



УДК 531.43/46

Р.Н. Савельева, Е.С. Иванова
ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный
технический университет им. Г.И. Носова»
г. Магнитогорск, Россия
E-mail: sav-r46 @yandex.ru
Дата поступления 12.05.2016

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ ГЛАВНОГО ПРИВОДА РАБОЧИХ КЛЕТЕЙ И СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ИХ РЕСУРСА

Аннотация

Техническое диагностирование оборудования линии привода валков черновой клетки «ДУО» стана 2500 горячей прокатки ОАО «ММК» выявило неудовлетворительную работоспособность ряда ее элементов, в частности рабочих валков. Одним из направлений повышения работоспособности рабочих валков является применение материала с более высокими прочностными характеристиками. На основе аналитического исследования ресурса рабочих валков клетки «ДУО» стана 2500 горячей прокатки ОАО «ММК» по критерию кинетической прочности предложены материалы с более высокими прочностными характеристиками, позволяющие повысить долговечность валков.

Ключевые слова: надежность, долговечность, работоспособность, ресурс, рабочие валки, черновая клеть.

Введение

Актуальной проблемой теории надежности является решение вопроса о прогнозировании безотказности и долговечности нагруженных деталей и узлов машин на стадии проектирования и эксплуатации по различным критериям (параметрам состояния). Именно этой проблеме и посвящена данная работа.

Объектом исследования являются элементы главного привода черновой реверсивной клетки «ДУО» ЛПЦ-4 ОАО «ММК», состоящего из электродвигателя, главного шпинделя и муфт, шестеренной клетки, универсальных шпинделей и рабочих валков.

Предметом исследования служат показатели безотказности и долговечности оборудования привода валков.

Основная часть

Проведено техническое диагностирование главного привода клетки «ДУО», в ходе которого определен проектный ресурс (срок службы) его элементов, в частности рабочих валков.

Рабочие валки на стане 2500 горячей прокатки ОАО «ММК» выполнены из стали 40 ХН. Для оценки ресурса безотказ-

ной работы валков был использован современный кинетический подход к расчету долговечности элементов механических систем, представленный в работах [1-8]. С позиции кинетического подхода ресурс нагруженных деталей машин рассчитывается на основе математического моделирования процесса повреждаемости структуры их материала для заданных условий нагружения (заданных напряжений σ_{max} и температуры изделия T). В этом случае параметром состояния исследуемых деталей является не максимальное напряжение σ_{max} , а текущая плотность скрытой энергии дефектов - $u_e(\sigma_{max}, T, t)$, которая накапливается с течением времени эксплуатации t в наиболее нагруженных локальных объемах материала, расположенных в зоне действия σ_{max} . Момент отказа шестеренной клетки (ее ресурс) определяется моментом достижения плотностью $u_e(\sigma_{max}, T, t)$ критического значения, которая является функцией энтальпии плавления материала детали в жидком состоянии ΔH_s [9].

На рисунке 1 показана графическая интерпретация этого расчета в виде номограммы. Ресурс рабочего валка, подверженного изгибу, можно оценить по номограмме

(рисунок 1) следующем образом. По расчетному значению напряжения $\sigma = 66,6$ МПа, отложенному по оси абсцисс, и кривой, соответствующей заданному значению его рабочей температуры $T = 60^\circ\text{C}$, необходимо по оси ординат найти (рассчитать) значение искомого ресурса (см. ординату выделенной точки на рисунок 1). В данном случае средний ресурс исходного рабочего валка, рассчитанный по предложенной методике, составляет для заданных условий нагружения $t_{\text{пр}} \approx 2,28 \cdot 10^8 \text{ с} = 7,4$ года. На номограмме ордината выделенной точки.

Одним из направлений повышения работоспособности рабочих валков является применение материала с более высокими прочностными характеристиками.

С этой целью были предложены материалы с более высокими прочностными характеристиками по рекомендациям, приведенным в современной научно-технической литературе - 50ХН, 60ХН, 9ХФ [10].

Для этих марок стали был рассчитан средний ресурс по методике прогнозирования долговечности. Результаты расчета представлены на рисунках 2 – 4.

