являются:

– машиностроительные производства, их основное и вспомогательное оборудование, комплексы, инструментальная техника, технологическая оснастка, средства проектирования, автоматизации и управления;

– производственные и технологические процессы машиностроительных производств, средства их технологического, инструментального, метрологического, диагностического, информационного и управленческого обеспечения, их исследование, проектирование, освоение и внедрение;

– складские и транспортные системы машиностроительных производств; системы машиностроительных производств, обеспечивающие подготовку производства, управление им, метрологическое и техническое обслуживание, безопасность жизнедеятельности, защиту окружающей среды;

– средства, методы и способы, предназначенные для создания и эксплуатации станочных, и инструментальных, робототехнических, информационно-измерительных, диагностических, информационных, управляющих и других технологически ориентированных систем для нужд машиностроения;

– нормативно-техническая и плановая документация, системы стандартизации и сертификации;

– средства и методы испытаний и контроля качества машиностроительной продукции.

Магистр по направлению подготовки 151900 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» готовится к следующим видам профессиональной деятельности:

– проектно-конструкторская;

– производственно-технологическая;

– организационно-управленческая;

– научно-исследовательская;

– научно-педагогическая;

– сервисно-эксплуатационная;

– специальные виды деятельности.

Выпускная квалификационная работа в соответствии с ООП магистратуры выполняется в виде магистерской диссертации в период прохождения практики и выполнения научно-исследовательской работы и представляет собой самостоятельную и логически завершенную выпускную квалификационную работу, связанную с решением задач того вида деятельности, к которым готовится магистр.

Тематика выпускных квалификационных работ должна быть направлена на решение профессиональных задач:

– модернизация и автоматизация действующих в машиностроении производственных и технологических процессов и производств, средств и систем, необходимых для реализации и автоматизации;

– разработка новых эффективных технологий изготовления машиностроительных изделий, производств различного служебного назначения, средств и систем их инструментального, метрологического, диагностического и управленческого обеспечения;

– разработка проектов машиностроительных изделий и производств с учетом технологических, конструкторских, эксплуатационных, эстетических, экономических и управленческих параметров, обеспечивающих их эффективность, оценка инновационного потенциала проекта;

– разработка методик технических расчетов по проектам, технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектируемых машиностроительных производств, реализуемых ими технологий изготовления продукции, средств и систем оснащения;

– разработка функциональной, логической, технической и экономической организации машиностроительных производств, их элементов, технического, алгоритмического и программного обеспечения на основе современных методов, средств и технологий проектирования;

– разработка методик выбора эффективных материалов, оборудования и других средств технологического оснащения, автоматизации и управления для реализации производственных и технологических процессов изготовления конкурентоспособной машиностроительной продукции;

– организация эффективного контроля материалов, технологических процессов, готовых изделий;

– анализ состояния и диагностики функционирования машиностроительных производств и их элементов с использованием надлежащих современных методов и средств анализа;

– разработка методик и программ испытаний изделий, элементов машиностроительных производств;

– исследование причин появления брака в производстве, разработка мероприятий по его устранению;

– разработка мероприятий по обеспечению надежности и безопасности машиностроительных производств, стабильности их функционирования;

– разработка нормативных, методических и производственных документов, регламентирующих функционирование машиностроительных производств;

– разработка теоретических моделей для исследования качества выпускаемых изделий, технологических процессов, средств и систем машиностроительных производств;

– разработка алгоритмического и программного обеспечения машиностроительных производств;

– разработка мероприятий по организации и контролю работ по наладке, настройке, регулировке, опытной проверке, регламенту, техническому эксплуатационному обслуживанию, диагностике оборудования, средств и систем машиностроительных производств.

В рамках направления 151900.68 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» изучаются вопросы организации и управления производством. Магистры, подготовленные по направлению 151900, могут профессионально управлять своим делом, работать в качестве менеджера производства на крупных и малых предприятиях, в конструкторских бюро и научно-исследовательских институтах, организационных и управленческих структурах.

Нормативный срок освоения программы магистратуры составляет 2 года при очной форме обучения, причем длительность 1-3 семестров составляет 18 недель, 4 семестра – 7 недель. Общая трудоемкость программы магистратуры, включая теоретическое обучение, экзаменационные сессии, практику, научно-исследовательскую работу, итоговую государственную аттестацию, каникулы, составляет 120 зачетных единиц (104 недели).

Кафедрой ТММ и ОК разработан учебный план для направления «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», отвечающий требованиям Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования.

Основная образовательная программа магистратуры предусматривает изучение следующих учебных циклов:

– общенаучный цикл;

– профессиональный цикл;

и разделов:

– практики и научно-исследовательская работа;

– итоговая государственная аттестация.

Каждый учебный цикл имеет базовую (обязательную) часть и вариативную (профильную), устанавливаемую вузом.

