

ботки. Установка работает как от силовой так и от бытовой электрической сети. Режим работы поддерживается автоматически.

Технические данные: напряжение питания – 220В; производительность по газовой смеси – 0,3-2,0 м<sup>3</sup>/час; потребляемая мощность (в зависимости от производительности) – 1,0-6,0 кВт; расход воды – 0,2-1,3 л/час; габаритные размеры – 720×380×620 мм; масса – 85 кг.

Разработка газогенераторов водородно-кислородной смеси вызвано как необходимостью более рационального использования в газопламенной технологии ацетилена, так и экономическими факторами.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Балакин В.И. Перспективы применения электролиза воды в газопламенной технологии. - Автоматическая сварка, 1974, №9, с.76-77.

2. Кислицин В.М. К вопросу разработки газогенераторов водородно-кислородной смеси. - Информационное письмо, 1981, №2.

3. Балакин В.И., Бабах А.К. Сварка в газе с использованием смеси газов, получаемой при электролизе воды. - Автоматическая сварка, 1975, №8, с.59-63.

УДК 621.771.07

СИДАШЕНКО А.И., канд. техн. наук.

### РАЗРАБОТКА МАТЕРИАЛА И ТЕХНОЛОГИИ ТЕРМООБРАБОТКИ МУКОМОЛЬНЫХ ВАЛЬЦОВ ДЛЯ СТАНКОВ ФИРМЫ "БЮЛЕР".

Мукомольные вальцы - главный рабочий орган основного оборудования мукомольных предприятий - вальцовых станков. От качества и долговечности вальцов зависит работа вальцовых станков и стабильность технологического процесса размола зерна. Износостойкость вальцов и состояние рабочей поверхности определяют их основные технико-экономические показатели и качественную сторону мукомольного производства: производительность, извлечение продукта, расход электроэнергии, зольность и др.

Для изготовления мельничных вальцов, как правило, применяют износостойкий чугун состава типа "нихард" с сорбито-троститной металлической матрицей и соговым ледебуритом в структуре. Использование для этих целей такого износостойкого чугуна является малоэффективным ввиду недостаточной износостойкости и долговечности, а также высокой склонности к самополированию рабочей поверхности матированных вальцов.

К тому же такая структура чугуна, его низкие пластические и вязкие свойства приводят к выкрашиванию рифлей при их термообработке и во время эксплуатации, что также отрицательно сказывается на износостойкости и долговечности.

Опыт работы мельзаводов, оснащенных отечественным и зарубежным оборудованием, показал, что срок службы отечественных серийных вальцов в 2-9 раз ниже вальцов фирмы "Бюлер", что приводит к значительному уве-

личению простоев, снижению производительности мельзаводов и качества муки.

Мельничные валцы в зависимости от различной системы имеют рифленую поверхность или шероховатую - "матированную" поверхность. При этом валцы с шероховатой поверхностью составляют около 60% от общей длины вальцово-вой линии.

Измельчение зерна происходит между верхними и нижними валцами, расположенными под углом  $30^\circ$  к вертикали, проходящей через центр нижнего вальца. Валцы вращаются с различными скоростями, отношение скорости вращения верхнего (5,6м/с) и нижнего - 1,5-5,5 для драной системы и 1,3-5,0 - для размольной системы.

Удельная нагрузка на валцы для драной и размольной систем составляет 615-1600кг/см сутки ( $0,2-0,4\text{кг}/\text{см}^2$ ) и 76-350кг/см сутки ( $0,03-0,12\text{кг}/\text{см}^2$ ) соответственно. Влажность зернопродуктов - до  $20\%$ . Температура продукта после вальцевых станков -  $20,5-26,0^\circ\text{C}$ .

Заготовки бочек мельничных валцов и материал для их изготовления должны отвечать следующим требованиям

толщина отбеленного рабочего слоя биметаллической заготовки (h) не менее  $14\pm 0,4$ мм от диаметра вальца 250мм;

на глубину до 8мм рабочего слоя наличие графита в структуре не допускается;

микроструктура материала рабочего слоя должна иметь не менее 40% цементита и ледебурита, остальное - перлит дисперсностью не менее ПД-1 ( $0,8-1,3\text{мкм}$ ),

твердость

для валцов с шероховатой (матированной) поверхностью 48,4-51,3HRC ( $64-68\text{HNS}$ ),

для валцов с рифленой поверхностью 51,3-54,7HRC ( $68-73\text{HNS}$ ).

