

УДК 678.4

Тимашов С.П., Шолин М.К.

## **МЕТОД СТРУЙНОЙ ТЕРМОГАЗОДИНАМИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПОВЕРХНОСТИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ ПЕРЕД НАНЕСЕНИЕМ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ**

Розглядається спосіб термогазодинамічної обробки поверхні металу для нанесення гумових захисних футерівок.

### **METHOD OF JET THERMOGASDYNAMIC SURFACE TREATMENT OF METAL ARTICLES BEFORE DRAWING OF PROTECTIVE COATING**

The question of thermogasdynamic surfacing of metal for drawing rubber protective lining is considered.

#### **1 Общие сведения**

Надежность и стойкость защитных покрытий, в том числе и покрытий полученных методом гуммирования, в значительной степени зависит от качества подготовки поверхности подложки.

Применение современных высокоэффективных адгезивов не снимает актуальности проблемы качественной подготовки поверхности металлической подложки. Так специалисты промышленной группы Henkel в инструкциях по применению своего высокоэффективного клея «Хемосил» значительное внимание уделяют качественной подготовке подложки [1].

При подготовке поверхности металла перед нанесением резиновых покрытий производят удаление окислов (окалины), продуктов коррозии, влаги, жира и промышленных загрязнений, представляющих собой вязкие конгломераты зачастую достаточно большой толщины (до 10 мм и более).

В качестве методов очистки традиционно применяют струйно-абразивную обработку с использованием дроби чугунной колотой или различных видов минеральных абразивов с использованием в качестве носителя воды или воздуха. Качество такой обработки, как правило, не удовлетворяет современным требованиям.

Нами были проведены сравнительные исследования различных способов подготовки поверхности. Анализу подвергнуты четыре основных способа подготовки поверхности металла перед нанесением резиновых покрытий: химическая обработка – химическое и электрохимическое травление, дробеструйная обработка, струйно-абразивная обработка с применением сухого песка и электрокорунда и термогазо-абразивная обработка с применением сухого песка и электрокорунда.

Химическая обработка имеет существенный недостаток, связанный с применением водных растворов солей и кислот, которые снижают активность поверхности металла после обработки и способствуют сокращению срока межоперационного периода вследствие риска образования значительного количества оксидов металла из-за остаточной влажности. Кроме того, технология химической обработки требует осуществления достаточно больших затрат на ее реализацию и утилизацию обработанных растворов.

## 2 Теоретические основы струйно-абразивной обработки поверхностей

### 2.1 Газовый поток с твердыми примесями

Рассмотрим движение гетерогенной среды, где газовой фазой является воздух, а твердой фазой – абразив – кварцевый или металлический песок. При этом предположим, что: все частицы имеют сферическую форму; взаимодействие твердых частиц между собой, так же как и влияние на них условий, вызывающих вращательное движение, пренебрежимо мало; объемная концентрация твердой фазы такова, что не вносит существенных изменений в аэродинамические характеристики несущей (газовой) фазы; в среде отсутствуют фазовые превращения.

При движении гетерогенной среды под давлением на частицы твердой фазы действуют следующие факторы.

1) Движущая сила, обусловленная наличием давления, направление которой совпадает с вектором скорости твердой фазы

$$F = P\pi \cdot r^2, \quad (1)$$

где  $P$  – давление в гетерогенной среде, Н/м<sup>2</sup>;

$r$  – радиус частицы твердой фазы, м.

2) Реакция газовой фазы, направлена против движения твердой фазы [2]

$$F_c = \frac{1}{2} \rho_g V^2 f_c \pi \cdot r^2, \quad (2)$$

где  $\rho_g$  – плотность газовой фазы, кг/м<sup>3</sup>;

$V$  – скорость движения частиц твердой фазы, м/с;

$f_c$  – коэффициент аэродинамического сопротивления [3].