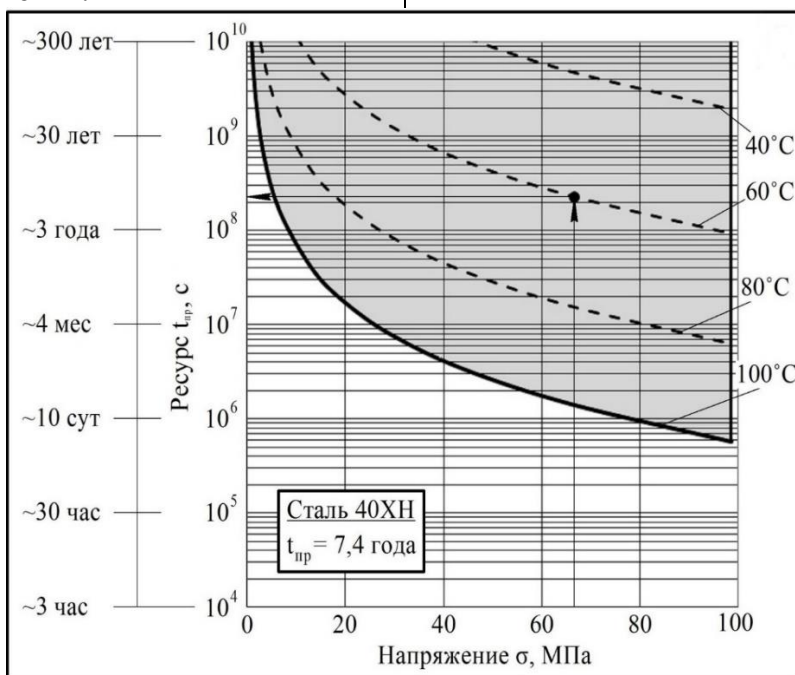


Рисунок 1. Номограмма для оценки ресурса валка из стали 40ХН

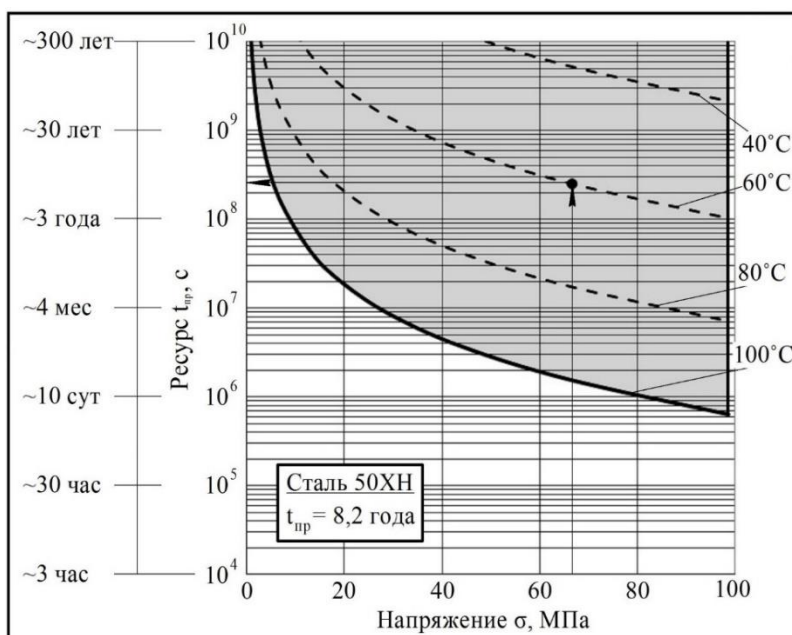


Рисунок 2. Номограмма для оценки ресурса валка из стали 50ХН

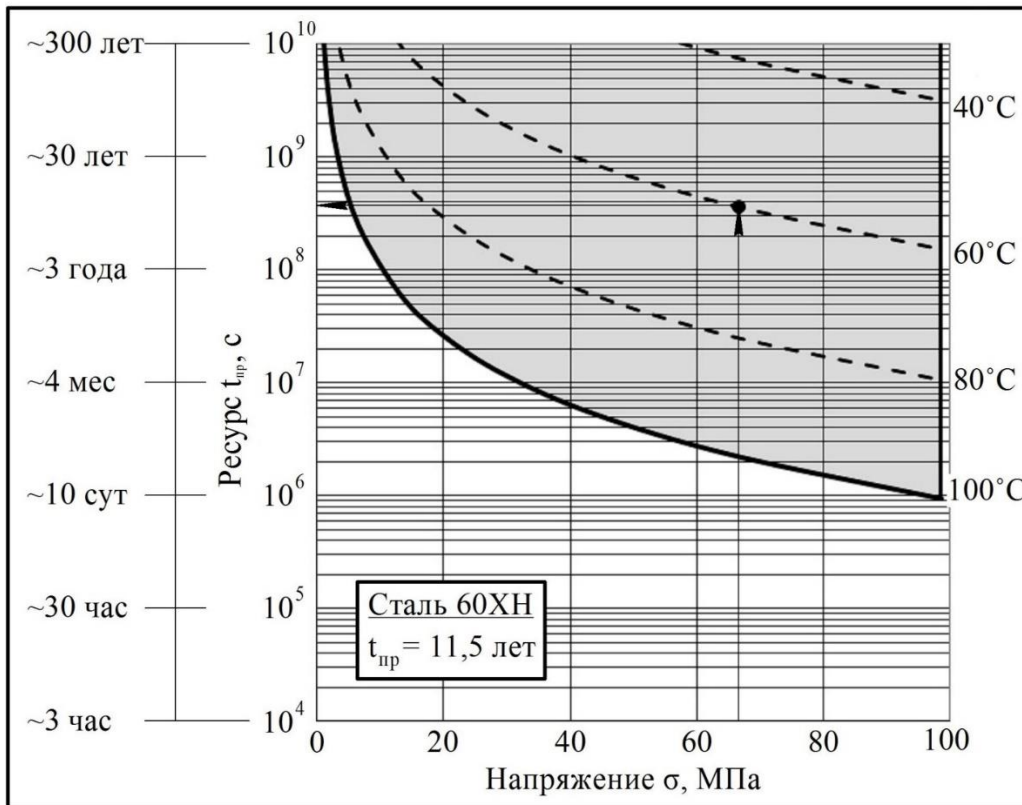


Рисунок 3. Номограмма для оценки ресурса валка из стали 60ХН

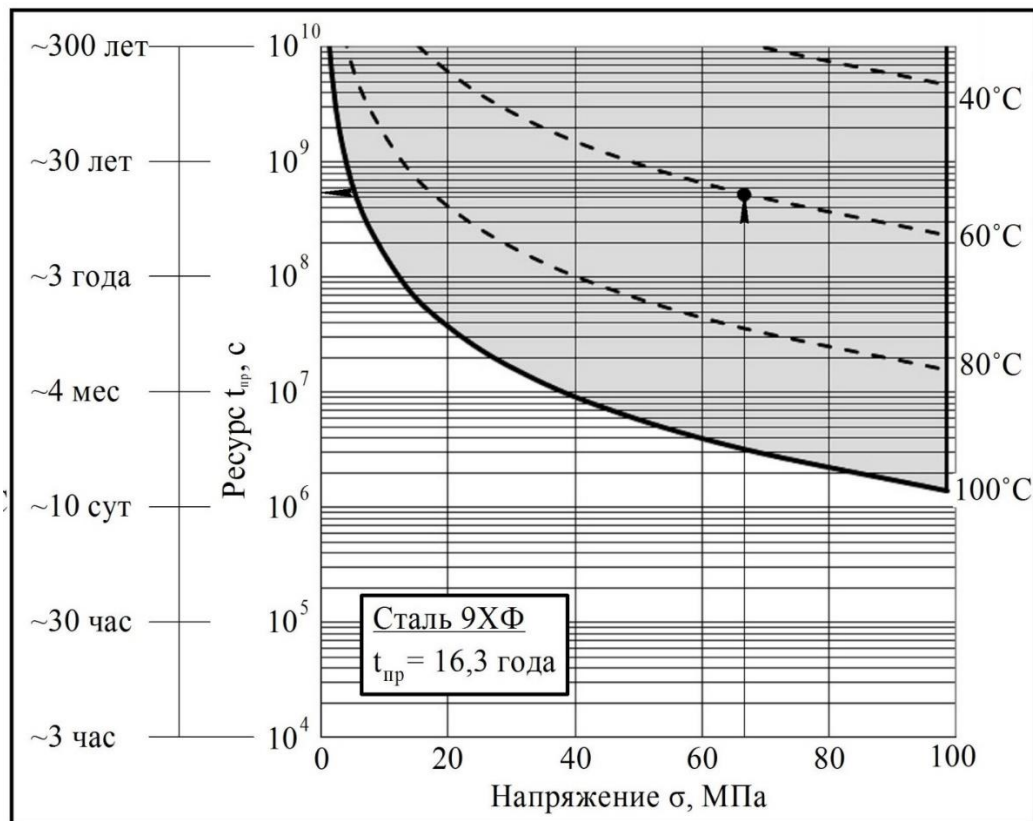


Рисунок 4. Номограмма для оценки ресурса валка из стали 9ХФ

Прогнозируемый ресурс рабочего валка (предельная длительность непрерывного пребывания валка под нагрузкой от момента ее приложения до момента отказа

(разрушения)) составляет для стали 50ХН $t_{пр} \approx 8,2$ года, для стали 60ХН – $t_{пр} \approx 11,5$ лет, для стали 9ХФ – $t_{пр} \approx 16,3$ лет.

Заключение

По результатам расчета средний ресурс рабочих валков из стали 9ХФ составляет 16,3 года, что практически более чем в 2 раза превышает ресурс валков из стали 40ХН.

Таким образом, этот материал является более эффективным и при промышленном внедрении его более высокая стоимость может окупиться за счет увеличения срока службы рабочих валков и главного привода в целом.

Библиографический список

1. Основы физической теории надежности деталей машин по критериям кинетической прочности материалов / В.П. Анцупов, Л.Т. Дворников, Д.Г. Громаковский, А.В. Анцупов (мл.), А.В. Анцупов // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г. И. Носова, 2014. №1. С. 141-146.