Твердость внутреннего слоя вальца из серого чугуна HB180-230 (13-20HRC)

Материал рабочего слоя мельничных валцов должен обеспечить постоянство параметров рифлей и самовосстановления (самодифференцирование) рифлея шероховатой (матированной) поверхности под воздействием зерна и зернопродуктов

Эти показатели, а также упругие, прочностные и вязкие свойства материала, определяющие качество рифлей и их геометрию при механической обработке и эксплуатации валцов, должны быть не хуже, чем для материала трубчатых валцов

При разработке эффективного материала учитывали его обрабатываемость, которая должна быть не хуже, чем материала отечественных валцов при использовании существующего на предприятиях-изготовителях оборудования.

Основное направление исследований по обеспечению эксплуатационных характеристик отечественных вальцов на уровне соответствующем фирмы "Бюлер" состояло в оптимизации химического состава рабочего слоя и технологии изготовления заготовок вальцов с учетом отмеченных выше факторов. Методом однофазного эксперимента изучено влияние основных (углерод, кремний, фосфор), графитизирующих (марганец, никель, медь) и карбидообразующих (хром, ванадий, титан и др.) элементов на структуру, износостойкость, шероховатость поверхности после износа и механические свойства.

Для изучения в качестве основы выбран сплав, содержащий, % вес марганца – 0,95-1,2, фосфора – 0,35-0,62, никеля – до 0,5

Исследовали влияние C (2,8-5,1%) – Si (0,1-1,38%) – Cr (0,1-2,9%) и C (3,1-4,3%) – Si (0,1-1,6%) – Ti (0,04-2,0%) на структуру и свойства базового сплава.

Для описания зависимости свойства чугуна от его химического состава в трех компонентной системе была выбрана математическая модель четвертого порядка, в общем случае имеющая следующий вид:

$$y = \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \gamma_{12} x_1 x_2 + \gamma_{13} x_1 x_3 + \gamma_{23} x_2 x_3 + \\ + \rho_{12} x_1 x_2 (x_1 - x_2) + \rho_{13} x_1 x_3 (x_1 - x_3) + \rho_{23} x_2 x_3 (x_2 - x_3) + \\ + \delta_{12} x_1 x_2 (x_1 - x_2)^2 + \delta_{13} x_1 x_3 (x_1 - x_3)^2 + \delta_{23} x_2 x_3 (x_2 - x_3)^2 + \\ + \beta_{1123} x_1^2 x_2 x_3 + \beta_{1223} x_1 x_2^2 x_3 + \beta_{1233} x_1 x_2 x_3^2$$

Матрицы планирования эксперимента в натуральном масштабе для построения зависимостей изменения структуры и свойств чугуна от химического состава состояли из 15 опытов

Коэффициенты  $\beta, \gamma, \rho, \delta$  математических моделей рассчитывали по результатам эксперимента

Адекватность математических моделей проверяли по  $t$  – критерию, доверительные интервалы значений свойств, предсказываемые математическими моделями, согласно работы [1]

Расчет экспериментальных значений  $t$  – критерия показал, что для всех четырех контрольных сплавов его значение меньше табличного. Следовательно, модель четвертого порядка, характеризующая зависимость от химического состава железоуглеродистого сплава, содержащего марганец и фосфор, на основе систем C – Si – Cr и C – Si – Ti следует считать адекватной. Полученные математические модели позволили в симплексном пространстве изобразить графически изменение структуры и свойств от комплексного влияния легирующих элементов на чугун и построить изоуровни (линии равных значений) заданных характеристик

Как показывает величина углеродного эквивалента, химические составы чугуна изменяются от доэвтектических к заэвтектическим, в основном с повышением содержания в нем углерода и снижением кремния. Требования по структуре рабочего слоя медьничных вальцов обеспечиваются следующим

химическим составом чугуна, % вес.: углерод – 3,4-3,8; марганец – 0,8-1,2; кремний – 0,3-0,7; титан – 0,4-0,9; фосфор – 0,4-0,7, который получен на основании однофакторного эксперимента. Результаты исследования влияния легирующих элементов на износостойкость сплава (рис.1) показывают, что легирование сплава элементами, способствующее получению заданной структуры, обеспечивают величину износа в 1,5-1,8 раза ниже, чем материала фирмы "Бюлер" и отечественного текущего производства.

В зависимости от степени легированности свойства чугуна изменяется в пределах:  $50-55\text{HRC}$ ,  $\sigma_B = 400-480\text{МПа}$ ,  $KC=20-42\text{кДж}$  и  $E=(1,2-1,3)10^{11}\text{Па}$  и не уступают аналогичным материалам зарубежных фирм (рис.2).