Если в закрытой камере, через которую проходит гетерогенный поток, происходит горение, то к двум названным силам прибавляется еще одна – сила термического взрыва

$$F_2 = P_2 \pi \cdot r^2, \quad (3)$$

где  $P_2$  – давление в камере сгорания, обусловленное резким повышением температуры в закрытом объеме, Н/м<sup>2</sup>.

Можно допустить, что справедлив закон Шарля

$$P_2 = P \left( 1 + \frac{1}{273} t \right), \quad (4)$$

где  $t$  – температура горения, °С.

Исследованиями установлено [4], что такой подход приводит к ошибке в сторону уменьшения  $P_2$  не превышающей (5-6) % для средних температур (600-900) °К, и не превышающей (6-8) % для средних температур (900-1500) °К. Формулу (4) можно использовать с учетом указанной ошибки.

## 2.2 Реактивный эффект в струйно-абразивных аппаратах

Если в рабочей камере струйно-абразивного аппарата происходит горение, то возникает не только эффект резкого повышения давления, но и эффект реактивного разгона твердой фазы. Определим реактивную составляющую скорости абразива из уравнения

$$m_a \frac{dV_a}{d\tau} = - \frac{dm_a}{d\tau} V_p, \quad (5)$$

где  $V_a$  – скорость движения аппарата при реактивной отдаче, м/с.

Предположим, что масса аппарата является непрерывной функцией времени, а скорость истечения из рабочей камеры постоянна. Отметим, что  $m_a(0) = m_a \cdot 0$  – это масса аппарата при поступлении в него дозы топлива за рассматриваемое время  $\tau$ . Перепишем (5) в виде

$$dV_a = -V_p \frac{dm_a}{m_a} \quad (6)$$

и проинтегрировав (6), получим скорость движения аппарата в произвольный момент времени  $\tau$

$$V_a(\tau) = V_p \ln \frac{m_a \cdot 0}{m_a(\tau)}.$$

Предполагая, что за малый промежуток времени движение аппарата при отдаче является равноускоренным, для скорости  $V_p$  получим

$$V_p(\tau) = \frac{F_p \tau}{m_a(\tau) \ln \frac{m_a \cdot 0}{m_a(\tau)}}. \quad (7)$$

## 2.3 Вопросы теории разгонных сопел

Для создания высокоскоростных гетерогенных потоков применяются разгонные сопла. В том случае, если следует обеспечить высо-

кую скорость истечения только газовой фазы, могут применяться конфузоры, т.е. суживающиеся сопла. Для получения высоких скоростей твердой фазы использование таких сопел может оказаться недостаточно эффективным, так как для разгона твердой фазы, обладающей определенной инерцией, требуется большой путь. В этом случае целесообразно применять сопла с удлиненными цилиндрическими участками или сопла с длинными цилиндрическими насадками.

Изучение движения гетерогенных потоков в соплах и насадках и создание способов расчета их эффективности имеет огромное значение для оптимального проектирования струйно-абразивных аппаратов.

Многочисленными исследованиями [7, 8] установлено что: характер изменения параметров гетерогенной среды по длине проточного канала одинаков для сопел любых сечений; градиент скорости твердой фазы тем выше, чем меньше его концентрация и фракция; при значениях концентраций мелко дисперсной твердой фазы  $x < 1,0$  кг/кг, разностью скоростей фазовых компонентов можно пренебречь.

Скорость частицы определяется числом Маха

$$M = \frac{V}{a},$$

где  $a$  – локальная скорость звука.

Для определения шкальной скорости звука Л.Г. Лойцянский [9] предложена формула

$$a = 20,1\sqrt{T},$$

где  $T$  – локальная температура, °К.

Зная скорость частиц на входе в сопло ( $V_n$ ) и определив скорость звука, можно найти число Маха на входе в сопло. Условимся всем параметрам потока на входе в сопло присваивать индекс  $n$ . Таким образом

$$M_n = \frac{V_n}{a_n}, \quad V_n = \frac{Q}{15\pi d_n^2},$$

где  $d_n$  – диаметр начального сечения сопла.

