

### ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ СТАЛИ У7 И ЕЕ ОСОБЕННОСТИ

Леушкин А.С.

*Муромский институт (филиал) Владимирского  
государственного университета  
Муром, Россия*

Углеродистые инструментальные стали У7, У7А относятся к нетеплостойким сталям, небольшой прокаливаемости и повышенной вязкости. Применяют их для изготовления инструментов, которые испытывают ударные нагрузки: деревообрабатывающих, слесарных, кузнечных, а так же пуансонов и матриц.

Эти стали чувствительны к перегреву, поэтому режимы термической обработки (отжиг, закалка) должны выдерживаться в довольно узких пределах.

Для получения необходимой структуры и свойств стали в основном подвергаются отжигу для получения исходной структуры, а

также закалке и отпуску для получения окончательной структуры и свойств. Режимы термической обработки (закалка) определяются химическим составом стали, исходной величиной зерна, скоростью нагрева, температурой и продолжительностью выдержки при этой температуре, а так же скоростью охлаждения.

При нагреве под закалку исходной структурой стали является аустенит. Величина зерна аустенита зависит от температуры нагрева и продолжительности выдержки. Известно так же, что склонность к росту зерна аустенита зависит от наличия примесей, в том числе нерастворимых (это является плавочной характеристикой). Для проверки этой особенности металлургического передела было проведено исследование стали У7 с одинаковым химическим составом, исходным размером зерна, но разных плавок. Образцы этих сталей были подвергнуты термической обработке: закалке и отпуску. Режимы и результаты исследования представлены в таблице.

Марка стали	Термообработка		Отпуск (1 час, охлажд. на воздухе)		
	Закалка (охлажд. в воде)		t, °C	HRc	$\sigma_{изг}$ , кгс/мм <sup>2</sup>
Ст. У7 (1-ая партия)	t, °C	HRc	t, °C	HRc	$\sigma_{изг}$ , кгс/мм <sup>2</sup>
Ст. У7 (1-ая партия)	790-810	62-64	200-250	52-56	200-250
Ст. У7 (2-ая партия)	790-810	60-62	200-250	51-55	180-200

Анализируя полученные результаты можно предположить, что примеси, влияя на скорость диффузии способствовали получению более мелкого зерна аустенита при нагреве стали (1-ая партия), что привело к получению мелкоигльчатого мартенсита и повышению твердости после закалки. У сталей обеих партий твердость после отпуска почти не изменилась, но прочность при этом снизилась у стали 2-ой партии. Таким образом, можно сделать вывод о том, что разное количество примесей в сталях разных партий оказало влияние в основном на их прочность после термической обработки при одинаковых режимах.

### НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ДЕТАЛЕЙ НЕСООСНЫХ ВИНТОВЫХ МЕХАНИЗМОВ

Мочалин А.И.

*Муромский институт (филиал) Владимирского  
государственного университета  
Муром, Россия*

В различных отраслях промышленности все более широкое применение находят несоосные винтовые механизмы (НВМ), в том числе роликовые винтовые передачи (РВП).

Контактная и глубинная прочность деталей несоосных винтовых механизмов (НВМ) достигается упрочнением. Для повышения несущей способности НВМ необходимо изучение напряженного состояния НВМ в процессе эксплуатации. Для предотвращения преждевременного разрушения несущей поверхности в процессе эксплуатации необходимо, чтобы глубина упрочненного слоя была заведомо большей глубины несущего слоя. Отсутствие сведений о требуемой глубине упрочнения не позволяет разработать более рациональную технологию изготовления НВМ. Основные конструктивные размеры НВМ назначаются исходя из расчетов деталей на нагрузочную способность, определяемую для НВМ прочностью по критериям контактной и изгибной выносливости, износостойкости. Существующие методики расчета заимствованы из теории зубчатых передач и подшипников качения, что не позволяет учесть важные особенности контактного взаимодействия сопряженных деталей НВМ.

Нагрузка в несоосных винтовых механизмах распределена по многочисленным точкам контакта, имеющим взаимное пространственное угловое и линейное относительное смещение.

