

ТЕХНОЛОГИЯ ИННОВАЦИОННОГО ПРОЦЕССА ПРОВЕДЕНИЯ ЗАНЯТИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОМПОНОВКИ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ЗУБЧАТЫХ РЕДУКТОРОВ

Н.А. Кузин

Командно-инженерный институт МЧС Республики Беларусь
Минск, Беларусь

Ранее были представлены сведения о новом – поэтапном, в динамике, процессе выполнения компоновки прямозубого, косозубого и шевронного зубчатых цилиндрических редукторов, позволяющие обучаемому, при применении этого процесса, существенно интенсифицировать процесс курсового проектирования деталей машин. Здесь приведены сведения о технологии, названного выше процесса проведения занятия, позволяющие преподавателю так организовать процесс проведения занятия, чтобы обучаемые имели возможность существенно интенсифицировать процесс проектирования цилиндрических редукторов.

Многу были представлены в [1...5] и др. литературе сведения о новом подходе к решению вопросов, связанных с компоновкой зубчатых и червячных редукторов, о новой методике выполнения компоновки редукторов, о поэтапном, в динамике, процессе выполнения компоновки зубчатого, прямозубого и непрямоугольного цилиндрического, а также зубчатого конического и червячного редукторов. Поэтапный, в динамике, процесс выполнения компоновки – это одна из главных инноваций, предложенных мной и проверенных на практике, для интенсификации процесса курсового проектирования деталей машин. Разработанный и созданный автором, новый вид средств обучения позволяет получить сведения о процессе выполнения компоновки поэтапно, в динамике, с помощью двухцветного изображения всех этапов компоновки в учебно-методическом или другом пособии на экране или на бумаге. Красным цветом изображены на каждом этапе только новые сведения (это не касается текстового материала), а черным цветом написаны буквы, цифры и изображены линии, сведения о которых даны на предыдущем этапе.

Сведения о технологии процесса проведения занятия по выполнению компоновки цилиндрических зубчатых редукторов, приводимые ниже в данной статье, позволяют преподавателю так организовать процесс проведения занятия, чтобы обучаемый имел возможность существенно интенсифицировать процесс проектирования зубчатого цилиндрического редуктора.

Для удобства замеров расстояний при составлении расчетных схем валов в процессе подбора подшипников качения, рекомендуется схему компоновки чертить карандашом на миллиметровой бумаге, но можно и на листах ватмана. Все детали вычерчивают в масштабе 1:1. Обучаемым, проектирующим однотипные редукторы, рекомендуется объединиться в отдельные группы. Это позволит им быстрее решать некоторые одинаковые конструкторские задачи, а преподавателю позволит уделить больше вни-

мания решению сложных задач, возникающих в процессе выполнения компоновки. Преподавателю рекомендуется по возможности активно контролировать процесс работы обучаемых и давать рекомендации по устранению ошибок. Перед началом работы над выполнением компоновки следует, например, с помощью плакатов дать краткие сведения о поэтапном, в динамике, процессе выполнения компоновки одного из типов проектируемых редукторов. Учитывая, что обучаемые будут в процессе работы затрачивать разное количество времени на выполнение этапов компоновки, рекомендуем дать перед началом процесса выполнения компоновки сведения, которые необходимо иметь для ее выполнения. Так как на предыдущих этапах расчетов они были не нужны, эти сведения необходимо дать им.

Контур внутренней поверхности стенки корпуса редуктора надо чертить на расстоянии n от линии вершин зубьев и торцов или ступиц зубчатых колес, если длины ступиц больше ширины венцов зубчатых колес. Расстояние n предусматривается с целью не допустить соприкосновения вращающихся деталей со стенками корпуса и крышки корпуса редуктора. При этом расстояние n берется от наружного кольца подшипника ведущего вала, а не от линии вершин зубьев шестерни, если его наружный диаметр D больше диаметра вершин зубьев шестерни. Рекомендуется принимать $n = \sqrt[3]{L + 3}$, где L – расстояние между внешними поверхностями шестерни и колеса, взятое вдоль общей оси симметрии зубчатых колес.

Для того, чтобы зубчатые колеса в процессе вращения не увлекали отстой грязи со дна корпуса редуктора, между дном корпуса и зубчатым колесом предусматривается зазор $n' \geq 3n$.

Детали цепных, ременных и др. передач (шкивы, звездочки или др.), создающие консольную нагрузку на выходных концах валов, рекомендуется располагать на расстоянии n от головок болтов и винтов, крепящих крышки подшипников узлов.

Необходимо выбрать тип и типоразмер подшипника для каждого вала редуктора. Для этого можно воспользоваться справочником – каталогом подшипников качения или литературой [5].

Выбирают по вышеназванной литературе величины ширины B , диаметра отверстия внутреннего кольца d , наружного диаметра наружного кольца D и монтажной высоты T подшипника (только для роликового конического подшипника), а также угол контакта α (для радиально-упорных подшипников). Для роликовых конических подшипников необходимо дополнительно выбрать величину e – предельного значения отношения $\frac{F_e}{F}$, обуславливающего выбор коэффициентов x и y .

Выбрав размеры подшипников, необходимо проверить возможность установки стяжного болта, расположенного между отверстиями под подшипниками для обеспечения плотности и герметичности стыка фланцев корпусных деталей. Исходя из условия размещения подшипников, требуемое межосевое расстояние

$a_{mp} = 0,5(D_E + D_T) + \Delta$, где D_E и D_T – наружные диаметры наружных колец подшипников соответственно быстроходного и тихоходного валов;

Δ – зазор между наружными кольцами подшипников.