В любом другом сечении число Маха находится по формуле

$$\frac{S_n}{S_1} = \frac{M_1}{M_n} \left( \frac{1 + \frac{k-1}{2} M_n^2}{1 + \frac{k-1}{2} M_1^2} \right)^{\frac{k+1}{2(k-1)}},$$

где  $S$  – площадь сечения, м<sup>2</sup>;

$k$  – показатель адиабаты для газовой фазы.

В частности для воздуха можно записать

$$k = 1,4 - \frac{0,5}{10000} T .$$

Зная  $M_1$ , можно определить скорость потока в сечении

$$\frac{V_n}{V_1} = \frac{M_n}{M_1} \left( \frac{1 + \frac{k-1}{2} M_1^2}{1 + \frac{k-1}{2} M_n^2} \right)^{\frac{1}{2}} .$$

Последовательное использование этих формул позволяет определить скорость истечения потока из сопла или насадки.

### 3 Обоснование выбора принципиальной схемы струйно-абразивных и термо-абразивных аппаратов

При проведении расчетов выбираем значения исходных величин, представленных в таблице 1.

Таблица 1 – Значения исходных величин

Наименование величин	Обозначение	Значение величин
Плотность материала абразива	$\rho_a$	26,0 [11]
Плотность воздуха	$\rho_b$	1,3 [9]
Массовый расход абразива	$G_a$	200,0
Объемный расход воздуха	$Q_b$	4,0
Давление сжатого воздуха	$P$	$0,5 \cdot 10^6$
Температура в камере струйно-абразивного аппарата, °К	$T_1$	293
Температура в камере термоабразивного аппарата, °К	$T_2$	1773
Коэффициент аэродинамического сопротивления	$f_c$	0,0193 [12]
Радиус частиц абразива	$r$	0,5
Реактивная отдача термоабразивного аппарата	$F_p$	50
Масса аппарата	$m_a$	2,5
Расход топлива	$G_T$	0,0017

В табл. 2 приведены результаты расчетов скоростей абразивной струи на выходе из сопел различных систем выполненных на основе выше приведенных теоретических выкладок.

Таблица 2 – Характеристики струйно-абразивных систем

Наименование струйно-абразивной системы	Скорость абразивной струи на выходе из сопла, м/с
Струйно-абразивные форсунки с суживающим соплом	345
Струйно-абразивные форсунки с соплами Лавалья и разгонными насадками	400
Термогазодинамические (термоабразивные) форсунки с соплами Лавалья	1034

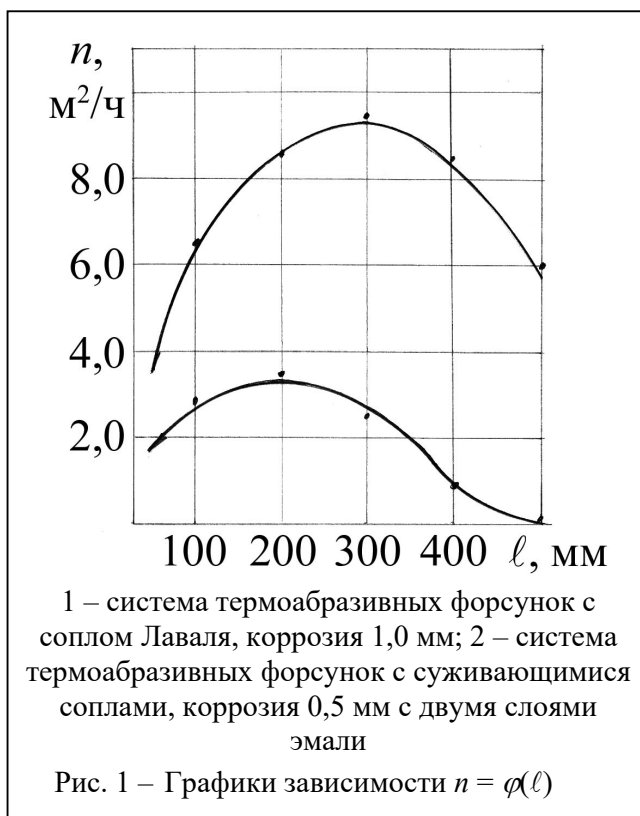
Результаты расчетов позволяют сделать следующие выводы:

- применение сопел Лавалья с разгонными насадками увеличивает скорость истечения абразива в 1,25-1,5 раза по сравнению с простыми струйно-абразивными форсунками;

- термоабразивные форсунки с соплами Лавалья увеличивают скорость истечения абразива в 2,5-3 раза по сравнению со струйно-абразивными форсунками с соплами Лавалья и разгонными насадками и в 3,25-2,50 раза по сравнению с простыми струйно-абразивными форсунками;
- в связи с тем, что в рассматриваемых аппаратах работа по очистке поверхности выполняется за счет кинетической энергии скоростной струи абразива, применение сопел Лавалья с разгонными насадками увеличивает кинетическую энергию рабочей струи в 1,5-2,25 раза по сравнению с простыми струйно-абразивными форсунками;
- термоабразивные форсунки с соплами Лавалья увеличивают кинетическую энергию рабочей струи в 6,5-7,0 раза по сравнению со струйно-абразивными форсунками с соплами Лавалья и разгонными насадками и в 10-12 раз по сравнению с простыми струйно-абразивными форсунками.

Процесс очистки характеризуется взаимодействием материала очищаемой поверхности и высокоскоростной абразивной струи. Следовательно, эффективность очистки зависит не только от физико-механических свойств очищаемого материала и характера загрязнения, но и от физико-механических и аэродинамических свойств рабочей струи и абразива. Кроме того, значительное влияние на конечный результат (производительность  $n$ ) процесса имеет расстояние  $\ell$  от сопла до объекта очистки, угол наклона рабочей струи  $\alpha$  и скорость движения инструмента вдоль объекта очистки  $u$ , которые варьировались при проведении эксперимента. На рис. 1 показана зависимость  $n = \varphi(\ell)$ . На рис. 2 –  $\alpha = (40-45)^\circ$ ,  $u = 153$  м/ч.

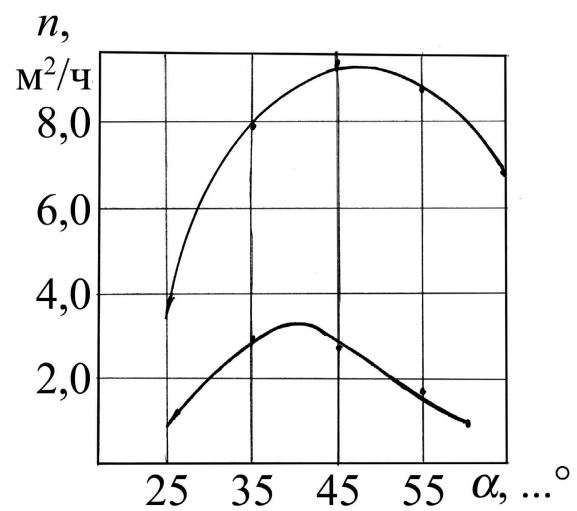
На рис. 2 показаны графики зависимости  $n = f(\alpha)$ . На рис. 3 показаны графики зависимости  $n = \psi(u)$ . Кривая 1 относится к очистке поверхности с коррозией толщиной 1,0 мм; кривая 2 – с коррозией толщиной 0,5 мм с двумя слоями эмали.



В проведенных экспериментах параметры газодинамического потока соответствовали расчетам, приведенным выше. Кривая 1 соответствует закономерностям полученным в случае использования системы термогазодинамической (термоабразивной) форсунки с соплом Лавалья. Кривая 2 соответствует закономерностям, полученным в случае использования систем стандартных струйно-абразивных форсунок с суживающимися соплами.