Вследствие фрикционного характера передачи движения в НВМ недопустимо пренеб-

режение силами трения в контакте сопрягаемых звеньев.

В произвольной точке детали НВМ определены напряжения от совместного действия деформаций контакта, изгиба, сдвига, растяжения (сжатия) и кручения.

При определении напряжений внутри детали НВМ выделено три области (на примере ходового винта). В каждой области результирующие напряжения являются некоторой суммой нормальных и касательных напряжений от всех видов деформаций. Зная нормальные и касательные составляющие напряжений легко определить экстремальные и расчетные напряжения для любой точки выделенных областей.

Разработана математическая модель напряженного состояния сопрягаемых деталей несоосных винтовых механизмов, охватывающая все известные способы закрепления многоступенчатых деталей НВМ.

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЙ В СЕЧЕНИЯХ ВИТКА НЕСООСНОГО ВИНТОВОГО МЕХАНИЗМА

Попов А.В.

*Муромский институт (филиал) Владимирского  
государственного университета  
Муром, Россия*

В области витка резьбы детали несоосного винтового механизма (НВМ) действуют нормальные напряжения растяжения (сжатия)  $\sigma_p$  и изгиба  $\sigma_{u1}, \sigma_{u2}$ , касательные напряжения среза  $\tau_{c1}, \tau_{c2}$  и кручения  $\tau_{Mкр}$ .

В целях приведения уравнения расчета эквивалентных напряжений к более простому виду и анализу полученного решения производится переход в формулах  $\sigma_p, \sigma_{u1}, \sigma_{u2}$ ,

$$\sigma_{экв} = 0,4 \cdot K_n^2 \cdot (K_n - 1)^{-1} \cdot \xi_j \cdot W \cdot F_a \cdot (\pi \cdot d^2)^{-1}.$$

Адекватность полученной математической модели подтверждена данными экспериментальных исследований напряженного состояния сечения витка поляризационно-оптическим методом.

$\tau_{c1}, \tau_{c2}, \tau_{Mкр}$  к безмерным коэффициентам.

Величина радиальной и тангенциальной составляющих сил давления и трения выбиралась максимальной для конкретных геометрических параметров винтовой поверхности. Оценивалась величина относительного эквивалентного напряжения  $\sigma_{экв}^*$ , характеризующего отношение действующего в элементарном объеме эквивалентного напряжения  $\sigma_{экв}$  к напряжению, сформированному под влиянием суммарной осевой нагрузки  $F_a$  и равному  $4F_a(\pi d^2)^{-1}$ . Выбор базы для сравнения основан на том, что именно по осевой нагрузке производится проектный расчет несоосного винтового механизма на прочность. В результате компьютерного расчета были определены значения относительных эквивалентных напряжений в 2850 точках факторного пространства.

Данные численного эксперимента обрабатывались в пакете Statistica 4.5 с целью получения регрессионной модели, отражающей зависимость эквивалентного напряжения от: геометрических параметров витка – угла профиля и угла подъема резьбы, высоты витка; величины смещения точки контакта по высоте витка; силы (коэффициента) трения. Учитывалось смещение точки контакта со среднего диаметра только по направлению к вершине витка.

В результате исследований разработана следующая математическая модель.

Предлагаемая математическая модель объясняет 98,15% вариации  $\sigma$ , коэффициент корреляции модели с данными численного эксперимента более 0,98. Следовательно, для расчета напряжений может быть предложена формула:

#### ОЦЕНКА РОЛИ ТРЕНИЯ В НАГРУЖЕННОСТИ ДЕТАЛЕЙ ПРИВОДА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПУТЕВЫХ МАШИН ТИПА ВПР

Самарцев А.С.

*Муромский институт (филиал) Владимирского  
государственного университета  
Муром, Россия*

Низкая долговечность деталей привода железнодорожных подбивочных путевых машин типа ВПР (выпровочные, подбивочные, рехтовочные) из-за усталостных поломок (зуб-