

УДК 621.924.9

Г.П. Малышев, профессор, к.т.н.

П.С. Кулик, аспирант

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЛАСТИНГОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ В МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Запорожская государственная инженерная академия

Розглянута можливість використання бластингової технології у металургійному виробництві при очищенні виробів та обладнання. Описано фактори, що сприяють очищенню металевої поверхні від забруднень. Виконано пробні експерименти щодо видалення вугару й окалини з поверхні обладнання.

Рассмотрена возможность применения бластинговой технологии в металлургическом производстве при очистке изделий и оборудования. Описаны факторы, способствующие очистке металлической поверхности от загрязнений. Выполнены пробные эксперименты по удалению угара и окалины с поверхности оборудования.

Введение. В настоящее время для очистки поверхности листов, проволоки, обсадных труб от окалины, остатков масла и СОЖ (смазочно-охлаждающих жидкостей) широко применяют механические и химические методы. Данные технологии очистки, ставшие традиционными, имеют ряд существенных недостатков:

- необходимость утилизации остатка чистящего вещества;
- наличие кислотных испарений;
- профессиональные заболевания, вызванные действием используемых технологий.

В связи с этим предлагается рассмотреть возможность использования в технологиях очистки поверхностей от окалины и загрязнений бластинговой технологии (очистке сухим льдом), которая имеет следующие преимущества:

- низкая твердость сухого льда и отсутствие абразивного воздействия на поверхность материалов, что исключает механические повреждения и изменения структуры очищаемой поверхности;
- отсутствие остатков чистящего вещества из-за его полного испарения;
- отсутствие влаги на очищаемой поверхности;
- высокая скорость очистки, экономичность и быстрая окупаемость;
- возможность очистки оборудования без охлаждения и демонтажа, что снижает его простои на 80...95 % [1];
- безопасность процесса для человека и окружающей среды из-за отсутствия химических растворителей, взрывоопасных или пожароопасных веществ и синтетических моющих средств, а также отвода испаряемого диоксида углерода в атмосферу.

При помощи данной технологии успешно удаляют загрязнения от масла, бензина, токсичных остатков, сажи, нагара и шлака [2].

Постановка задачи. Целью настоящей работы является анализ бластинговой технологии как таковой и изучение возможности ее применения в металлургических производствах.

Сущность процесса. Бластинговая технология очистки поверхностей похожа на широко известные пескоструйный или дробеструйный методы, заключающиеся в механическом воздействии ускоренного в потоке сжатого воздуха твердого вещества на очищаемую поверхность. Отличие заключается в том, что гранулы сухого льда не являются абразивным материалом, то есть не повреждают саму поверхность, не оставляют вторичных отходов и несут не только кинетическую, но и скрытую тепловую энергию.

При чистке сухим льдом его гранулы из бункера подают через дозатор очистной установки в отвод трубы и через специальные насадки потоком сжатого воздуха распыляют на обрабатываемую поверхность. При встрече с поверхностью металла гранула с температурой $-79\text{ }^{\circ}\text{C}$ мгновенно охлаждает до хрупкого состояния загрязнение, имеющее коэффициент линейного расширения, отличный от основного материала, что приводит к отслаиванию загрязнения от обрабатываемой поверхности. Адгезия между загрязнением и материалом поверхности снижается при возрастании температурного градиента.

Исследования, проведенные в работе [3], показывают, что температура поверхности в процессе обработки зависит от двух основных факторов: массового расхода сухого льда и давления воздуха в системе (рис. 1). Как следует из графиков рис. 1, температура поверхностного слоя через 20 с воздействия стабилизируется во всем диапазоне изменения массового расхода сухого льда и давления воздуха в системе.

