

тернативным будет являться газотурбинный привод на базе газотурбинного двигателя ГТД-4РМ мощностью 4000 кВт и коэффициентом полезного действия равным 32,5%. Частота вращения выходного вала составляет 10500 об/мин, но после присоединения к двигателю червячно-цилиндрического редуктора Р-45-01 (коэффициент полезного действия равен 95%), это значение можно регулировать и снизить до необходимых 3000 об/мин. Расход газа на все газотурбинные двигатели составляет 3 761,64 м³/ч.

Зная общий часовой расход газа, посчитаем годовые затраты. Они составят 204 758 820 рублей. В связи с переходом на газотурбинный привод, экономия затрат с учетом снижения расхода электроэнергии на привод насоса составит 43 926 140 рублей ежегодно (согласно упрощенному расчету).

Газотурбинный привод позволяет существенно уменьшить денежные затраты на электропотребление нефтеперекачивающей станции, так как основными потребителями электричества на станции являются электродвигатели приводов насосов.

Список литературы

1. Газотурбинная блочно-модульная электростанция ГТЭС «Урал-6000» [Электронный ресурс] http://www.avid.ru/products/eps/gts_ural-6000.
2. Новые технические решения для проекта «Сахалин 2» [Электронный ресурс] http://www.avid.ru/upload/pages/6370/NOVYYE_TEKHNICHESKIE_RESHENIA_DLA_PROJEKTA_SAKHALIN-2.pdf.
3. Газотурбинные установки [Электронный ресурс] http://www.manbw.ru/analitics/gas-turbine_units_power_station_power_plant.html.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПИЩЕВЫХ И КОРМОВЫХ ПРОДУКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОНВЕКТИВНОЙ СУШКИ

Павлова Н.Е., Данылиев М.М., Дворянинова О.П.

ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», Воронеж,
e-mail: max-dan@yandex.ru

Комплексная переработка рыбного сырья путем рационального использования побочных продуктов разделки и расширение ассортимента биологически полноценных продуктов пищевого, кормового и технического назначения для улучшения структуры питания, обеспечения ресурсосбережения, экологичности и продовольственной безопасности страны актуальная проблема развития рыбохозяйственного комплекса РФ. Цель работы заключается в переработке побочных продуктов разделки рыбы, в частности мясокостного остатка с целью получения сухих основ для производства бульонов, супов, соусов, а также сухих кормовых продуктов. Получаемый продукт не содержит запрещенных или условно запрещенных искусственных пищевых добавок. Сухие рыбные основы для бульона представляют собой высушенный (конвективная сушка) и измельченный определенным способом мясокостный остаток, полученный после сепарирования побочных продуктов разделки трески (или других видов промысловых рыб), помещенный в пакет из термосвариваемой фильтр-бумаги. Конкурентные преимущества данного решения заключаются в обосновании мероприятий и их техническом оснащении с целью производства сухих рыбных основ на основе объектов аква- и марикультуры, что позволит выпускать пищевые и кормовые продукты высокой пищевой и биологической ценности, расширить ассортимент с учетом рыночного спроса, внедрить технологии продуктов функционального питания для конкретных групп населения.

Список литературы

1. Данылиев М.М. Особенности гистоморфологического строения мышечной ткани мяса некоторых прудовых рыб в процессе автолиза [Текст] / М.М. Данылиев, А.В. Гребенщиков, И.В. Поленов //

Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2009. – № 3. – С. 63–67.

2. Антипова Л.В. Продукты функционального питания на основе биомодифицированного сырья [Текст] / Л.В. Антипова, Л.А. Зубаирова, А.Я. Гизатов, М.М. Данылиев // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2005. – № 4. – С. 31–34.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТОЧНОСТИ НАРЕЗАНИЯ КОНИЧЕСКИХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС С КРУГОВЫМИ ЗУБЬЯМИ МЕТОДОМ ОБКАТА

Паренкина Е.В., Ахкиямов Д.Р.

Казанский федеральный университет, филиал,
Набережные Челны, e-mail: damir-rx@mail.ru

Повышение качества работы и надежности механизмов обуславливает ужесточение требований к качеству зубчатых передач. Точность зубчатых колес характеризуется комплексом показателей, устанавливаемых стандартами [1]. Этими показателями оперирует проектировщик, устанавливая их в качестве технических требований к изделию. Производитель же имеет дело с производственными погрешностями технологической системы, и ему бывает затруднительно связать эти погрешности с допусками, заданными проектировщиком, в частности, произвести прогнозную оценку точности изготовления. Это диктует необходимость располагать средствами учета и моделирования погрешностей технологической системы, причем во взаимосвязи с показателями качества производимого изделия.

