

НАУКОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ

УДК 519.21

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЛАСТИ КОМПРОМИССА
КРИТЕРИЕВ КАЧЕСТВА ЧУГУННЫХ ВАЛКОВ

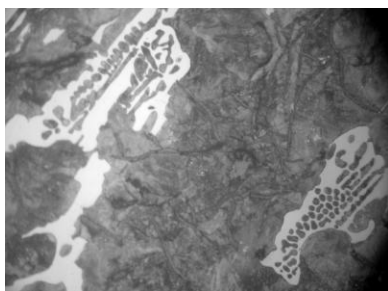
В. И. Большаков, д. т. н., проф., В. Н. Волчук, к. т. н., доц., Ю. И. Дубров, д. т. н., проф.

Ключевые слова: область компромисса, механические свойства, чугунные валки, химический состав, структура

На сегодняшний день остро стоит проблема оперативной оценки качества механических свойств металлических отливок, в частности прокатных валков. Анализ традиционных методик определения механических свойств, включая методы неразрушающего контроля, количественной металлографии, анализа математических моделей, базирующихся, в основном, на статистических данных, показал, что эти методы сравнительно затратные и нередко дают результаты, расходящиеся с требованиями ГОСТов. Это связано с тем, что реализовать наиболее очевидный, детерминированный подход, применяемый для оценки механических свойств валков, основанный на анализе причинно-следственных связей и отношений, не представляется возможным, поскольку технология производства прокатных валков является многопараметрической и многокритериальной. Вследствие этого на качество металла оказывает значительное влияние большое количество параметров технологии (химического состава, легирующих элементов, условий охлаждения, толщины намазки, формы, способа литья и других параметров) влияющих на формирование структуры, сильно взаимосвязанных между собой. Даже незначительное изменение части из них существенно изменяет свойства металла в относительно широком диапазоне. Задача идентификации качества целевого продукта осложняется еще и тем, что по своей физической природе некоторые критерии качества, как правило, противоречат друг другу, т.е. улучшая один критерий, мы часто ухудшаем другой – например: прочность – пластичность, вязкость – хрупкость и др.

Большинство критериев, которые характеризуют работоспособность и эффективность технологии, определены в допустимых, относительно малых интервалах, оказывающих относительно малое влияние на величину этих критериев. Вероятно, это продиктовано тем, что разработчики технологического процесса, стремясь выдержать его, насколько это возможно в конкретно выбранной области параметров технологии, ограничили численные значения критериев, которые характеризуют его работоспособность и эффективность. Область, где эти критерии минимально противоречат друг другу, будем называть *областью компромисса критериев качества*. Только между противоположностями может существовать компромисс.

Учитывая вышеизложенное, разработка и исследование способа определения области компромисса критериев качества многокритериальных технологий являются актуальной научно-практической проблемой современного материаловедения. Такой подход позволит осуществлять корректировку механических свойств металлических изделий в процессе их производства.



а



б

Рис. 1. Рабочая зона бочек валков марки СПХН-49 (а) и СПХН-45 (б), $\times 200$

Для примера, объектом исследования являлись чугуны исполнения СПХН с химическим составом: 2,4 ÷ 3,85 % С; 0,2 ÷ 1,8 % Si; 0,1 ÷ 0,9 % Mn; 0,05 ÷ 0,4 % P; 0,05 ÷ 0,4 % S; 0,1 ÷ 0,8 % Cr; 0,2 ÷ 1,2 % Ni. Из рабочего слоя бочек валков изготавливались тангенциальные образцы для механических испытаний. Структура рабочего слоя: перлит, графит и карбиды (рис. 1).

Для построения области компромисса критериев качества чугунов прокатных валков указанных марок были выбраны управляемые переменные (параметры технологии) и назначены сами критерии. В качестве переменных были выбраны элементы химического состава – их семь, как было отмечено выше, а в качестве критериев выбраны следующие механические свойства: предел прочности на разрыв, предел прочности на изгиб и твердость. Выбор этих критериев обусловлен тем, что они наиболее часто фигурируют при приемодаточных работах прокатных валков и являются основными характеристиками прочностных свойств. Количественные показатели по химическому составу ограничены ТУ 14-2-1188-97. В данном случае под областью компромисса понимается такое сочетание элементов химического состава, которое позволяет добиться наилучшего возможного сочетания механических свойств.

Определение области компромисса производится посредством назначения максимального и минимального численных значений конкретного критерия, которые продиктованы ТУ 14-2-1188-97, а также максимальных и минимальных численных значений управляемых переменных, которые сформированы все в одном масштабе.

На *первом этапе* построения области компромисса механических свойств чугунов валков в зависимости от химического состава были получены графики зависимости каждой функции цели от каждого параметра. На рисунке 2 приведен пример графика влияния углерода на твердость валков СПХН.