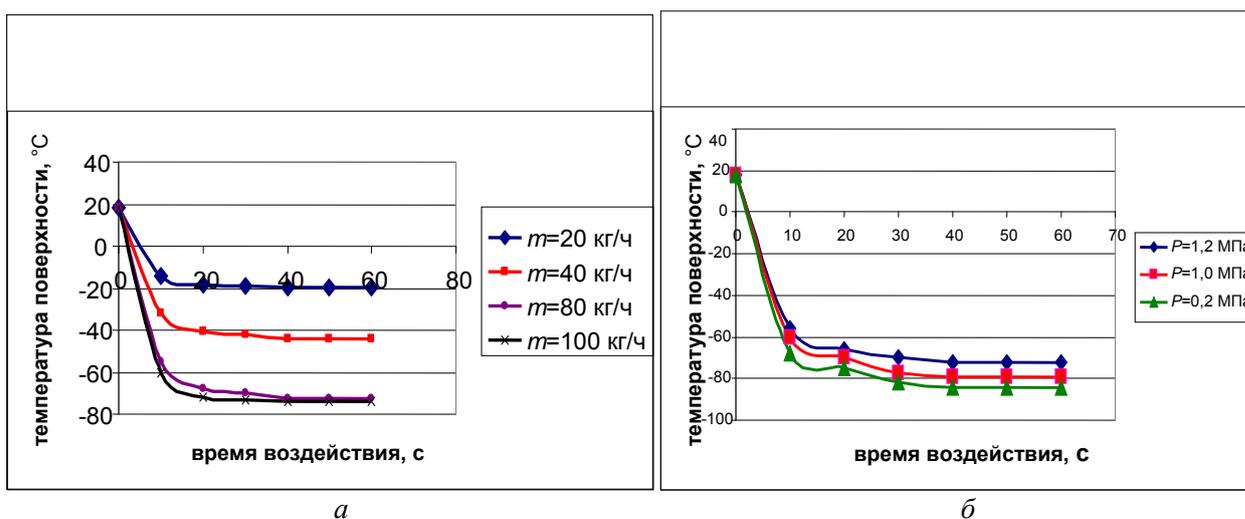


Рисунок 1 – Зависимость температуры поверхности от массового расхода сухого льда m (а) и давления воздуха P (б) [3]

В рамках исследования термического эффекта и температурного градиента изучали эффективность очистки поверхностей, имеющих разные температуры (рис. 2) [4]. Установлено, что увеличение температуры обрабатываемой поверхности сопровождается ростом интенсивности очистки, что в условиях металлургического производства особенно эффективно.

Вторым фактором, способствующим отслоению окалины и загрязнений от поверхности, является действие так называемого «газового клина». При соударении с очищаемой поверхностью вся кинетическая энергия гранул сухого льда переходит в потенциальную с выделением значительного количества теплоты.

Как следствие, гра-нулы сухого льда мгновенно нагреваются и переходят в газообразное состояние, рас-ширяясь в объеме в 700...800 раз. Образовавшийся «газовый клин», частично прони-кая в пространство между загрязнениями и обрабатываемой поверхностью, удаляет частицы загрязнения с поверхности.

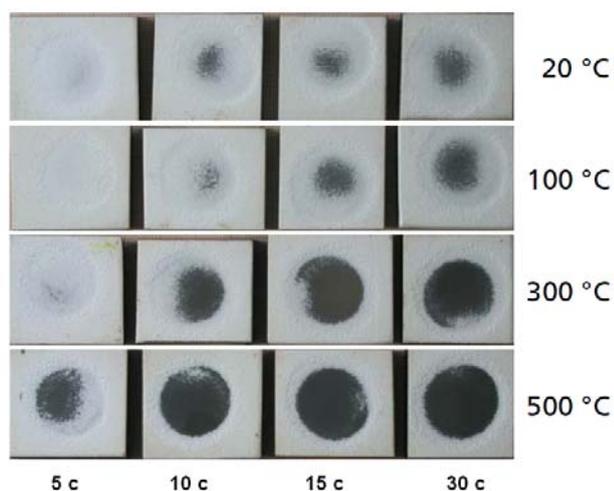
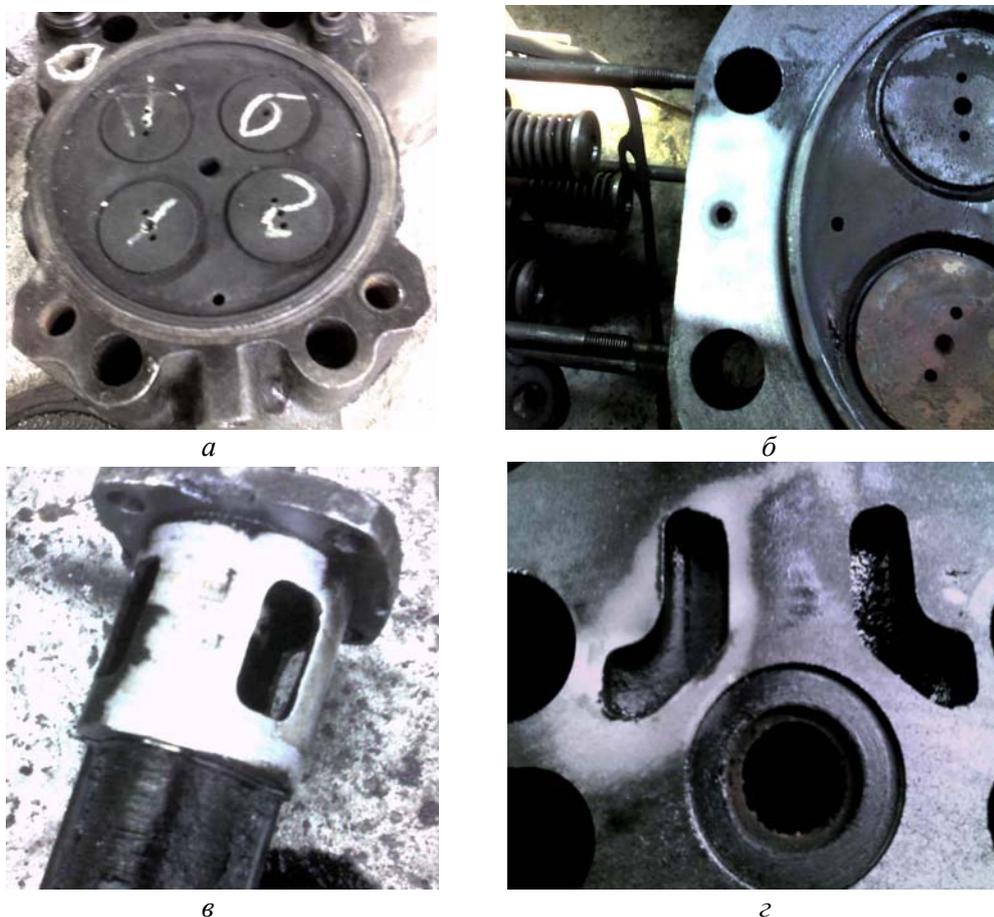