Предлагаемый метод оценки показателей точности нарезаемых колес основан на функциональном подходе к образованию погрешностей конического зубчатого колеса, а также на применении математического аппарата преобразования координат [2]. При этом элементы технологической системы представляются как совокупность твердых тел, каждое из которых может быть заменено системой координат. Эти системы координат располагаются в той последовательности, в которой расположены элементы технологической системы в направлении от заготовки к инструменту.

Рассмотрим данный подход применительно к изготовлению конического зубчатого колеса на зуборезном станке для нарезания конических колес, схема которого представлена на рис. 1. Можно выделить следующие элементы технологической системы (рис. 1):

1. Шпиндельный узел изделия, имеет вращение, обозначаемое C' .
2. Бабка изделия, имеет перемещение по координате z' . При моделировании эта координата имеет постоянную величину.
3. Стол станка, совершает наладочное перемещение, обозначаемое B . При моделировании эта координата имеет постоянную величину.
4. Люлька, имеет вращение, обозначаемое C .

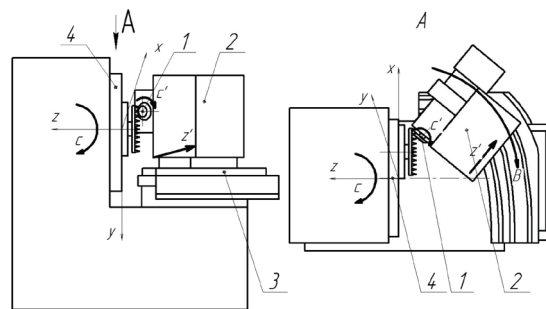


Рис. 1. Схема зуборезного станка для нарезания конических колес

Уравнение идеальной поверхности – математическое описание движения инструмента в системе координат заготовки – определяется из выражения:

$$r_3 = A^C A^Z A^B A^C r_n, \quad (1)$$

где r_3 – вектор, элементами которого являются координаты идеальной поверхности заготовки; A^C , A^Z , A^B , A^C , – матрицы преобразований по соответствующим координатам; r_n – вектор, элементами которого являются координаты поверхности режущего инструмента.

Реальное зубчатое колесо можно рассматривать как изделие, отражающее неточности средств его изготовления, которые будут проявляться при эксплуатации, изменяясь в функции перемещения звена. Неточности средств изготовления, то есть погрешности каждого элемента технологической системы можно представить в виде малого смещения элемента как твердого тела вместе со своей координатной системой. Это малое смещение (вариация) передается через всю технологическую систему на заготовку (обрабатываемую поверхность) и моделируется матрицей вариации δA^i , элементы которой представляют собой погрешности, вносимые данным элементом по соответствующей координате. Матрица вариации подставляется в выражение (1) перед матрицей соответствующего элемента.

При моделировании станка для нарезания конических колес были определены следующие функции выходной погрешности от элементов технологической системы:

– от вращения шпиндельного узла изделия:

$$\delta r_{z(sp)} = \begin{pmatrix} 0 & -\delta C_{sp} & \delta B_{sp} & \delta x_{sp} \\ \delta C_{sp} & 0 & -\delta A_{sp} & \delta y_{sp} \\ -\delta B_{sp} & \delta A_{sp} & 0 & \delta z_{sp} \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} A^C A^Z A^B A^C r_n, \quad (2)$$

где δx_{sp} , δy_{sp} – составляющие радиального биения шпинделя изделия, приспособления и заготовки, δz_{sp} – составляющие осевого биения этих элементов, δA_{sp} – составляющие торцевого биения этих элементов, δC_{sp} – функция кинематической погрешности (неравномерности вращения) кинематической цепи изделия.

– от наладочного перемещения бабки изделия:

$$\delta r_{z(b)} = A^C \cdot \begin{pmatrix} 0 & 0 & \delta B_b & 0 \\ 0 & 0 & -\delta A_b & 0 \\ -\delta B_b & \delta B_b & 0 & \delta z_b \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} A^{ZB} A^C A^C r_n, \quad (3)$$

где δz_b – погрешность позиционирования бабки изделия, δB_b – отклонение от параллельности траектории перемещения относительно оси шпинделя изделия в горизонтальной плоскости; δA_b – то же в вертикальной плоскости.