Необходимо выбрать схему установки подшипников в соответствии с [6...7] и рассчитать для каждого типораз-

мера радиально-упорных подшипников расстояние от точки приложения реакций подшипника к валу до торца подшипника определяемое по формулам:

$$a = 0,5 \left[B + \frac{(d + D)}{2} \operatorname{tg} \alpha \right] \quad \text{-- для шариковых радиально-упорных подшипников;}$$

$$a = \frac{T}{2} + \frac{(d + D)e}{6} \quad \text{-- для роликовых конических подшипников.}$$

Необходимо выбрать метод смазывания зубчатых колес и подшипников, так как он оказывает влияние на расположение подшипников по отношению к внутренней поверхности стенки корпусной детали редуктора. При отсутствии маслосбрасывающих колец, подшипники рекомендуется устанавливать на расстоянии $y = 3 \dots 5$ мм от внутренней поверхности стенки корпуса и крышки корпуса редуктора. Если имеются маслосбрасывающие кольца, положение подшипника по отношению к внутренней поверхности стенки редуктора определяется шириной этого кольца. Можно рекомендовать принять $y = 10$ мм.

Преподаватель должен дать рекомендации по определению длины отверстия $l_{отв}$ под подшипник. Длину подшипникового гнезда надо согласовать с шириной фланца, необходимой для размещения головки винта или гайки [5, 7].

Необходимо дать сведения о точках приложения радиальных реакций подшипников к осям валов, например, в соответствии с [7]. После получения названных сведений, обучаемые должны приступить к выполнению компоновки редуктора в соответствии с технологией поэтапного, в динамике, процесса выполнения компоновки цилиндрического зубчатого редуктора.

1. Кузин Н.А. Методические рекомендации по технической механике. Составление эскизной компоновки одноступенчатых редукторов. – Мн.: МЗПГ. 1984. – 48 с.
2. Кузин Н.А. Новый подход к решению вопросов, связанных с компоновкой редукторов // Информационные и сетевые технологии – образовательная среда века: Материалы Республиканской научно-методической конференции. – Мн., 2003. – С. 58-62.
3. Кузин Н.А. Комплекс специальных учебных пособий и новая методика проведения занятий по компоновке зубчатых и червячных редукторов // Машиностроение. – Мн., 2004. – Вып. 20. – С. 322-328.
4. Кузин Н.А. Поэтапный, в динамике, процесс выполнения компоновки цилиндрического прямозубого редуктора // Инновации в системе повышения квалификации и переподготовки инженерно-педагогических кадров: Материалы Международной научно-методической конференции. – Мн., 2006. – С. 158-161.
5. Кузин Н.А. Техническая механика. Выбор и расчет подшипников качения. – Мн.: УП "Технопринт", 2001. – 102с.
6. Детали машин. Проектирование / Л.В. Курмаз, А.Т. Скойбеда. – Мн.: УП "Технопринт", 2001. – 290 с.
7. Дунаев П.Ф., Леликов О.П. Конструирование узлов и деталей машин. – М.: Издательский центр "Академия", 2003. – 496 с.

УДК 621.81(076)

ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОЦЕССА ПРОВЕДЕНИЯ ЗАНЯТИЯ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ РАССТОЯНИЙ ОТ ТОЧЕК ПРИЛОЖЕНИЯ РАДИАЛЬНЫХ РЕАКЦИЙ ПОДШИПНИКОВ И КОНСОЛЬНЫХ СИЛ К ВАЛАМ ДО ТОЧКИ ПРИЛОЖЕНИЯ СИЛ В ЗАЦЕПЛЕНИИ РЕДУКТОРА

Н.А. Кузин

Командно-инженерный институт" МЧС Республики Беларусь
Минск, Беларусь

Исследования эффективности применения аналитического способа определения расстояний от точек приложения радиальных реакций подшипников и консольных сил к валам до точки приложения сил в зацеплении редуктора, по разработанной мной технологии проведения занятия, показывают, что на определение этих расстояний обучаемым затрачивается в среднем в 3...5 раз меньше времени, чем в случае, когда мы находим расстояния с помощью традиционного метода – с помощью компоновки редуктора.

Аналитический способ определения расстояний от точек приложения реакций подшипников к валу до точки приложения сил в зацеплении редуктора, взятых вдоль оси вала, – это одна из главных инноваций, предложенных мной для интенсификации процесса курсового проектирования деталей машин. Считаю, что этот способ достаточно научно обоснован, и я его успешно применяю в учебном процессе. Наиболее подробное описание аналитического способа определения расстояний, необходимых для составления расчетных схем валов проектируемых редукторов, а также сведения о применении его на практике даны в [1_5]. В предложенном способе учитываются: принятая методика подбора подшипников качения, методы смазывания подшипников и зацепления, ширина фланцев по разьему корпуса редуктора, толщина стенок корпусных деталей, длина отверстия (глубина гнезда) под подшипник и др. Это дает возможность получать обоснованные и достоверные, как показала многолетняя практика, сведения, необходимые для дальнейших расчетов в процессе проектирования.

В своем выступлении на II Международной научно-технической конференции "Современные методы проектирования машин" я привел сведения о том, что эффект от применения рекомендуемого аналитического способа определения расстояний выражается в существенном сокращении времени на выполнение курсового проекта, так как компоновку не нужно делать вообще. Расстояния, необходимые для составления расчетных схем валов, мы определяем с помощью расчетов, требующих тех же знаний, которые нужны и для выполнения компоновки редуктора. Важным достоинством применения такого способа определения расстояний, как аналитический, является то, что преподаватель активно и на должном уровне может провести консультацию за сравнительно короткий период времени с целой группой студентов. Особую ценность это имеет при проведении занятий с обучаемыми заочной формы обучения.