Согласно разработанному учебному плану в последующие 2 учебных года перед преподавателями кафедры ТММ и ОК встанет задача обучения студентов по следующим, в большинстве своем новым для кафедры, дисциплинам:

– история и методология науки и производства;

– математическое моделирование в машиностроении;

– компьютерные технологии в науке и производстве;

– современные проблемы науки в машиностроении;

– математические методы обработки экспериментальных данных;

– моделирование и оптимизация технологических процессов;

– проектирование и производство заготовок;

– технологичность конструкций изделий;

– глобальные и локальные компьютерные сети;

– новые конструкционные материалы;

– современное состояние теории структуры механизмов;

– методология научных исследований в машиностроении;

– нанотехнологии в машиностроении;

– надежность и диагностика технологических систем;

– современные проблемы инструментального обеспечения машиностроительных производств;

– расчет, моделирование и конструирование оборудования с компьютерным управлением;

– технологическое обеспечение качества;

– исследование динамики сложных механических систем;

– стратегия инновационного развития предприятия;

– патентование результатов интеллектуальной деятельности;

– инновационные технологии в машиностроении;

– расчет и проектирование гибких производственных систем;

– компьютерный синтез механических систем;

– CALS-технологии в машиностроении.

В общей сложности учебная нагрузка кафедры в течение 2 следующих лет возрастет на 1200 часов, тем самым, решая проблему дефицита нагрузки у преподавателей.

ИНТЕРАКТИВНОЕ ОБУЧЕНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МУЛЬТИМЕДИЙНОЙ ТЕХНИКИ

Старший преподаватель

Князев А.С.

В соответствии с федеральными государственными образовательными стандартами (ФГОС) учебный процесс должна предусматривать проведение занятий в интерактивных и активных формах.

Насыщенность занятий, проводимых в интерактивных формах, определяется главной целью основной образовательной программы (ООП), содержанием конкретных дисциплин и конкретным ФГОС (к примеру, по программам бакалавриата они должны составлять не менее 20 процентов аудиторных занятий).

Применение интерактивных форм в образовательном процессе – одно из основных направлений совершенствования подготовки студентов в современном вузе. В настоящее время в учебном процессе внедряется понятие интерактивные часы. Что же это за часы и чем они отличаются от простого занятия? Для более наглядного ответа на поставленный вопрос, воспользуемся простыми схемами, на которых показано различие между стандартными (пассивный и активный) и интерактивными методами взаимодействия со студентами.

Пассивный метод

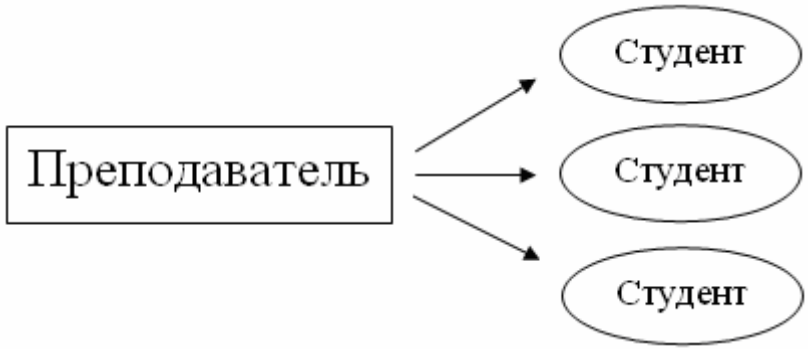


Рисунок 1 – Схема пассивного метода обучения

Пассивный метод (рисунок 1) – это форма взаимодействия преподавателя и студента, в которой преподаватель является основным действующим лицом и управляющим ходом занятия, а студенты выступают в роли пассивных слушателей. Студенты на

пассивных занятиях общаются с преподавателем посредством опросов, самостоятельных, контрольных работ, тестов и т. д.

С точки зрения современных педагогических технологий пассивный метод мало эффективен, но при этом, он имеет и некоторые плюсы. Этот метод позволяет легко подготавливаться к занятию и преподаватель способен преподнести сравнительно большее количество учебного материала в ограниченных временных рамках занятия.

