



Рисунок 2 – Изменение размера частиц алюмо-цинка и никеля в зависимости от режима напыления:
1 – при давлении 2,5 атм.; 2 – 3,0 атм.; 3 – 3,5 атм.: а – алюмо-цинк, б – никель

Выводы. По результатам проведенных исследований делаем следующие заключения:

1. с увеличением давления при распылении сплавов цинка и никеля размер частиц уменьшается, что положительно сказывается на формировании покрытия;
2. при распылении частицы никеля имеют шаровидную форму, благодаря чему прочность сцепления у него выше.

Список использованных источников

1. Белоцерковский М.А., Сосновский А.В., Григорчик А.Н., Прядко А.С., Черепко А.Е. перспективы замены гальванического хромирования гиперзвуковой металлизацией. Международная научно-техническая конференция «Инновации в машиностроении-2014», 2–3 октября 2014 г. Минск, Беларусь: сборник научных трудов «Актуальные вопросы машиностроения» - Минск, 2014. С. 324 – 328.
2. Шалкаускас М.И. Металлизация пластмасс. – М., 1983.

УДК 620.179

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАРКИ ЧУГУНА ПРИБОРОМ ИФМХ-Ч

Ланцман Г.А., Крень А.П., Рудницкий В.А., Зинькевич Н.В., Гнутенко Е.В.
Институт прикладной физики Национальной академии наук Беларуси

Аннотация. Рассмотрена возможность использования метода микроударного индентирования для оценки физико-механических характеристик чугуна с использованием прибора ИФМХ-Ч, разработанного в ИПФ НАН Беларуси. Установлено, что метод и прибор позволяют контролировать такие параметры, как твердость по Бринеллю в диапазоне 100-500 НВ, модуль упругости от 40 до 200 МПа, а также определять предел прочности и марку чугуна от СЧ 10 до СЧ 35 для серого чугуна и от ВЧ 35 до ВЧ 70 для высокопрочного. Показана возможность использования прибора для оперативного неразрушающего контроля непосредственно деталей и изделий в условиях производства.

Abstract. It is considered the possibility of the application of impact microindentation method for testing the physic and mechanical properties of cast iron using the IFMH-C device devel-

oped at the Institute of applied physics of the National Academy of Sciences of Belarus. It was established that the method and the device allow to estimate such parameters as Brinell hardness in the range of 100-500 HB, elastic modulus from 40 to 200 MPa, as well as to determine the tensile strength of the flake and spheroidal graphite cast irons. The possibility of using the device for in situ non-destructive testing directly of parts and products in the manufacturing environments is shown.

Чугунное литье широко применяется на отечественных и зарубежных промышленных предприятиях. Чугун является одним из основных конструкционных материалов и используется во всех отраслях промышленности: автомобилестроении (для изготовления блоков цилиндров и коленчатых валов), железнодорожном транспорте (тормозные колодки), станкостроении (станины), нефтяной промышленности (трубы). Благодаря наличию графитовых включений чугун хорошо гасит вибрацию, может применяться при низких температурах. В тоже время, при изготовлении различных изделий возникают сложности с их контролем, поскольку часто необходимо не только определить структуру сформировавшегося чугуна (как правило, разделить серый (СЧ) и высокопрочный (ВЧ)), но и четко установить физико-механические характеристики: предел прочности σ_b , твердость по Бринеллю HB, модуль упругости E_y , а в оптимальном случае установить марку чугуна.

Важной характеристикой чугуна является и модуль упругости E_y . Известно [1], что E_y чугуна практически не зависит от структуры металлической основы, в отличие от твердости, и определяется в основном графитной составляющей. При этом для ВЧ он находится в диапазоне 130-180 ГПа, а для СЧ – в пределах 50-130 ГПа, изменяясь даже в пределах одной марки на 20-50% (чем выше предел прочности, тем меньше это изменение).

