

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ ПРИ СОЗДАНИИ ТРАНСМИССИЙ СОВРЕМЕННЫХ КОКСОВЫХ МАШИН

В.И. Рындяев

Предложены частные критерии оценки проектных решений систем трансмиссий коксовых машин. Показано, что первостепенное значение для количественной оценки критериев работоспособности имеют значения эквивалентных и максимальных динамических нагрузок.

Ключевые слова: критерии оценки, нагрузки, система трансмиссий.

Запропоновані часткові критерії оцінки проектних рішень систем трансмісії коксових машин. Показано, що першочергове значення для кількісної оцінки критеріїв працездатності мають значення еквівалентних і максимальних динамічних навантажень.

Ключові слова: критерії оцінки, навантаження, система трансмісії.

Proposed special criteria for assessing design solutions of systems of transmission of coke machines. It is shown that the primary importance to quantify the performance criteria are equivalent and maximum values of dynamic loads.

Keywords: evaluation criteria, loads, the transmission system.

1. Введение

Отличительной особенностью коксового производства является непрерывная работа основных машин в условиях интенсивно действующих нагрузок [1]. Это приводит к высокой напряженности всех элементов трансмиссий приводов коксовых машин.

Отечественное коксохимическое машиностроение сумело повысить уровень допускаемых напряжений зубчатых передач редукторов при расчёте на контактную выносливость и на выносливость при изгибе, однако число отказов не уменьшается, а расход запасных частей увеличивается.

Причина такого неблагоприятного положения – возросшие динамические нагрузки и появление в трансмиссиях нетехнологических нагрузок. Поэтому создание работоспособных приводов для коксовых машин в условиях интенсивно действующих нагрузок стало острой проблемой, от решения которой в значительной мере зависят показатели отечественных коксохимических заводов.

Целью настоящей работы является анализ формирования нагрузок при эксплуатации машин и разработка критериев оценки проектных решений при создании высокомоментных систем трансмиссий, схемные и конструктивные решения которых обеспечивают повышенный уровень работоспособности элементов трансмиссий по сравнению с существующим.

2. Состояние вопроса

Одна из первых проблем, с которой сталкивается конструктор при проектировании коксовой машины – изыскание рациональной системы трансмиссий привода. Отправным пунктом этого этапа работы является анализ и оценка возможности использования уже известных и апробированных схемных решений [2]. Зачастую такие решения соответствуют поставленным задачам, и главным в этом случае является выбор рациональных параметров элементов трансмиссии, обеспечивающих необходимый уровень работоспособности привода машины и некоторые другие его характеристики. Если же известные системы трансмиссий не позволяют рационально решить поставленные задачи, неизбежен творческий поиск новых решений – один из труднейших, но благодатнейших элементов работы конструктора. При этом, как в первом, так и во втором случае, конструктор вынужден обращаться к анализу различных моделей разрабатываемых систем от сравнительно простых – качественных до весьма сложных эскизных, описываемых дифференциальными уравнениями высоких порядков и т.п. И если изыскание нового схемного решения связано, главным образом, с творческими возможностями конструктора, то выбор из ряда решений наиболее рационального и обеспечение его элементами трансмиссии с параметрами, близкими к оптимальным по сформированным критериям, связано, в основном, с квалификацией конструктора, с его теоретической подготовкой, знанием различных разработанных критериев и моделей, умением их использовать и уточнять применительно к конкретным условиям проектирования.

Под созданием рациональной системы трансмиссии или выбором её рациональных параметров следует понимать разработку такого проектного решения, которое наилучшим образом отвечает ряду предварительно сформулированных критериев. Уже в такой постановке вопроса очевиден субъективизм оценки различных вариантов конструкций, корни которого кроются в трудностях формирования единственного критерия.

Безусловно, наличие такого критерия дало бы возможность обеспечить разработку по нему оптимальных решений. Такая задача представляется весьма заманчивой, и при подготовке настоящей статьи делалась попытка разработки такого подхода. Однако, в дальнейшем пришлось от него отказаться. На нынешнем этапе развития науки о проектировании коксовых машин создание такого единственного критерия связано с трудностями из-за отсутствия сколько-нибудь достоверных и апробированных частных аналитических моделей «экономические параметры – параметры надёжности», «параметры надёжности – запасы прочности» и т.п. К тому же, уже в оценке «авторитетности» частных критериев кроется определенный субъективизм. Поэтому, когда была проверена эффективность оценок по единому критерию даже для сравнительно несложных решений, оказалось, что неудовлетворительная точность частных моделей привела к невозможности использования.

Поэтому в дальнейшем формулируются ряд частных критериев оценки

проектных решений в целом и их отдельных аспектов. При этом оценка превращается в разрешение многокритериальной задачи, не имеющей единственного решения. Окончательный выбор того или иного варианта в решающей мере зависит от конструктора.