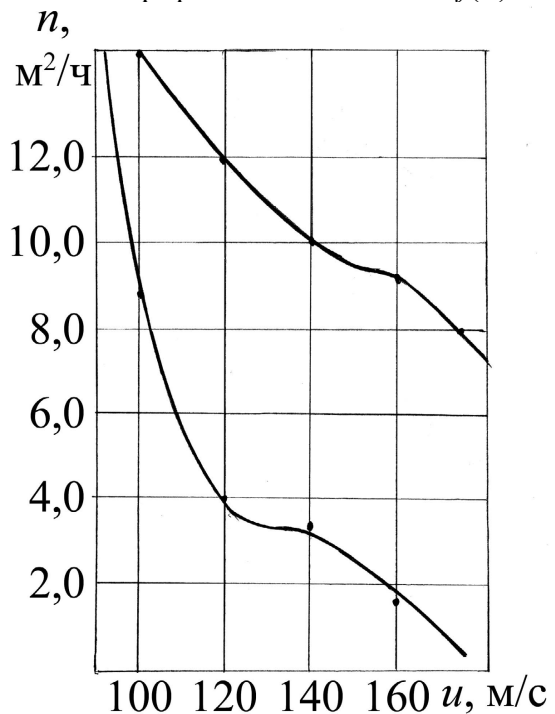
Кинематические характеристики способа подготовки металлической поверхности перед нанесением защитных технологических покрытий тесно связаны с таким показателем как физико-химическая активность поверхности обработанного металла. В свою очередь физико-химическая активность поверхности металла в значительной степени зависит от микрорельефа (шероховатости) поверхности.

В табл. 3 приведены сравнительные характеристики микрорельефа поверхности после различных способов обработки. Стандартные показатели: максимальная высота неровности профиля ( $R_{max}$ ) и средняя высота неровностей профиля ( $R_z$ ) мало говорят о физико-химической активности поверхности, обработанного металла. Гораздо большую информацию несут применяемые нами показатели: скважность микрорельефа  $C = R_z/S$  и общее количество концентраторов напряжений верхнего уровня определялись по профилограммам обработанной поверхности.



1 – система термоабразивных форсунок с соплом Лавалья, коррозия 1,0 мм; 2 – система термоабразивных форсунок с суживающимися соплами, коррозия 0,5 мм с двумя слоями эмали

Рис. 2 – Графики зависимости  $n = f(\alpha)$



1 – система термоабразивных форсунок с соплом Лавалья, коррозия 1,0 мм; 2 – система термоабразивных форсунок с суживающимися соплами, коррозия 0,5 мм с двумя слоями эмали

Рис. 3 – Графики зависимости  $n = \psi(u)$

Максимальные значения этих величин характерны для способа газодинамической обработки.

Таблица 3 – Параметры шероховатости (базовая длина 2,5 мм по ГОСТ 9.301-78)

Способ обработки поверхности	Максимальная высота неровности профиля, $R_{max}$ , мкм	Средний шаг неровностей, $S$ , мкм	Средняя высота неровностей профиля, $R_z$ , мкм	Скважность микро рельефа	Общее количество концентраторов напряжений верхнего уровня
Химическая обработка	18,50	250,00	11,90	0,05	16,00
Дробеструйная обработка (абразив №1)	31,50	196,90	23,50	0,12	21,00
Пескоструйная обработка (абразив №2)	25,00	193,80	14,50	0,08	27,00
Термоабразивная обработка (абразив №3)	32,50	132,10	18,90	0,14	29,00
Термоабразивная обработка (абразив №2)	35,00	166,70	23,50	0,14	52,00
Термоабразивная обработка (абразив №4)	40,00	384,00	33,50	0,09	28,00