Активный метод

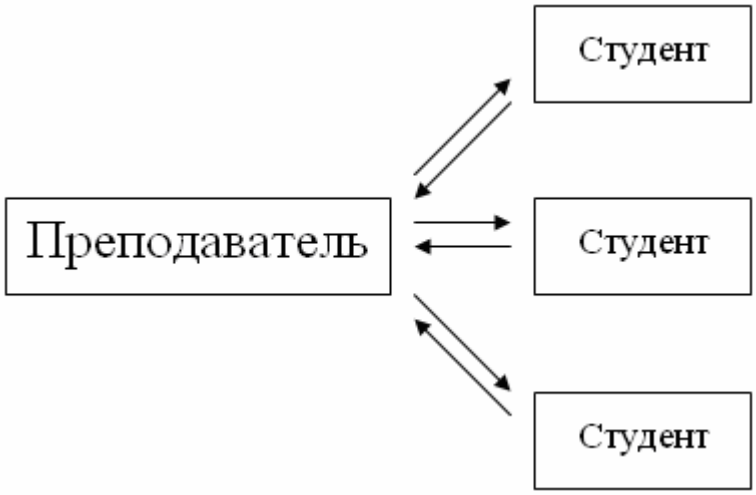


Рисунок 2 – Схема активного метода обучения

Активный метод (рисунок 2) – это форма взаимодействия студентов и преподавателя, при которой они взаимодействуют друг с другом в ходе занятия и студенты здесь не пассивные слушатели, а активные участники, студенты и преподаватель находятся на равных правах.

Интерактивный метод

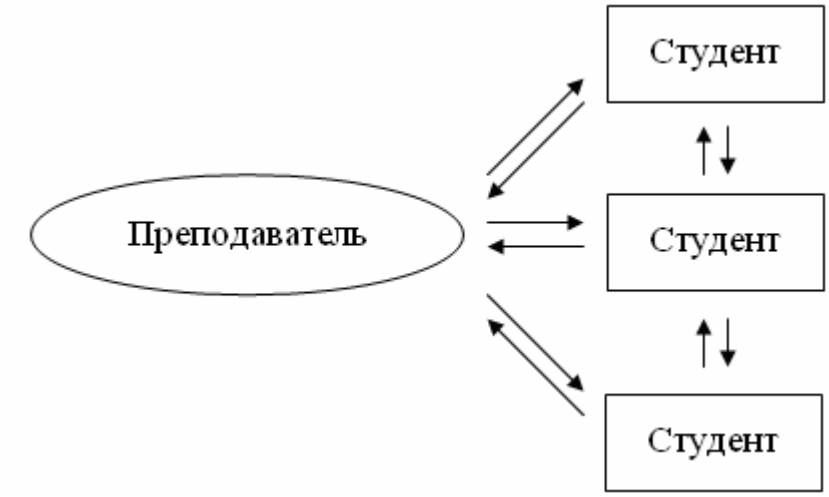


Рисунок 3 – Схема интерактивного метода обучения

Интерактивный метод (рисунок 3) – это форма заключается во взаимодействии в режиме беседы студентов не только с преподавателем, но и друг с другом и на доминирование активности студентов в процессе обучения. Многие между активными и интерактивными методами ставят знак равенства, однако они имеют различия. Интерактивные методы можно рассматривать как наиболее современную форму активных методов. Место преподавателя на интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности студентов на достижение целей занятия. Преподаватель также разрабатывает план занятия (обычно, это интерактивные упражнения и задания, в ходе выполнения которых студент изучает материал).

Интерактивное обучение — это специальная форма организации познавательной деятельности. Она подразумевает вполне конкретные и прогнозируемые цели. Цель состоит в создании комфортных условий обучения, при которых студент или слушатель чувствует свою успешность, свою интеллектуальную состоятельность, что делает продуктивным сам процесс обучения, дать знания и навыки, а также создать базу для работы по решению проблем после того, как обучение закончится.

Другими словами, интерактивное обучение – это, прежде всего, диалоговое обучение, в ходе которого осуществляется взаимодействие между студентом и преподавателем, между самими студентами[1].

Задачами интерактивных форм обучения являются:

- пробуждение у обучающихся интереса;
- эффективное усвоение учебного материала;
- самостоятельный поиск учащимися путей и вариантов решения поставленной учебной задачи (выбор одного из предложенных вариантов или нахождение собственного варианта и обоснование решения);
- установление воздействия между студентами, обучение работать в команде, проявлять терпимость к любой точке зрения, уважать право каждого на свободу слова, уважать его достоинства;
- формирование у обучающихся мнения и отношения;
- формирование жизненных и профессиональных навыков;
- выход на уровень осознанной компетентности студента.

Если говорить о мультимедийной технике, то она обогащает процесс обучения, позволяют сделать обучение более эффективным.

В современном мире для любой организации уже недостаточно просто приобрести проектор или экран. Мы живем в эру информатизации. Классические подходы обучения – доска и мел – безнадежно устаревают. На смену им приходят высокотехнологичные интерактивные доски.