2. Оценка долговечности нагруженных деталей по кинетическому критерию прочности / А.В. Анцупов, А.В. Анцупов (мл.), В.П. Анцупов, М.Г. Слободянский, Р.Н. Савельева // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: материалы 70-й научно-технической конференции. – Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2012. Т.1. С. 137-141.
3. Методология вероятностной оценки надежности элементов машин по различным критериям / А.В. Анцупов, В.П. Анцупов, А.В. Анцупов (мл.), М.Г. Слободянский, А.М. Овсов // Механическое оборудование металлургических заводов: межрегион. сб. науч. тр. / под ред. Корчунова А.Г. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г. И. Носова, 2012. С. 28-34.
4. Оценка долговечности и повышение срока службы золотниковых распределителей / А.В. Анцупов, В.А. Русанов, В.П. Анцупов, А.В. Анцупов (мл.), Р.Н. Савельева // Механическое оборудование металлургических заводов: межрегион. сб. науч. тр. / под ред. Корчунова А.Г. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г. И. Носова, 2012. С. 44-52.
5. Анцупов А.В. (мл.). Развитие теории прогнозирования надежности деталей машин / А.В. Анцупов (мл.), А.В. Анцупов, В.П. Анцупов // Машиностроение: сетевой электронный научный журнал, 2014. №2. С.26-32.