Таблица 4 – Фракционный состав абразивных материалов

Фракция, мм	Абразивный материал			
	№1 – ДЧК (г. Череповец), %	№2 – Песок (г. Череповец), %	№3 – Песок (г. Дн-ск), %	№4 – Песок (г. Донецк), %
2,500	0,150	0,600	0,000	0,300
1,600	28,550	9,150	0,000	15,000
1,000	64,800	23,700	0,500	33,200
0,400	6,320	45,400	25,450	50,100
0,315	0,050	6,250	19,100	0,700
0,200	0,000	9,000	31,100	0,200
0,100	0,000	4,800	22,000	0,150
0,063	0,000	0,300	1,000	0,150
0,063	0,000	0,300	0,200	0,000
ВСЕГО %	99,870	99,500	99,350	99,800

В табл. 4 приведен состав различных абразивных материалов. Сравнивая эти составы и данные табл. 3 можно определить, как состав и природа абразивных материалов влияют на основные показатели физико-химической активности обработанного металла.

Наиболее чувствительным методом определения физико-химической активности металла является изменение электро-химических показателей в стандартных растворах электролитов: равновесного потенциала, тока коррозии поляризуемости и поляризационного сопротивления.

Данные приведенные в табл. 5 показывают, что экстремальные значения указанных выше величин соответствуют термоабразивной обработке поверхности металла, что коррелирует с данными табл. 3.



Таблица 5 – Электрохимическая активность поверхности обработанной различными способами

Вид обработки металлической поверхности	Показатели поляризационных измерений			
	Равновесный потенциал, мВ	Ток коррозии, мА/см <sup>2</sup>	Поляризуемость, (мА/мВ)/100	Поляризационное сопротивление, Ом
Без обработки	185,00	0,64	0,40	150,00
Дробеструйная	220,00	0,80	0,90	23,10
Пескоструйная	270,00	1,26	1,70	9,00
Термоабразивная	260,00	1,96	2,50	5,80
Химич. травление	180,00	0,62	0,30	420,00
Анодное травление	195,00	0,62	0,20	660,00

Остаточные напряжения в поверхностном слое обработанного металла являются не желательным явлением, поскольку наклеп изменяет структуру и свойства поверхностного слоя в сторону снижения его физико-химической активности.

В табл. 6 приведены результаты измерения микротвердости деформированного поверхностного слоя стали после анализируемых способов обработки. Как видно, наименьшую величину наклепа имеет поверхность стали обработанная термо-абразивным способом.

Таблица 6 – Микротвердость (в Н/мм<sup>2</sup>) деформированного поверхностного слоя стали

Способ обработки	Область без признаков деформации	Деформированный слой	Деформированный слой после напыления алюминия	
			Электродуговой способ	Реактивной струей
Дробеструйный	141,00	168,00	188,00	0,00
Пескоструйный	140,00	144,00	191,40	0,00
Термоабразивный	136,00	144,60	177,00	146,40

Очевидно, наилучшими показателями обладает способ струйной газодинамической очистки, который использует энергию сверхзвуковой двухфазной струи, генерируемой в специальном ручном рабочем инструменте.

Качество обработанной поверхности с применением указанного способа значительно выше всех известных в настоящее время традиционных способов подготовки поверхности перед гуммированием. Последнее подтверждено результатами лабораторных испытаний при креплении резин на основе каучуков общего назначения различными видами клеев.

В табл. 7 приведены данные о влиянии вида обработки поверхности металла на прочность крепления промышленными клеями резин различного состава и твёрдости.

Достигнута прочность крепления, которая на 30-40 % выше по сравнению с традиционными способами подготовки поверхности металла.