Интерактивная доска – это устройство, позволяющее лектору или докладчику объединить два различных инструмента: экран для отображения информации и обычную маркерную доску. Для работы с интерактивной доской не требуется специальных навыков или знаний. Использование интерактивной доски для обучения - это не только возможность увлечь обучающихся интересным материалом, но и самому преподавателю по-новому взглянуть на свой предмет. Данное новшество прогресса позволяет, превратить порой скучный процесс обучения в интересное исследование. Мультимедийная и интерактивная техника способна преобразить любой учебный процесс. Мультимедиа - это взаимодействие визуальных и аудио эффектов под управлением интерактивного программного обеспечения с использованием современных технических и программных средств, они объединяют текст, звук, графику, фото, видео, анимацию в одном цифровом представлении, что повышает эффективность обучения. Использование презентации в образовательном процессе открывает перед преподавателем ряд возможностей. Файлы или страницы презентаций можно подготовить заранее и привязать их к другим ресурсам, которые будут доступны на занятии. Работа с интерактивной доской предусматривает простое, но творческое использование материалов. При использовании интерактивной доски значительно повышается эффективность урока за счет инновационной наглядности изучаемого материала; возможности показа сложных процессов и объектов в динамике их виртуального изменения; повышение интереса и учебной мотивации.

Для работы с интерактивной доской не требуется специальных навыков или знаний. Перед началом работы интерактивная доска подключается к компьютеру и проектору. На интерактивную доску проецируется изображение от любого источника: компьютерного или видео сигнала, с которым Вы теперь можете работать прямо на поверхности доски. Манипулирование компьютерной мышью осуществляются касанием поверхности, и позволяет докладчику иметь полный доступ к управлению компьютером.

Мультимедийный проектор и интерактивная доска подключаются к компьютеру. Изображение на мониторе компьютера передается через проектор на интерактивную доску. Прикосновения к поверхности интерактивной доски передаются на компьютер с помощью кабеля или через инфракрасную связь и интерпретируются специальным программным обеспечением, которое установлено на компьютере.

Интерактивные доски могут быть прямого или обратного проецирования. При прямом проецировании проектор находится перед поверхностью интерактивной доски, при обратном проецировании – сзади. Отдельные модели интерактивных досок могут быть оснащены специальными карманными компьютерами, для обмена данными с интерактивной доской.

Более дорогие модели интерактивных досок не используют проектор, а представляют собой большую сенсорную плазменную панель.

Интерактивные доски бывают 3-х типов.

1. Доски, фиксирующие сопротивление поверхности при прикосновении. Такие доски имеют мягкую, гибкую поверхность, подобную винилу, состоящему из двух частей. Материал, фиксирующий сопротивление, отделяется небольшим промежутком от остальной поверхности доски и передает сигналы на компьютер при срабатывании специальной мембраны. Такие доски могут управляться не только специальными маркерами, но и прикосновением к доске руками или иными предметами. Специальные маркеры могут быть настроены (в прилагающемся программном обеспечении) на отображение различных цветов.

2. Доски, фиксирующие электромагнитные импульсы. Эти доски подобны традиционным – их поверхность твердая. Они управляются специальными электромагнитными ручками (маркерами), работающими на батареях. Поверхность доски покрыта сеткой тонких проводов, фиксирующих небольшое магнитное поле, излучаемое маркером.

3. Лазерные доски. Эти доски имеют твердую рабочую поверхность с инфракрасными лазерными сканерами, установленными на поверхности. Эти сканеры обнаруживают движение специальной ручки, закодированный цвет и передают на компьютер.

Хотелось бы обратить внимание на то, что преподаватель на практическом занятии, при традиционном методе, много времени уделяет на построение всех элементов на доске, а при проведении занятии с уже готовыми презентационными слайдами, у преподавателя появится время для пояснений более сложных моментов, а так же будет возможность акцентировать внимание студентов на том или ином важном явлении. Создание качественных слайдов или же видео записи с аудио наложением, процесс не легкий и требует большого запаса времени, т.е. основным недостатком будет являться практически полная невозможность менять структуру занятия в зависимости от обстоятельств, поэтому полностью отказаться от использования обычной доски и мела практически не удастся.

Применение мультимедийной техники сразу же поднимает проведение практических занятий по курсу на новый уровень. Следует помнить, что, несмотря на использование современных компьютерных и телекоммуникационных технологий, мультимедийных средств обучения для процесса восприятия информации большое значение имеет живая речь преподавателя, которую невозможно заменить другими средствами и технологиями.

Библиографический список

1. Активные и интерактивные образовательные технологии (формы проведения занятий) в высшей школе: учебное пособие / сост. Т.Г. Мухина. – Н.Новгород: ННГАСУ, 2013. – 97 с.

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ МЕХАНИКИ МАШИН

Кандидат технических наук, старший преподаватель

Стариков С.П.

Строительная механика (С.м.) – наука о принципах и методах расчёта сооружений на прочность, жёсткость, устойчивость и колебания. Основные объекты изучения С.м. – плоские и пространственные стержневые системы и системы, состоящие из пластинок и оболочек. При расчёте сооружений учитывается целый ряд воздействий, главными из которых являются статические и динамические нагрузки и изменения температуры. Цель расчёта состоит в определении внутренних усилий, возникающих в элементах системы, в установлении перемещений её отдельных точек и выяснении условий устойчивости и колебаний системы. В соответствии с результатами расчёта устанавливаются размеры сечений отдельных элементов конструкций, необходимые для надёжной работы сооружения и обеспечивающие минимальные затраты материалов. Разрабатываемая в С.м. теория расчёта базируется на методах теоретической механики, сопротивления материалов, теорий упругости, пластичности и ползучести. Иногда С.м. называется теорией сооружений. Другое название С.м. – статика сооружений – возникло в то время, когда в С. м. не включались вопросы динамического расчёта.

