

огибающей кратковременных реально возможных «пиков» потребного давления газа в баке при наступлении НШС в любой момент времени.

Предложено СН для многоблочной РН проектировать конструктивно из двух частей. Первая её часть и основная обеспечивает чистым рабочим телом (например, гелием) потребное давление газа в баках при ШС. При наступлении НШС задействуется её вторая часть, быстродействующая, позволяющая в течение 2 – 2,5 секунд увеличить давление газа в баке на требуемую величину.

При необходимости увеличить давление газа в баке на существенную величину, предложено давление газа в баке при ШС поддерживать основной системой на промежуточном уровне, выше потребностей ШС.

Для упрощения (снижения величины потребного прироста давления) решения поставленной задачи при реализации самой сложной (для СН) НШС, а именно, за несколько секунд до планового дросселирования ДУ, необходимо поддерживать в полете давление газа в баке с кислородом на максимально низком уровне. Такое решение уменьшает прогрев жидкого кислорода, а, следовательно, снижает его температуру на входе в двигатель и потребности в увеличении давления на входе в него.

**Список литературы:** 1. Губанов, Б.И. Триумф и трагедия «Энергии». Размышления главного конструктора. Т.3. «Энергия - Буран» [Текст] / Б.И. Губанов. – Нижний Новгород. : НИЭР, 1988 г. – 432с. 2. А.с. 319638 СССР, МПК F02k 11/00ж, В64d 37/24. Способ наддува топливного бака [Текст] / Митиков Ю.А. (СССР). – 4520022; заявл. 01.09.89; опубл. 01.10.90. 3. Беляев, Н.М. Системы наддува топливных баков ракет [Текст] / Беляев Н.М. – М. : Машиностроение, 1976. – 335 с.

*Поступила в редколлегию 15.05.2012*

**УДК 62-663.7(045)**

**В.И. РЫНДЯЕВ**, канд.техн.наук, ст. преп., УИПА, Харьков

## **КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ ПРИ СОЗДАНИИ ТРАНСМИССИЙ СОВРЕМЕННЫХ КОКСОВЫХ МАШИН**

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.

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.

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.

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

где  $M_y$  – нагрузка, допустимая по условиям сопротивления усталостным разрушениям;  $M_{\text{экв}}$  – 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:

$$\begin{cases} \frac{\partial C}{\partial i} = 0; \\ P_i = P_0 = \dots = P_i = \text{const}, \end{cases}$$

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.

**Список литературы:** 1. *Непомнящий И.Л.* Коксовые машины, их конструкции и расчёты / И.Л. Непомнящий. – М.: Металлургиздат, 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.

*Поступила в редколлегию 11.05.2012*

**УДК 621.792.8**

**А.А. СВЯТУХА**, канд. техн. наук, доц., УИПА, Харьков,  
**И.Б. ПЛАХОТНИКОВА**, ст. преп., УИПА, Харьков

#### **ВЛИЯНИЕ МАТЕРИАЛА ДЕТАЛЕЙ НЕПОДВИЖНЫХ СОЕДИНЕНИЙ, СОБРАННЫХ ТЕПЛОМ МЕТОДОМ С ПОКРЫТИЯМИ**

У роботі розглянуті питання забезпечення міцності з'єднань з натягом, деталі яких мають різні матеріали та зібрані тепловим способом із застосуванням покриттів охопленої деталі у вигляді різних композитних сумішей.

**Ключові слова:** Сладання, з'єднання, міцність, тепловий, покриття

В работе рассмотрены вопросы обеспечения прочности соединений с натягом, детали которых имеют различные материалы и собраны тепловым способом с применением в качестве покрытий охватываемой детали различных вязких композитных смесей.

**Ключевые слова:** сборка, соединения, прочность, тепловой, покрытия

In work questions of maintenance of durability of connections with a tightness which details have various materials and collected by thermal way with application as coverings of a covered detail of various viscous composit mixes.

**Keywords:** Assembly, connections, durability, thermal, coverings

Во многих случаях в соединениях с натягом детали изготавливаются из разно-родных материалов. Большое распространение в машиностроении получили соединения из стальной охватываемой детали (вала) и чугуновой охватывающей (штулка). Значение коэффициента трения в этих соединениях существенно зависит от строения и количества свободного графита в чугуне. Как известно из структуры строения графита [1] атомы углерода располагаются в нём в виде параллельных плоских слоёв, которые отстоят друг от друга на расстоянии