Рисунок 2 – Чистка поверхностей, имеющих разную температуру [3]

Третий фактор полного удаления загрязнения – перманентное механическое воздействие на очищаемую поверхность. Этот процесс обеспечивается за счет кине-тической энергии гранул сухого льда. Расчетами установлено, что кинетическая энер-гия единичной гранулы, имеющей скорость движения 300 м/с, при среднем диаметре 3 мм, высоте 7 мм и плотности 1,1 г/см³ составляет 2,38 Дж.



а

б

в

г

Рисунок 3 – Примеры обработки поверхностей:
а - поверхность перед обработкой; б - поверхности после обработки;
в - обработка оси; г - обработка канала

Апробация процесса в металлургическом производстве. В условиях ОАО «Ме-таллургический комбинат «Запорожсталь» очистке подвергали детали дизельной ус-тановки локомотива железнодорожного цеха, отправленного на капитальный ремонт. Использовали гранулы сухого льда диаметром 8 мм при давлении в сети 0,5 МПа. В результате очистки достигнуто удаление нагара с головки двигателя и оси (рис. 3). При этом следует отметить, что давление в сети для проведения эффективной очис-тки было недостаточным, что привело к перерасходу сухого льда.

Компрессоры с производительностью 10 м³/мин, создающие необходимое для успешной работы давление (1,0 МПа), имеются на ЗАО «Мотор-Сич» и ЗАО «Кера-мист». С использованием такого компрессора на ОАО «Запорожский сталепрокатный завод» были проведены пробные эксперименты по очистке проволоки диам. 5 мм от окалины. После обработки поверхность проволоки соответствовала требованиям, предъявляемым к поверхностям изделий перед нанесением на них покрытий.

Выводы. Бластинговая технология успешно зарекомендовала себя при очистке оборудования в условиях металлургического производства. Чистка сухим льдом поз-воляет быстро и качественно очищать оборудование, не повреждая поверхность и увеличивая срок службы его деталей.

Для оптимизации процессов очистки поверхности оборудования необходимо в каждом конкретном случае подбирать: гранулометрический состав сухого льда; дав-ление в воздушной магистрали; расход сжатого воздуха; форму и длину сопла для подачи сухого льда; расстояние от сопла до обрабатываемой поверхности и темпера-туру детали перед чисткой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Очистка поверхностей сухим льдом (криогенный бластинг) [Электронный ресурс]. – Ре-жим доступа : \www/ URL: <http://ice-city.ru/index.php?area=1&p=static&page=ochistka> – 2008 г. – Загл. с экрана.
2. El Mernissi - Technologischer Vergleich zwischen Trockeneis und anderen festen Strahlmitteln [Электронный ресурс] / IWF, TU Berlin. – Режим доступа : \www/ URL: http://www.-strahlverfahren.de/industriearbeitskreis/archiv/07%20-%20Adil_IWF-Tech_Vergleich_zw_TE_und_anderen_festen_Strahlmitteln.pdf – 29.10.2002 г. – Загл. с экрана.
3. 1st international Conference on Dry Ice Blasting – Presentations [Электронный ресурс] / Fraunhofer IPK. – Режим доступа : \www/ URL: http://www.strahlverfahren.de/en/Images/english_complete_tcm886-60332.pdf – 21.06.2007 г. – Загл. с экрана.
4. Pascal Brüggemann – Abtragen mit dem Trockeneisstrahl: theoretische Grundlagen, Erweiterung des Einsatzbereiches und Anwendungen [Электронный ресурс] / IW der Universität Hannover. – http://www.strahlverfahren.de/industriearbeitskreis/archiv/Brueggemann_IWUni_Hannover-Abtragen_m_d_TES.pdf – 28.10.2003 г. – Загл. с экрана.

Стаття надійшла до редакції 26.02.2012

р.