Предметом истории механики является изучение объективного процесса развития механики как науки о простейшей форме движения материи – перемещения в пространстве и механики как конкретной отрасли естественнонаучного познания.

Работа исследователя-историка науки (механики в частности) включает как изучение подлинных работ выдающихся учёных и педагогов, результатов опытов и экспериментов, так и работу по обобщению фактов, сравнению методов, систематизации всего объёма историко-научного материала. Это нелёгкая и кропотливая работа по осмыслению взаимосвязи механики и её развития с развитием общественной практики и техники, иных областей естествознания и философии.

Потребность в систематизированных трактатах по механике появилась в 17 в., когда накопился обширный материал решения конкретных задач о движении тел. Важнейшей вехой в выделении механики из философского учения о природе явились «Математические начала натуральной философии» Ньютона (1687).

Уже в 1736 г. Л. Эйлер в знаменитом трактате «Механика, т.е. Наука о движении, изложенная аналитически», осуществил историко-методологический анализ развития механики, пытаясь определить перспективы развития этой науки. Л. Эйлер не только определил место творчества Архимеда, Галилея, Вариньона, Ньютона в судьбе механики, но и сформулировал грандиозную программу построения механики: от динамики частицы (точки) к динамике твёрдого тела, динамике механической системы тел, жидкостей, упругих тел. Сам Эйлер и его выдающиеся современники сделали очень много для реализации этой обширной программы.

Вслед за Эйлером поиск единообразного аналитического аппарата механики продолжил Лагранж. Он провёл глубокий историко-научный анализ путей развития механики от античности до своей эпохи. Формализованный язык механики и методы её построения, введенные Лагранжем, обусловили крупные достижения аналитической механики в 19 в.

К середине 19 в. механистическое естествознание и принципы «классической» науки оказались недостаточно эвристичными. Начались дискуссии о значении принципов классической механики, о взаимоотношении механики со смежными отраслями науки.

В 1869 г., философский факультет Геттингенского университета объявил специальный конкурс на лучшее сочинение по критической истории общих принципов механики. Одним из победителей конкурса был австрийский физик Эрнст Мах. Критические работы Э. Маха, особенно его «Механика, представленная исторически в её развития», имели шумный успех, встретили и одобрение, и критику Больцмана, Планка, Жуковского и др. То есть история естествознания выделялась как самостоятельная наука, а история механики становились одной из ветвей этой науки.

В последние десятилетия 20 века, по мере выделения истории естествознания в особую научную дисциплину, углублялось понимание целей и задач истории механики. История механики как самостоятельная научная дисциплина ставит перед собой цель

сформировать глубокие знания основных закономерностей развития механики; наиболее важных факторов и предпосылок её развития; этапов становления механики.

Можно определить основные взаимосвязанные задачи, которые ставит и решает история механики как одна из историко-научных дисциплин. Первая задача связана с тем, что изучение истории механики, основных законов её развития помогает представить сущность этой науки через призму истории человеческого познания и практики, глубже понять связь и преемственность основных блоков механического знания. Для многих учёных-механиков историко-научный анализ был не просто «добавкой» к теории, но эффективным средством её постижения.

Вторая задача изучения истории механического знания видится в необходимой для любой науки систематизации и классификации накопленных знаний. Следующая важная функция, выполняемая данной дисциплиной, методологического характера и ориентирована на выработку логических и методологических критериев и оценок выбора оптимальных и плодотворных идей и гипотез внутри самой науки. Знание прошлого науки помогает пониманию настоящего и предвидению перспектив дальнейшего развития.

И, наконец, знание истории механики помогает решать педагогические задачи: оно обогащает и углубляет педагогический процесс, учит аргументировать и раскрывать теоретические положения, способствует усвоению теоретических знаний, усаливает наглядность, образный строй лекционного материала. Пример жизни и творчества великих учёных обращает внимание студентов на нравственную сторону деятельности учёного, формирует основы научного этноса: служение истине, запрет на плагиат, стремление к познанию неизвестного, социальную ответственность.

Единство задач, которые формулирует история механики как самостоятельная научная дисциплина, обусловлено единством и преемственностью самого механического знания.

Методология историко-научных исследований связана с философскими позициями в понимании сущности познания, процесса формирования истины, диалектики истины и заблуждения, механизма интеграции социокультурных идеалов, ценностей в научный поиск.