6. Прогнозирование долговечности клапанов насоса сжиженных газов по критерию износостойкости рабочих элементов / Р.Н. Савельева, К.В. Чернов // Механическое оборудование металлургических заводов: межрегион. сб. науч. тр. / под ред. Корчунова А.Г. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г. И. Носова, 2015. С. 23-28.
7. Обеспечение надежности привода экранированных систем экранирования горячекатаных полос / В.А. Русанов В.А., А.С. Губин., Р.Н. Савельева, И.А. Анцупова // Инновации в науке: сб. ст. по материалам XLII международной научно-практической конференции. №2 (39). – Новосибирск: Изд-во «СибАК», 2015. С.35-44.
8. Анцупов А.В. (мл.). Теория и практика обеспечения надежности деталей машин по критериям кинетической прочности и износостойкости материалов: монография / А.В. Анцупов (мл.), А.В. Анцупов, В.П. Анцупов. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. ун-та им. Г.И. Носова, 2015. 308 с.
9. Конструкции и расчет надежности деталей и узлов прокатных станов: учеб. пособие / В.П. Анцупов, А.В. Анцупов (мл.), А.В. Анцупов, В.А. Русанов. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. ун-та им. Г.И. Носова, 2014. 156 с.
10. Стали и сплавы. Марочник: справ.изд. / Сорокин В.Г., Гераськин М.А., Палеев В.С. и др. – М.: Интермет Инжиниринг, 2001. – 608 с.