Использование частных критериев сужает рамки субъективизма при принятии решения, помогает, а не подменяет конструктора в поиске решений, наилучшим образом отвечающих наиболее важным, по его мнению, критериям. Это, в конечном счёте, способствует созданию рациональных конструкций.

Кроме того, использование частных критериев позволяет избежать многих всё ещё имеющих место проектных ошибок, связанных с выбором нерациональных параметров трансмиссий и приводящих к ненадёжной работе оборудования.

3. Критерии оценки проектных решений

Оценка проектных решений по частным критериям возможна только при наличии моделей, описывающих структуру и поведение систем трансмиссий в различных ситуациях, соответствующих специфическим условиям эксплуатации в коксохимическом производстве [3].

Важнейшими критериями оценки систем трансмиссий, которые были использованы в настоящей работе, являются:

1. Критерий обеспечения параметров процесса и качественных показателей продукции.

2. Критерий работоспособности:

2.1 Запас прочности по максимальным нагрузкам.

2.2 Запас прочности по эквивалентным нагрузкам.

3. Экономический критерий.

Критерий обеспечения параметров процесса и качественных показателей продукции является исходным, контролирующим соответствие разработанной системы трансмиссии параметрам процесса и нормам точности, регламентируемым техническим заданием на проектируемое оборудование. Этот критерий не требует специальных обоснований. Очевидно, что создаваемая трансмиссия и её параметры должны обеспечивать проектный диапазон регулирования скоростей, нормы точности продукции (если трансмиссия оказывает на них влияние) и т.п. В какой бы степени создаваемая система трансмиссии ни соответствовала бы другим критериям, она не имеет шансов на реализацию, если не соответствует рассматриваемому.

Понятие «работоспособность» является качественным. Её количественными оценками могли бы быть показатели надёжности. Однако, в коксохимическом машиностроении, учитывая специфику объектов, в настоящее время отсутствуют возможности для использования при оценках проектных решений систем трансмиссии достоверных и обоснованных количественных значений показателей надёжности. Поэтому для оценки работоспособности используются значения запасов прочности. Рассмотрим

ряд критериев работоспособности.

Запас прочности по максимальным нагрузкам – является важнейшим критерием работоспособности. И хотя его аналитическое представление достаточно элементарно,

$$n_{\max} = \frac{M_{\max}}{M_i},$$

где n_{\max} – запас прочности по максимальным нагрузкам;

M_{\max} – значение максимальной допустимой по условиям пластического разрушения нагрузки;

M_i – максимальное значение случайной нагрузки, которая может возникнуть в системе привода.

Однако определение максимального значения случайно нагрузки является сложной задачей, до сих пор не обеспеченной в практике расчётов соответствующими моделями.

$$n_{\text{экр}} = \frac{M_y}{M_{\text{экр}}},$$

где M_y – нагрузка, допустимая по условиям сопротивления усталостным разрушениям;

$M_{\text{экр}}$ – эквивалентная нагрузка.

Оценка по этому критерию исключительно важна, т.к. именно отказы усталостного характера типичны для элементов трансмиссий коксовых машин.

Все более важное значение в последнее время приобретают экономические критерии. В качестве основного экономического критерия в работе использован следующий:

$$\text{EMBED Equation.3 } \frac{\partial C}{\partial i} = 0;$$

$$P_1 = P_0 = \dots = P_i = \text{const},$$

где C – затраты на создание системы трансмиссии в грн.;

i – характеристика анализируемого варианта;

P_i – вероятность безотказной работы варианта с i -ой характеристикой.

Перечисленные не исчерпывают круг критериев оценки проектных решений, но они являются важнейшими с точки зрения цели и задач при создании коксохимического оборудования.

4. Выводы

Предложены частные критерии оценки проектных решений систем трансмиссий современных коксовых машин: обеспечения параметров процесса и качественных показателей продукции, работоспособности, экономический.

Показано, что в соответствии с поставленной задачей, первостепенное значение для количественной оценки критериев работоспособности имеют значения эквивалентных и максимальных динамических нагрузок.

При проектировании нового коксового оборудования необходимо учитывать предельные нагрузки возникающие в системе трансмиссии привода.

Литература

1. Непомнящий И.Л. Коксовые машины, их конструкции и расчёты / И.Л. Непомнящий. – М.: Metallurgizdat, 1963. – 388 с.
2. Рындяев В.И. Основные направления в создании трансмиссий приводов механизмов передвижения коксовыталькивателей // В.И. Рындяев, В.С. Шелехов // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2010. – № 416 (46). – С. 4-6.
3. Рындяев В.И. Особенности формирования нагрузок в приводе устройства для выталькивания коксового пирога / В.И. Рындяев // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2011. – № 3/8(51). – С. 42-44.