В последние два десятилетия главной тенденцией в понимании возможностей и целей науки был отход от позиций классической

теории познания Нового времени. Центром внимания классической эпистемологии (теории познания) был анализ готового научного знания, а не процесс его получения. Образ науки включал следующие черты: история науки есть процесс накопления доказанных истин за вычетом ошибок и заблуждений; история генезиса (становления) соответствующей науки не даёт сколько-нибудь значительной прибавки знания о сущности изучаемых явлений и остаётся на периферии внимания учёных; из науки должны быть устранены «метафизические» (в данном контексте философские) принципы и прочие социокультурные факторы; история науки оказывается неизменным и статическим набором фактов.

Отход от антиисторической позиции, характерный для современной методологии науки в целом и истории механики в частности, выразился в интересе к психологическим и историческим факторам развития науки, в понимании того, что есть безусловная связь между прошлым, настоящим и будущим любой науки.

Прошлое науки, в том числе механики, не является ни замкнутым, ни статичным. Чтобы показать прошлое механики как динамическое целое, влияющее на современный и будущий научный поиск, необходимо обозначить основные позиции в общеметодологических подходах к истории механики, выяснить основные факторы и этапы её развития.

На разных этапах развития строительной механики методы расчёта сооружений в значительной степени определялись уровнем развития математики, механики и науки о сопротивлении материалов.

До конца 19 в. в строительной механике применялись графические методы расчёта, и наука о расчёте сооружений носила название «графическая статика». В начале 20 в. графические методы стали уступать место более совершенным – аналитическим, и примерно с 30-х гг. графическими методами практически перестали пользоваться. Аналитические методы, зародившиеся в 18 – начале 19 вв. на основе работ Л. Эйлера, Я. Бернулли, Ж. Лагранжа и С. Пуассона, были недоступны инженерным кругам и поэтому не нашли должного практического применения. Период интенсивного развития аналитических методов наступил лишь во 2-й половине 19 в., когда в широких масштабах развернулось строительство железных дорог, мостов, крупных промышленных сооружений. Труды Дж. К. Максвелла, А. Кастильяно (Италия), Д.И. Журавского положили

начало формированию С.м. как науки. Известный русский учёный и инженер-строитель Л.Д. Проскуряков впервые (90-е гг.) ввёл понятие о линиях влияния и их применении при расчёте мостов на действие подвижной нагрузки. Приближённые методы расчёта арок были даны франц.узским учёным Брессом, а более точные методы разработаны Х.С. Головиным. Существенное влияние на развитие теории расчёта статически неопределимых систем оказали работы К.О. Мора, предложившего универсальный метод определения перемещений (формула Мора). Большое научное и практическое значение имели работы по динамике сооружений М.В. Остроградского, Дж. Рэлея, Сен-Венана. Благодаря исследованиям Ф.С. Ясинского, С.П. Тимошенко, А.Н. Динника, Н.В. Корноухова и др. значительное развитие получили методы расчёта сооружений на устойчивость. Крупные успехи в развитии всех разделов С.м. были достигнуты в СССР. Трудами советских учёных А.Н. Крылова, И.Г. Бубнова, Б.Г. Галёркина, И.М. Рабиновича, И.П. Прокофьева, П.Ф. Папковича, А.А. Гвоздева, Н.С. Стрелецкого, В.З. Власова, Н.И. Безухова и др. были разработаны методы расчёта сооружений, получившие широкое распространение в проектной практике. В научных учреждениях и вузах СССР созданы и успешно развиваются новые научные направления в области С.м. Важным проблемам С.м. посвящены исследования В.В. Болотина (теория надёжности и статистические методы в С.м.), И.И. Гольденблата (динамика сооружений), А.Ф. Смирнова (устойчивость и колебания сооружений) и др.

Библиографический список

1. Тимошенко С.П. История науки о сопротивлении материалов с краткими сведениями по истории теории упругости и теории сооружений, пер. с англ. – М.: Гос. изд-во техн.-теор. лит., 1957. – 537 с.
2. Киселев В.А. Строительная механика. – М.: Стройиздат, 1969. – 432 с.
3. Снитко Н.К. Строительная механика. – М.: Высш. шк., 1980. – 431 с.
4. Болотин В.В. Строительная механика / В.В. Болотин, И.И. Гольденблат, А.Ф. Смирнов. –М.: Стройиздат, 1961. – 133 с.

ОПЫТ ПРОХОЖДЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ СТУДЕНТАМИ НАПРАВЛЕНИЯ «ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА» ЗА ПРЕДЕЛАМИ СИБГИУ

Кандидат технических наук, доцент

Баклушина И.С.

Практика студентов является составной частью образовательной программы высшего профессионального образования при подготовке бакалавров (учебная, производственная), специалистов (учебная, первая и вторая производственные) и магистров (производственная). Сроки проведения практик устанавливаются университетом в соответствии с учебным планом и годовым учебным графиком. Производственная практика осуществляется для формирования и закрепления профессиональных знаний, умений и навыков, полученных в результате теоретической подготовки, а также для изучения производственного опыта, приобретения организаторских навыков работы.