– от наладочного перемещения стола:

$$\delta r_{z(st)} = A^C A^Z \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & \delta x_{st} \\ 0 & 0 & 0 & \delta y_{st} \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} A^B A^C r_n, \quad (4)$$

где δx_{st} – отклонение от постоянства положения оси шпинделя изделия по высоте при повороте сто-

ла; δy_{st} – отклонение от постоянства положения оси шпинделя изделия по горизонтали при повороте стола.

– от вращения люльки:

$$\delta r_{z(l)} = A^C A^Z A^B \begin{pmatrix} 0 & -\delta C_l & 0 & 0 \\ \delta C_l & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} A^C r_n, \quad (5)$$

где δC_l – функция кинематической погрешности (неравномерности вращения) кинематической цепи люльки.

Суммируя результаты выражений (2)–(5), можно определить вектор погрешностей реальной поверхности с учетом геометрических и кинематических погрешностей технологической системы. В данном случае вектор будет состоять из трех элементов по осям координат и являться функцией угла поворота люльки C , поскольку при нарезании конического колеса методом обката остальные переменные можно выразить через него:

$$\delta r(C) = \begin{pmatrix} \delta x(C) \\ \delta y(C) \\ \delta z(C) \end{pmatrix} = \delta r_{z(sp)} + \delta r_{z(b)} + \delta r_{z(st)} + \delta r_{z(l)}. \quad (6)$$

В элементах вектора $\delta r(C)$ основное влияние имеют составляющие вида $f \cdot \sin(kC)$ или $g \cdot \sin(kC)$, где f , g , k – некоторые коэффициенты. Таким образом, коническое зубчатое колесо является носителем периодической ошибки, составляющие которой образуют гармонический ряд и могут быть приняты изменяющимися по синусоидальному закону. В этом ряду основная составляющая имеет наибольший период, равный одному или нескольким оборотам нарезаемого колеса, а остальные составляющие – циклические – имеют периоды меньше одного оборота колеса.

Для определения показателей точности нарезаемого зубчатого колеса необходимо проанализировать условия переноса выходной погрешности технологической системы зуборезного станка на профиль изделия. Обычно при профилировании конических колес система отсчета ошибок базируется на рассмотрении малых смещений точного плоского производящего колеса, зацепляющегося с нарезаемым колесом. Согласно классической теории точности, образование погрешности следует рассматривать по линии действия механизма. В данном случае линией действия является линия станочного зацепления $n-n$ (рис. 2). Элементы вектора (6) приводятся к линии зацепления, т.е. проецируются на нее:

$$\Delta n_x(C) = \delta x(C) \cdot \cos(\alpha), \quad (7)$$

$$\Delta n_y(C) = \delta y(C) \cdot \sin(\alpha), \quad (8)$$

$$\Delta n_z(C) = \delta z(C) \cdot \sin(\beta) \cdot \cos(\alpha), \quad (9)$$

где β – угол наклона линии зуба; α – угол зацепления.

Просуммировав выражения (7)–(9), определяем суммарную погрешность технологической системы по линии зацепления:

$$\Delta n(C) = \Delta n_x(C) + \Delta n_y(C) + \Delta n_z(C). \quad (10)$$

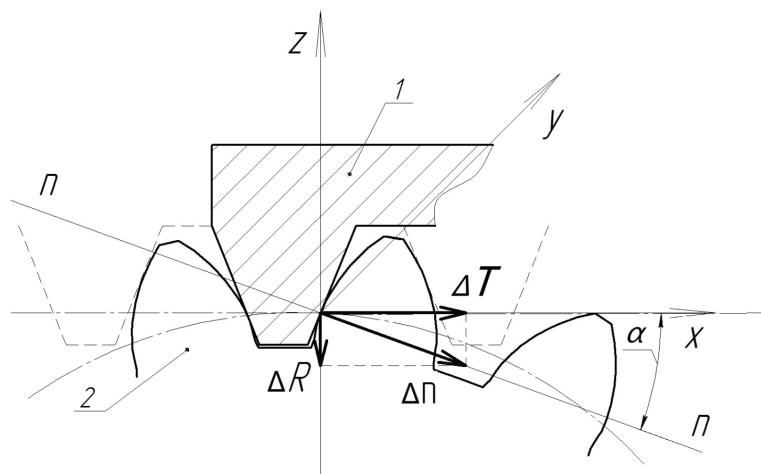


Рис. 2 Схема станочного зацепления между производящим колесом и заготовкой:
1 – резцовая головка, имитирующая зуб производящего колеса; 2 – заготовка

Полученная величина характеризует неточности положения производящего колеса относительно боковых поверхностей зубьев и может быть пересчитана в показатели точности нарезаемого колеса.