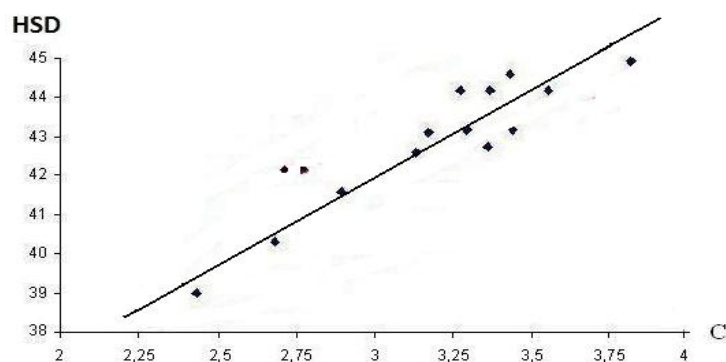


Рис. 2. Зависимость твердости прокатных валков СПХН от содержания углерода

Однако это не дает нам возможности сопоставления значений функций цели от состава переменных, причем изменение одной переменной может привести к одновременному улучшению одной характеристики и ухудшению другой или нескольких.

Таким образом, на *втором этапе* необходимо создать область компромисса – то есть необходимо наложить графики зависимости для каждой функции цели в от всех параметров (количественного содержания элементов химического состава). Область пересечения между собой графиков зависимостей для каждой функции цели (механического свойства) и представляет собой область компромисса конкретного свойства. Причем необходимо осуществить это в одном масштабе для нормализации.

Следующим, *третьим этапом*, является нахождение области субкомпромисса для всех функций цели одновременно.

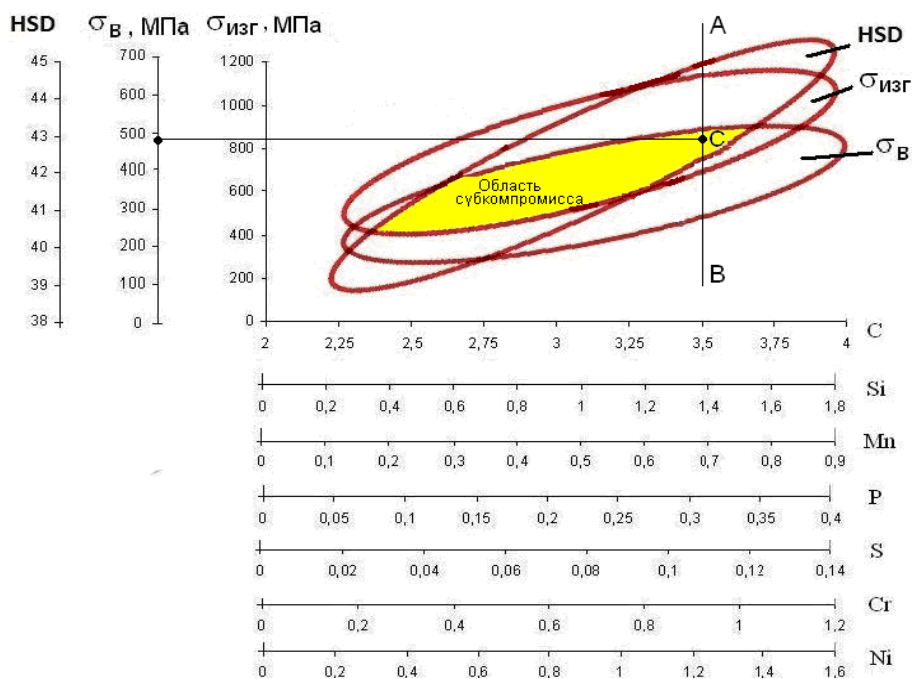


Рис. 3. Область субкомпромисса механических свойств рабочей зоны бочек валков исполнения СПХН в зависимости от его химического состава:
 $\sigma_B \ll 200 \div 500$ МПа, $\sigma_{изг} \ll 400 \div 1100$ МПа, $HSD \ll 40 \div 47$ HSD
 с учетом всего диапазона применяемых степеней охлаждения

На рисунке 3 показана область субкомпромисса для выбранных критериев, которая определена графоаналитическим методом, заключающимся в нормированном представлении переменных, приведенных в процентах. Выбранные критерии описывают рабочие области механических свойств чугуновых валков, химический состав которых не выходит за пределы ТУ У 14-2-1188. Если у пользователя есть предпочтение к одному из свойств (например, к пределу прочности – на рисунке точка С), то, проведя вертикаль АВ через указанную область субкомпромисса, можно определять химический состав изделия и прогнозировать интервал существования его механических свойств. Как показал опыт, на практике такой подход удобно применять при прогнозировании химического состава изделия и его механических свойств в производственных условиях.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. **Большаков Вад. І.** Про неповноту формальної аксіоматики в задачах ідентифікації структури металу / Вад. І. Большаков, В. І. Дубров, Ю. І. Дубров // Вісник НАН України. – 2014. – № 4. – С. 55 – 59.
2. **Большаков В. І.** Пути решения задач идентификации качественных характеристик материалов на основе экспертных систем / В. І. Большаков, Ю. І. Дубров, А. Н. Ткаченко, В. А. Ткаченко // Доп. НАН України. – 2006. – № 4. – С. 97 – 102.
3. **Большаков Вад. І.** Часткова компенсація неповноти формальної аксіоматики при ідентифікації структури металу / Вад. І. Большаков, В. І. Большаков, В. М. Волчук, Ю. І. Дубров // Вісник НАН України. – 2014. – № 12. – С. 45 – 48.
4. **Тушинский Л. И.** Методы исследования материалов / Л. И. Тушинский, А. В. Плохов, А. О. Токарев, В. И. Синдеев. – М. : Мир, 1965. – 384 с.
5. **Большаков В. І.** Особенности применения мультифрактального формализма в материаловедении / В. І. Большаков, В. Н. Волчук, Ю. І. Дубров // Доп. НАН України. – 2008. – № 11. – С. 99 – 107.