Программа практики является индивидуальной и составляется с учетом места практики, направления и профиля подготовки студента.

Документом о результатах практики студента является отчет. В нем студент дает краткую характеристику места практики, функций организации и формирует личные цели практик, согласно программе. Отдельно в отчете формулируются предложения по совершенствованию работы организации, технологии и других направлений деятельности организации. Оформленный (согласно требованиям ДП 7.5.1-2.0-2009) и сброшюрованный отчет студент по итогам экзамена сдает руководителю практики.

Студенты, не выполнившие программу практики по уважительным причинам, направляются на практику вторично в свободное от занятий время. Студенты, не выполнившие программу практики по неуважительным причинам или получившие неудовлетворительную оценку на экзамене по практике, могут быть отчислены из университета, как имеющие академическую задолженность.

Опыт прохождения производственной практики студентами направления 150600.62 – «Прикладная механика» за пределами Сибирского государственного индустриального университета

показывает некоторые сбои в организации и проведении практик, растерянность студентов в порядке оформления документов, отсутствия информации и знаний о своих правах и обязанностях как практиканта и т.д. В связи с этим предлагается ввести «дневник - памятку» по производственным практикам, который рекомендуется выдавать студенту на организационном собрании в первый день практики.

В дневнике наряду с программой практики имеются рекомендации руководителя от университета и руководителя практики от организации, а так же памятка студенту, включающая в себя:

– путевку на практику;

– перечень обязанностей студента до начала, во время и по окончанию практики;

– правила охраны труда и техники безопасности;

– правила ведения дневника;

– порядок составления отчета;

– перечень обязанностей базовой организации;

– перечень обязанностей студента;

– календарный график прохождения практики (вид и сроки работы, рабочее место);

– индивидуальные задания по практике (с указанием даты выдачи, краткого содержания задания, сроки и отметка о выполнении);

– дневник работы студента;

– производственную характеристику на практиканта (данные о выполнении программ практик и индивидуальных заданий, об отношении студента к работе, участия в общественной жизни, научно–исследовательской и рационализаторской работе, дисциплине);

– выводы и предложения студента по практике;

– заключение руководителя практики от университета.

Таким образом, с введением «дневника - памятки» для студента оказывается помощь в организации поэтапного прохождения практики, в оформлении документации, в правилах поведения на предприятии, в составлении отчета и т.д., как на производстве, так и на базе университета.

МУЗЕЙ НАУКИ, КАК ИНСТРУМЕНТ ОБРАЗОВАНИЯ

Кандидат технических наук, доцент

Куклин С.А.

В своей преподавательской деятельности постоянно сталкиваешься с проблемой того, что у студентов нет связи между формулами которые они пишут и реальными задачами. Например, если даже они знают, что напряжение можно определить, как отношение силы к площади, большинство понятия не имеет про какую площадь идет речь, если им предложить порвать полоску бумаги. Это не единственный пример, думаю, что каждый преподаватель может привести массу чего-то подобного.

Думается, что причиной такой оторванности от реального мира является не соответствие уровня знаний студентов и излагаемого им материала. Преподаватель в соответствии с учебной программой должен рассказывать о сложных эффектах, различных специфических особенностях в какой-то области, а на самом деле многим нужно повторить материал 7-го класса.

Отправить человека со студенческой скамьи в среднюю школу не реально, требуются какие-то другие меры. Одной из таких мер можно предложить создание в институте музея науки. Имеется в виду такого музея, в котором каждый мог бы провести какой-нибудь опыт своими руками. Подобные музеи (они могут называться по-разному) есть в крупных городах, но они должны присутствовать в каждом городе, более того в каждом учебном заведении. Туда с охотой приходят и взрослые и дети. Однако следует заметить, что в посещаемых музеях есть один общий недостаток – есть экспонаты, но нет пояснений с формулами. Возможно для массового посетителя так и должно быть, но в учебных заведениях такие пояснения необходимы.

В подобном музее не должно быть сложных дорогостоящих приборов, необходимо поместить самые простейшие экспонаты, освещающие основы физики. Допустим опыт Галилея с наклонной доской, опыт Ньютона с разложением света призмой, скамья Жуковского.

Приведу примеры простейших экспонатов с использованием нити.

1. Маятник. Показать связь периода колебаний с длиной маятника. Маятник длиной 25*см* имеет период в 2 раза меньший, чем маятник длиной 1*м* (1*сек* и 2*сек*). При вращении опоры маятника плоскость колебаний не меняется.

2. Разрыв. Одна нить выдерживает примерно 1*кг*. Сколько выдержит канат диаметром 1*см*, выполненный из таких нитей. Показать связь с понятием напряжения. Показать, что диаметр нити можно замерить, намотав несколько витков на карандаш.