Первым этапом перехода от суммарной погрешности $\Delta n(C)$ по линии зацепления к показателям точности изготавливаемого колеса является разложение $\Delta n(C)$ на радиальную $\Delta R(C)$ и тангенциальную $\Delta T(C)$ составляющие (рис. 2).

Радиальная составляющая представляется как проекция на ось Z суммарной погрешности $\Delta n(C)$ по линии зацепления:

$$\Delta R(C) = \Delta n(C) \cdot \sin(\alpha). \quad (11)$$

Тангенциальная составляющая рассматривается как проекция суммарной погрешности $\Delta n(C)$ по линии зацепления на ось X и записывается в следующем виде:

$$\Delta T(C) = \Delta n(C) \cdot \cos(\alpha). \quad (12)$$

И тангенциальная и радиальная составляющие являются суммой множества гармоник. С другой стороны, стандартные показатели точности зубчатого колеса распределяются по нескольким группам. Из них комплекс показателей кинематической точности определяется основной гармоникой ошибок. Следовательно, для сопоставления погрешностей технологической системы стандартным показателям кинематической точности необходимо исследовать основные гармоники функций $\Delta R(C)$ и $\Delta T(C)$, то есть изменение этих составляющих за один оборот заготовки.

Радиальное биение зубчатого венца изготовленной шестерни F_{rr} определяется по изменению радиальной составляющей $\Delta R(C)$ на промежутке от 0 до 2π , то есть как разность между максимальным и минимальным значениями функции $\Delta R(C)$ на этом промежутке.

$$F_{rr} = \max_{0 \leq C \leq 2\pi} [\Delta R(C)] - \min_{0 \leq C \leq 2\pi} [\Delta R(C)]. \quad (13)$$

Аналогично, значение наибольшей кинематической погрешности F'_{ir} определяется как разность максимального и минимального значений тангенциальной составляющей $\Delta T(C)$ на промежутке от 0 до 2π .

$$F'_{ir} = \max_{0 \leq C \leq 2\pi} [\Delta T(C)] - \min_{0 \leq C \leq 2\pi} [\Delta T(C)]. \quad (14)$$

Комплекс показателей плавности работы определяется циклическими гармониками суммарной ошибки. Следовательно, для их определения необходимо исследовать циклические составляющие $\Delta R(C)$ и $\Delta T(C)$.

Стандартом выделяется циклический параметр – циклическая погрешность обката зубцовой частоты f_{cr} . Определить эту величину можно, вычисляя изменение тангенциальной составляющей $\Delta T(C)$ в пределах одного углового шага, то есть при изменении C на $2\pi/z_k$, где z_k – число зубьев нарезаемого колеса. В качестве итогового значения выбирается наибольшее из значений на всех промежутках:

$$f_{zcr} = \max_{0 \leq l \leq z_k} \left\{ \max_{\frac{2\pi}{z_k} - l \leq C \leq \frac{2\pi}{z_k} - l + 1} [\Delta T(C)] - \min_{\frac{2\pi}{z_k} - l \leq C \leq \frac{2\pi}{z_k} - l + 1} [\Delta T(C)] \right\}. \quad (15)$$

Предлагаемый подход позволяет установить взаимосвязь между комплексом показателей точности зубчатого колеса и производственными погрешностями. На основе этого, на стадии подготовки производства появляется возможность прогнозировать точность изготавливаемых зубчатых колес. Таким образом, можно оценить возможности действующего производства по реализации возможного заказа или подобрать необходимые средства технологического оснащения для создания нового производства.

Список литературы

1. ГОСТ 1758-81. Передатки зубчатые конические и гипоидные. Допуски. – М., 1987 – 43 с.
2. Решетов Д.Н., Портман В.Т. Точность металлорежущих станков. – М.: Машиностроение, 1986. – 336 с.

ПРОБЛЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ ЖИЛЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Подгорный О.М., Казеев А.П., Дедикова Т.Г.

Армавирский механико-технологический институт, филиал
ФГБОУ ВПО «КубГУ», Армавир,
e-mail: dedikova.t@yandex.ru

Цель данной работы: выяснить причины нарушения экологичности помещений в шестнадцати квартирных домах, начало постройки которых осу-