SUMMARY

To date the problem of acute operative quality evaluation of mechanical properties of metal castings, in particular of rolls. Analysis of standard methods for determining the mechanical

properties, including methods of NDT, quantitative metallography analysis of mathematical models based mainly on statistical data showed that these methods are relatively expensive and often produce results that diverge from the requirements of the guests. This is due to the fact that to realize the most obvious, a deterministic approach used to evaluate the mechanical properties of the rolls, based on the analysis of causal connections and relationships, it is not possible, because the technology of production of rolls is a multiparameter and multicriterion. Consequently, the quality of the metal exerts a substantial influence a large number of technological parameters (chemical composition, alloying elements, cooling conditions, spreads thickness, shape, casting process, and other parameters) affecting the formation of the structure, highly interconnected. Even a slight change of some of them significantly alter the properties of the metal in a relatively wide range. The task of identifying the desired product quality is further complicated by the fact that the physical nature certain quality criteria tend to contradict each other, i.e., improving one criterion, we often worsens the other - for example, strength, ductility, toughness, brittleness, and others. Most of the criteria that characterize the performance and efficiency of technology identified acceptable, relatively small intervals, providing a relatively small effect on the magnitude of these criteria. This is probably based on the fact that the developers of the process in an effort to sustain it, as far as possible in one's chosen field of technological parameters, numerical values of the restricted criteria that characterize its performance and efficiency. The area where these criteria are minimum contradict each other, we call the area of compromise quality criteria. «Just between opposites may be a compromise».

Given the foregoing, the development and research of a method for determining the area of compromise quality criteria multicriteria technologies is an actual scientific and practical problems of modern materials. This approach will allow the adjustment of the mechanical properties of metal products during their production.

Experience has shown that in practice, this approach is particularly useful when foresight chemical composition of the product and its mechanical properties in a production environment.

REFERENCES

1. Bolshakov Wade. I. Pro nepovnoty formalnoy aksiomatiki v zadachax identificachii structure metaly / Wade. I. Bolshakov, I. V. Bolshakov, Yu. I. Dubrov // Visnik NAN Ukrainu. – 2014. – № 4. – S. 55 – 59.
2. Bolshakov V. I. Pyti reshenia zadach identificachii achestvenux charakteristik materialov na osnove expertnux systems / V. I. Bolshakov, Yu. I. Dubrov, N. A. Tkachenko, V. A. Tkachenko // Dop. NAN Ukraine. – 2006. – № 4. – S. 97 – 102.
3. Bolshakov Wade. I. Chastkova kompensatsiya nepovnoti formalnoy aksiomatiki pri identifikatsiy struktyru metaly / Wade. I. Bolshakov, V. I. Bolshakov, V. M. Volchuk, Yu. I. Dubrov // Visnik NAN Ukrainu. – 2014. – № 9. – S. 46 – 49.
4. Tushinskiy L. I. Methodu issledovania materialov / L. I. Tushinskiy, A. V. Ploxov, A. O. Tokarev, V. I. Sindeev. – M. : Mir, 1965. – 384 s.
5. Bolshakov V. I. Osobnosti multifractalnogo formalisma v materialovedenii / V. I. Bolshakov, V. N. Volchuk, Yu. I. Dubrov // Dop/ NAN of Ukraine. – 2008. – № 11. – S. 99 – 107.

УДК 666.97+004

МОДЕЛИРОВАНИЕ СВОЙСТВ И ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК БЕТОНОВ ДЛЯ КОНСТРУКЦИЙ, ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ В СЛОЖНЫХ УСЛОВИЯХ

Н. Д. Сизова, д. ф-м. н., проф., И. А. Михеев, к. т. н.

Харьковский национальный университет строительства и архитектуры, г. Харьков

Ключевые слова: технология бетона, моделирование, информационные технологии

Постановка проблемы. Технология производства бетонных изделий, в том числе, для конструкций и сооружений железных дорог, предполагает выполнения нескольких основных этапов, одним из которых является задача проектирования состава бетона [1; 15]. Наличие большого количества научной литературы [1; 5; 7; 15; 16; 20] подчеркивает актуальность данной проблемы и в то же время указывает на многие нерешенные вопросы относительно