Таблица 7 – Результаты испытаний на отрыв (кгс/см<sup>2</sup>)

Вид обработки	Тип резин								
	100 % НК твёрдость 45 ед.			НК + СКД твёрдость 50 ед.			100 % СК твёрдость 65 ед.		
	Серий- ный клей	Лей- конат	Хемо- сил	Серий- ный клей	Лей- конат	Хе- мо- сил	Серий- ный клей	Лей- конат	Хемо- сил
Лабораторная обра- ботка корундовым диском	34	37	30	55	42	58	36	37	48
Пескоструйная обра- ботка	39	49	80	43	51	70	32	46	55
Термогазо-абразивная обработка	60	56	90	68	68	85	57	57	65

НПП «Техсервис» поставляет установки для подготовки поверхности, в которой в качестве носителя использован сверхзвуковой поток горячих газов. Такой способ позволяет объединить в одной операции очистку, активацию, обезвоживание и обезжиривание поверхности. При сопоставимой стоимости этот способ в два раза эффективнее традиционных аналогов (см. табл. 8).

В качестве энергоносителей для обеспечения работы установки могут быть использованы жидкое или газообразное топливо и сжатый воздух. Технологические параметры струйной газодинамической обработки (очистки и напыления) поверхности изделий следующие: производительность по очистке – (8-15) (до 25) м<sup>2</sup>/ч.; производительность по напылению – (4-10) м<sup>2</sup>/ч; скорость перемещения рабочего инструмента относительно обрабатываемого изделия составляет (1,5-4,5) м/мин.

В качестве абразивного материала используют: дробь чугунную колотую; электрокорунд или карбид кремния; песок речной или песок кварцевый. Оптимальный фракционный состав по основной фракции – (0,2-1,0) мм.

Установка использовалась для проведения ряда ремонтных работ и прошла промышленные испытания в Днепропетровске, Кривом Роге, Запорожье, Череповце, Челябинске. Мы имеем опыт обработки барабанов сепараторов горно-обогатительной фабрики перед гуммированием и противокоррозионной защитой металлоконструкций различного назначения.

Таблица 8 – Сравнительный анализ механических средств подготовки поверхности под нанесение защитных покрытий (усредненные результаты по производственным испытаниям на различных предприятиях черной металлургии)

Объект испытаний	Производительность м <sup>2</sup> /ч		Скорость перемещения инструмента вдоль обрабатываемой поверхности, м/мин	Степень очистки по ГОСТ 9.402-80	Степень запыленности на рабочем месте оператора, мг/м <sup>3</sup>	Степень запыленности и загазованности под маской оператора с воздушным поддувом, мг/м <sup>3</sup>	ПДК запыленности и загазованности по ГОСТ 12.1.005-88	Уровень шума, дБ	
	на толщине слоя, коррозии в 1 мм	на толщине слоя коррозии в 0,5 мм + 2 слоя эмали						Результаты замера	ПДУ по НД (ГОСТ 12.1003-76)
Пескоструйный аппарат со стандартным соплом	3,0 - 3,4	4,0 - 6,6	1,12-2,55	третья	при работе с песком - 429,7	не определялась	углерода оксид 20,0 азота диоксид -2,0 пыль - 6,0	90-96	80
Пескоструйный аппарат с двухступенчатым соплом Лаваля	7,5	10,0 - 12,0	3,33	вторая	при работе с песком - 429,7	не определялась	углерода оксид 20,0 азота диоксид -2,0 пыль - 6,1	91 - 96	80
Установка газообразивной обработки	14,3	17,1	9,5	первая	при работе с песком - 109,4, при работе с корундом - 36,6	углерода оксид - 3,2 азота диоксид- 0,02 пыль - 1,5 (Содержание диоксида кремния в пыли - менее 2 %)	углерода оксид - 20,0 азота диоксид - 20 пыль - 6,2	на рабочем месте оператора - 117-120, под наушниками у оператора - 79	80