Исследованиями влияния режимов термической обработки на структуру, остаточные напряжения (рис.3), твердость и износостойкость установлено, что для заготовок мельничных валцов из разработанного материала необходимо применять отжиг по режиму: нагрев до  $650-700^\circ\text{C}$ , выдержка при этой температуре в течение 1,5-1,0 часов.

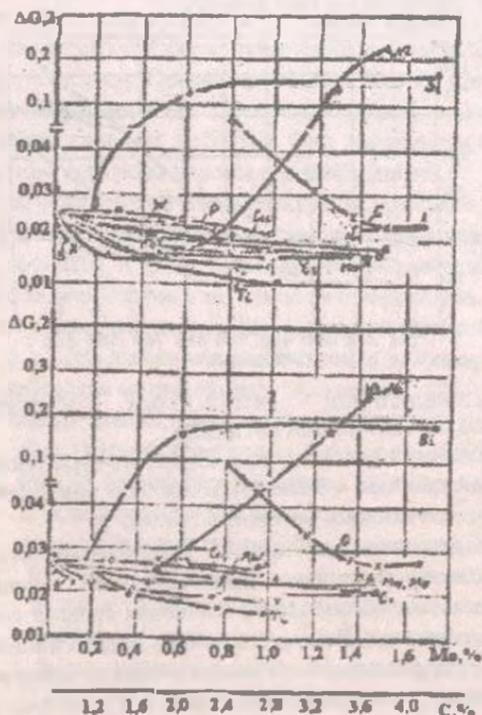


Рис.1 Влияние легирующих элементов на износостойкость 11, ЧУГУНА а – поверхность отливки ( $V_{\text{охл}}=19-20^\circ\text{C/мин}$ ), б – на расстоянии 15-16мм от поверхности отливки ( $V_{\text{охл}}=15-17^\circ\text{C/мин}$ )

Такой отжиг обеспечивает сохранение дисперсности перлитной металлической матрицы на уровне Пд1, что положительно сказывается на способности этого материала к самовосстановлению рабочей шероховатости по-

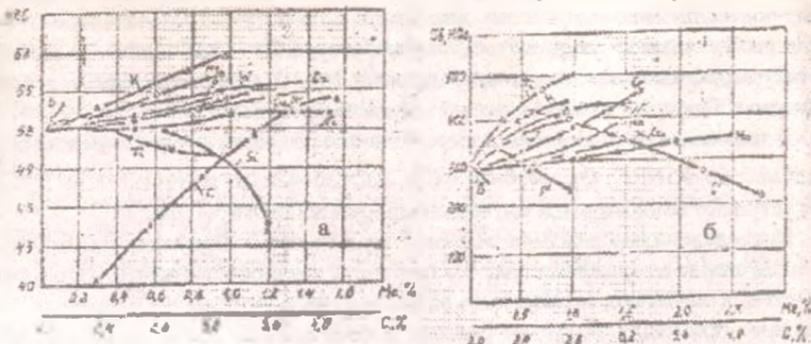


Рис. 2. Влияние легирующих элементов на твердость (а) и прочность (б) поверхности отливки

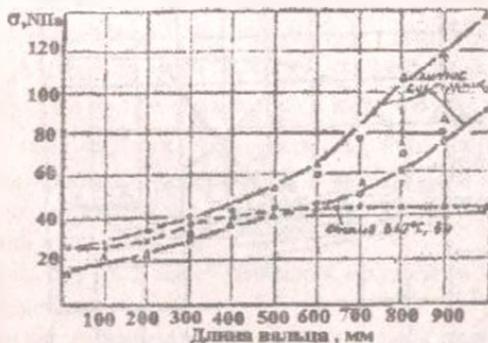


Рис. 3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В РАЗРАБОТАННОМ ЧУГУНЕ ДЛЯ ВАЛЬЦОВ

верхности матированных вальцов, снижает остаточные напряжения до уровня зарубежных вальцов, при обеспечении высоких значений твердости и износостойкости, не уступающих материалу "Бюлер"

Исследованиями литейных свойств установлено, что разработанный сплав имеет достаточный уровень жидкотекучести и усадки. Склонность разработанного сплава к образованию холодных трещин соответствует лучшим зарубежным образцам. Вальцы из нового разработанного сплава и технология его термоупрочнения по технологическим, механическим эксплуатационным свойствам не уступают зарубежным и успешно эксплуатируются в Украине на станках фирмы "Бюлер"

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Новик Ф.М. Плавление и эксперимент на сплаве при изучении металлургических систем. М.: Металлургия, 1985.