3. Разрыв нити растянутой между двумя гвоздями. Показать, как определить внутренние усилия в такой ситуации (векторная алгебра).

4. Разрыв под действием центробежных сил. Чтобы порвать прядь из четырех нитей с грузом на конце, её надо вращать в два раза быстрее, чем для того чтобы порвать одну нить

5. Построение эпюр при помощи нити (рисунок 1). Под действием приложенных сил нить изгибается в соответствии с величиной момента.

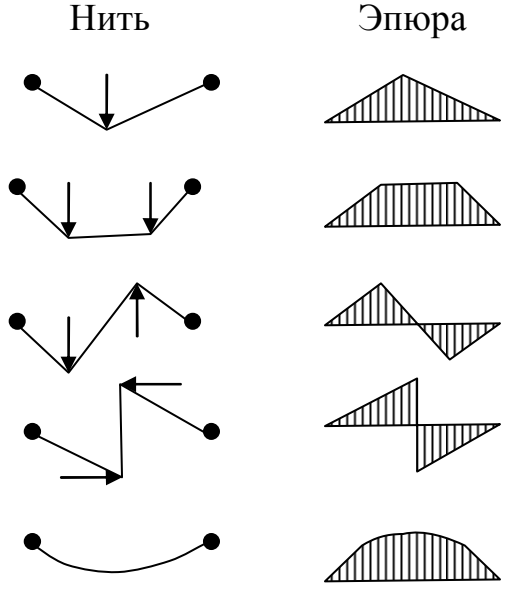


Рисунок 1 – Построение эпюр при помощи нити

Интересны также опыты с водой.

1. Струя воды направленная горизонтально движется по параболе. Вывести формулу этой параболы.

2. Интерференция волн, возбуждаемых двумя источниками. Показать по каким законам происходит сложение.

3. Преломление света. Здесь можно начав с простейшего закона Снелла, перейти к оптике, а для более развитых студентов показать переход к квантовой электродинамике.

4. Пузырьки, поднимающиеся вверх (рисунок 2), постепенно удаляются друг от друга, по мере удаления от источника, имеют приплюснутую форму. Почему?

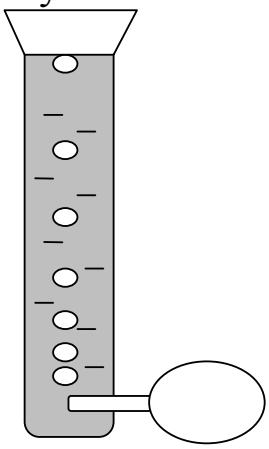


Рисунок 2 – Опыт с пузырьками

5. Эффект Кориолиса (рисунок 3). Хотя этот пример сложней в реализации, но очень полезен. Изначально имеющие форму параболы струйки воды (светло серый цвет) искривляются (темно серый цвет), если закрутить тарелку с трубками. Показать формулы для определения ускорения Кориолиса.

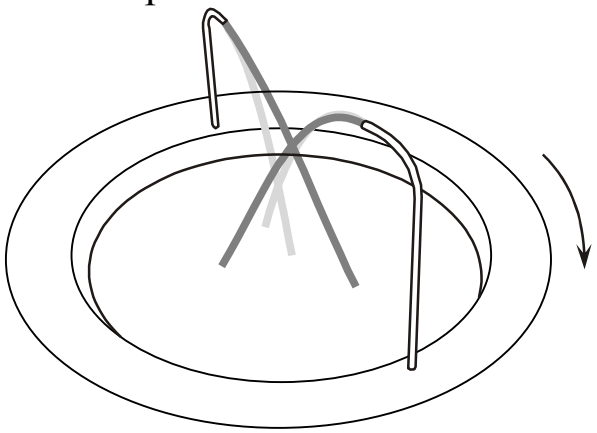


Рисунок 3 – Эффект Кориолиса на примере струек воды

Можно придумать еще массу подобных простых, но эффектных экспонатов. В институте много преподавателей с большим педагогическим опытом, если они откликнутся, то, для обмена опытом, в подобный музей полезно будет зайти не только студентам, но и преподавателям. В случае удачной реализации можно приводить школьников. Для лучшего понимания физических основ и для пропаганды можно создать сайт музея. Конечно для реализации потребуются какие-то материальные затраты, но величина затрат и эффект от реализации будут несоизмеримы.

Учебно-методическое издание

ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МАШИН

МАТЕРИАЛЫ СЕДЬМОЙ
УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

Подписано в печать 17.12.13г.
Формат бумаги 60х84 1/16. Бумага писчая. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 3,9. Уч.-изд. л. 4,16. Тираж 150 экз. Заказ №613.

Сибирский государственный индустриальный университет
654007, г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42.
Издательский центр СибГИУ