

УДК 677.051.122.61

## РАСЧЕТ ВАЛА ДРОБИЛЬНОЙ МАШИНЫ

**Иванов Я. С., студ., Москалёв Г. И., к.т.н., доц., Буткевич В. Г., к.т.н., доц.,  
Мачихо Т. А., к.т.н., доц.**

*Витебский государственный технологический университет,  
г. Витебск, Республика Беларусь*

В статье указывается, что вал шредера (ВШ) – одна из самых ответственных деталей дробилки, к которым предъявляются повышенные требования по надежности, прочности, металлоемкости и пр. При проектировании и доводке дробилки выполняют различные расчеты ШВ, в том числе его напряженно-деформированного состояния. Для этого применяют модели, отличающиеся друг от друга информативностью, корректностью, простотой эксплуатации и т. д., реализуемые в процессе аналитических и численных расчетов.

Широкое распространение получили одноосные стержневые модели. В этой модели принято, что тангенциальная, радиальная и центробежная силы, приложенные к ножам, распределяются равномерно по всей длине вала.

Нагрузки на ВШ в каждый расчетный момент времени приняты изменяющимися циклически по значению, поэтому вычисления становятся квазистатическими. Эта модель является одномерной и позволяет определить лишь осредненные по сечениям.

Наличие концентраторов напряжений учитывают введением различных поправочных коэффициентов.

Известны многочисленные решения рассматриваемой задачи в квазистатической постановке при использовании численных конечно-элементных моделей, в том числе с учетом контактного взаимодействия с опорами качения и корпусными деталями. Определяемые параметры внутренних силовых факторов становились распределенными по сечениям, однако не учитывался быстропеременный характер нагрузления, вследствие чего определяемые напряжения часто бывали заниженными.

Еще одно направление расчета ВШ – анализ колебаний, в основном крутильных. В результате таких вычислений (являющихся динамическими) определяют дополнительные напряжения, обусловленные опасными резонансными гармоническими составляющими крутящего момента. В действительности оба фактора, обуславливающие возникновение и колебания внутренних силовых факторов ВШ (набегающие крутящие моменты, тангенциальная и радиальная силы и колебания), присутствуют одновременно.

Установлено, что помимо переменного характера нагрузления на долговечность ВШ влияют многие факторы, в том числе переменная подача сырья и жесткость опор. Попытки решения задачи как в квазистатической постановке, так и в динамической с учетом большинства сопутствующих факторов привели к созданию узкоспециализированных программных комплексов, основанных на использовании обширного опытного материала.

Еще одним направлением расчетных исследований ШВ является анализ их усталостной прочности.

Для решения поставленной задачи – расчета ШВ с учетом всех видов быстропеременных нагрузений и контактного взаимодействия с корпусными деталями – можно использовать метод конечных элементов.

Такой способ решения признан эффективным многими разработчиками.

В статье подробно были представлены описанные методы расчета, а также пример расчета ВШ для переработки древесных отходов.

УДК 620.186

## **ПРИМЕНЕНИЕ МЕТАЛЛОГРАФИЧЕСКИХ РЕАКТИВОВ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ МИКРОСТРУКТУРЫ КАРБИДОСТАЛЕЙ, ПОЛУЧЕННЫХ ИНДУКЦИОННОЙ НАПЛАВКОЙ**

**Климов С. А., асп., Носков Ф. М., д.т.н., доц., Масанский О. А., к.т.н., преп.  
Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Российская Федерация**

Карбидостали – современные композиционные материалы на основе стали с добавками тугоплавких карбидов типа  $WC$ ,  $TiC$  и др. Карбидостали перспективны для режущих инструментов и деталей, подвергающихся различным видам высокотемпературного износа [1].

Индукционная наплавка позволяет получать карбидостали различных составов с минимальным проплавлением металла – основы. Благодаря этому состав наплавляемой композиции сохраняется после наплавки практически в неизменном виде.

Основной структурной составляющей, обеспечивающей особые свойства карбидосталей, являются разнообразные карбидные фазы. В случае применения в качестве металла – основы быстрорежущей стали, состав карбидных композиций, формирующихся в структуре, становится особенно сложным, т. к. помимо карбидов, внесенных в состав карбидостали, сама быстрорежущая сталь характеризуется наличием ряда карбидов в своей структуре.[2]

Эти обстоятельства вынуждают обратить повышенное внимание к анализу карбидной составляющей наплавленных слоев, что с наибольшей эффективностью может быть обеспечено применением различных металлографических реактивов, предназначенных для выявления тех или иных карбидных фаз.

Из литературных источников известно, что карбидосталь содержит в структуре карбиды цементитного типа  $Fe_3C$ . В составе также присутствуют карбиды типа  $MC$ ,  $M_3C$ ,  $M_6C$ ,  $M_{23}C_6$ , содержащие в себе  $W$ ,  $V$ ,  $Cr$ ,  $Mo$ , представленные в структуре в виде угловатых карбидных включений, эвтектик.

Для выявления карбидов  $WC$  в литературе рекомендуют травление в водном растворе красной кровяной соли и едкого калия. Раствор в горячем виде в течение нескольких минут выделяет в структуре карбиды  $WC$ ,  $M_6C$ . Применение водного раствора едкого натра в течение 5–10 минут помогает выделить карбиды цементитного типа  $Fe_3C$ . При увеличении времени обработки реактивом до 20 минут выявляются карбиды  $M_{23}C_6$ , содержащие в себе хром. Смесь водных растворов плавиковой и азотной кислоты используют широко при травление различных сплавов. Травление на холодную в течение 20 минут используют для выявления карбидов типа  $MC$ , содержащих ванадий и вольфрам.[3]

Практические эксперименты с указанными составами металлографических реактивов показали их высокую эффективность в выявлении соответствующих карбидных фаз.