В настоящей работе была изучена возможность применения метода динамического индентирования (МДИ) [2] и прибора ИФМХ-Ч (рисунок 1), реализующего данный метод, для контроля физико-механических характеристик чугуна. Прибор был разработан в ИПФ НАН Беларуси и представляет собой датчик-твердомер, позволяющий контролировать твердость сталей по шкалам HB, HRC и HV и электронный блок, который обрабатывает дополнительную информацию для установления физико-механических характеристик чугуна. При этом датчик-твердомер внесен в Госреестр средств измерений как твердомер ТПЦ-7 под номером РБ 03 03 6414 17.

Сущность МДИ, развиваемого в ИПФ НАН Беларуси, заключается в нанесении однократного микроудара с фиксированной предупредительной энергией, определяющейся массой индентора m и предупредительной скоростью V_p . Отличительной особенностью метода является возможность регистрации всего процесса нагружения в виде диаграмм «контактное усилие P – перемещение h », а также зависимостей $P=f(t)$, $h=f(t)$, $V=f(t)$ в широком диапазоне изменения сил и перемещений [3].



Рисунок 1 – Внешний вид прибора для контроля характеристик чугуна:
1 – датчик-твердомер ТПЦ-7; 2 – электронный блок; 3 – образец

В таблице показаны результаты измерений физико-механических характеристик прибором ИФМХ-Ч в сравнении с полученными на стандартном оборудовании.

Таблица 1 – Результаты измерений

№ образца	σ , МПа (по данным производителя)	E_y , ГПа (ИФМХ-Ч)	Твердость, НВ		σ , МПа (ИФМХ-Ч)	Марка чугуна (ИФМХ-Ч)
			Твердомер Бринелля	ИФМХ-Ч		
1	160	110	142	142	165	СЧ15
2	253	115	219	228	272	СЧ25
3	320	135	214	214	319	СЧ30
4	350	137	233	233	354	СЧ35
5	357	172	185	187	357	ВЧ35
6	430	172	198	208	422	ВЧ40
7	460	175	206	214	451	ВЧ45
8		177	356	366	780	ВЧ70
9		163	423	430	802	Отбел
10		181	401	407	797	Отбел

Данные испытаний прибора, приведенные в таблице, говорят о возможности не просто измерить с его помощью достаточной точностью основные физико-механические характеристики и не просто разграничить чугун по виду (СЧ или ВЧ), но и установить на основании полученных данных марку чугуна, а также выделить образцы на поверхности которых образовался «отбеленный» слой.

Если проанализировать данные таблицы можно утверждать, что для проведенных испытаний погрешность измерения НВ не превысила 15 единиц, а предела прочности (для образцов, по которым имелись сведения) составила не более 5%.

Таким образом, можно утверждать, что прибор ИФМХ-Ч успешно зарекомендовал себя при контроле физико-механических характеристик чугуна. Он позволяет достоверно измерить твердость в диапазоне 90–450 НВ, модуль упругости 70–220 ГПа, предел прочности 100–900 МПа. Датчик и электронный блок прибора связаны между собой беспроводной связью, что позволяет проводить дистанционный контроль. При промышленном применении контроль может проводиться в отдельных важных точках изделия. Очевиден тот факт, что прибор может помочь значительно сократить объем разрушающих испытаний на производстве.

Список использованных источников

1. Шерман А.Д. Чугун: Справочник /А.Д. Шерман. – М.: Металлургия, 1991. – 576 с.
2. Рудницкий В.А. Оценка пластичности металлических материалов методом динамического индентирования. / В.А. Рудницкий, А.П. Крень, Г.А. Ланцман // Литье и металлургия. – 2017. – №2. – С. 81-87.
3. Abetkovskaia S.O. Evaluation of viscoelastic properties of materials by nanoindentation. / S.O. Abetkovskaia, S.A. Chizhik, V.A. Rudnitsky, A.P. Kren // Journal of Friction and Wear. – 2010. – Vol. 31. – №3. – Pp. 180-183.

УДК 620.179

ВИДЫ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИХ ЖИДКОСТЕЙ И ЕЕ СВОЙСТВА

Липский Я.А., Леошко А.Н.

Филиал БНТУ «Минский государственный политехнический колледж»

Abstract. *This article deals with the types of lubricating coolants, their scope of application. It draws our attention to properties of lubricating coolant and its effect on machine processing.*