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кочишик М. («Хенкель, КгаА», Германия). Методы подготовки поверхности металлов или других субстратов к креплению резины с помощью клеев CHEMOSIL® // Каучук и резина. – 2003. – № 2. – С. 42-44.
2. Абрамович Г.Н. Прикладная газовая динамика. – М.: Наука, 1969. – 824 с.
3. Алешко П.И. Механика жидкости и газа. – Харьков: Вища школа, 1977. – 320 с.
4. Иноземцев Н.В., Кошкин В.К. Процессы сгорания в двигателях. – М.: Машгиз, 1949. – 343 с.
5. Карпов В.П. Горение газообразных смесей в двигателях. – М.: Машгиз, 1951. – 119 с.
6. Эльсгольц Л.З. Дифференциальные уравнения и вариационные исчисления. – М.: Наука, 1965. – 424 с.
7. Уоллис Г. Одномерные двухфазные течения. – М.: Мир, 1972. – 439 с.
8. Дейч М.К., Филипов Г.А. Газодинамика двухфазных струй. – М.: Энергия, 1968. – 423 с.
9. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. – М.: Наука, 1972. – 847 с.

10. Рейнольдс А.Дж. Турбулентные течения в инженерных приложениях. – М.: Энергия, 1979. – 408 с.
11. Шаумян Л.В. Физико-механические свойства массива скальных пород. – М.: Наука, 1972. – 119 с.
12. Борисенко А.И. Газовая динамика двигателей. – М.: Оборонгиз, 1962. – 753 с.

УДК 622.235.2

Джос В.Ф., Филь В.И., Зинько Н.А.

## **ОСОБЕННОСТИ ИНИЦИИРОВАНИЯ ЗАРЯДОВ ЭМУЛЬСИОННЫХ ВВ ДЕТОНИРУЮЩИМ ШНУРОМ**

В статті дається обґрунтування експериментально встановленого факту підвищення швидкості розповсюдження детонації при використанні однієї нитки детонаційного шнура ДШЭ-12 для ініціювання зарядів заданої маси у порівнянні з ініціюванням зарядів відповідної маси неелектричною системою „Динашок”.

### **FEATURES OF INITIATION OF CHARGES OF EMULSION EXPLOSIVES A DETONATING CORD**

In article the justification experimentally an established fact of a heightening of rate of propagation of a knocking is yielded at use of one string of detonating cord ДШЭ-12 for initiation of charges of the given mass with comparison with initiation of the relevant mass by an electrical system “Dynashock”

Во время проведения испытаний по определению скорости детонации эмульсионных ВВ, выпускаемых заводом в г. Зарафшан (Республика Узбекистан), было установлено, что при их инициировании детонирующим шнуром (ДШЭ-12) скорость детонации повышается на 10-12 % по сравнению с инициированием с помощью неэлектрической системы «Динашок» (производство Германия). Это послужило основанием для постановки серии опытов на зарядах эмульсионных ВВ (нобелан 2080) и игданита (изготавливаемого зарядной машиной «Огиса») по установлению причин этого явления. При этом соблюдалось условия равенства масс зарядов и промежуточных детонаторов. Испытания были проведены в толстостенных полиэтиленовых трубах диаметром 200 мм и толщиной стенок в 20 мм. По оси трубы прокладывалась одна нить ДШЭ-12, которая центрировалась с помощью деревянных реек. Затем в трубу засыпалось 30-32 кг игданита. Подрыв нити ДШЭ-12 осуществлялся электродетонатором. Процесс развития взрыва фиксировался киносъемкой с помощью СКС-1М. На рис. 1 приведены кадры киносъемки, а на рис. 2 окончательные результаты процесса взрыва. Из них видно, что одна нить ДШЭ-12 не возбуждает детонацию заряда ВВ, а приводит к образованию канала диаметром 32-35 мм по всей длине заряда. Это может быть объяснено уплотнением игданита в зоне взрыва нити ДШЭ-12 за счет уменьшения межгранульного пространства гранулированный аммиачной селитры (АС). По нашему мнению, такой же результат по образованию канала должен происходить при взрывании зарядов нобелана 2080, состоящего из 80 % аммиачной селитры и 20 % матрицы, в составе которой находится водный раствор АС.