

УДК

О.В. Кириченко¹, В.Д. Акиншин², д-р физ.-мат.наук, Б.О. Яхно⁴, доц., П.И. Заика¹, канд.техн.наук, доц., В. В. Цыбулин³, В. А. Ващенко³, д-р техн.наук, проф.

1– Черкасская академия пожарной безопасности им.Героев Чернобыля г.Черкаcсы, Украина; 2–ГУП МосНПО "Радон" г. Москва, Россия; 3– Черкасский государственный технологический университет, г. Черкассы, Украина; 4– НТУ Украины «Киевский политехнический институт» г. Киев, Украина

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-СТАТИСТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ДЛЯ РАСЧЕТА ЗАВИСИМОСТЕЙ СКОРОСТИ И КОНЦЕНТРАЦИОННЫХ ПРЕДЕЛОВ ГОРЕНИЯ ПИРОТЕХНИЧЕСКИХ НИТРАТНЫХ СИСТЕМ ОТ СКОРОСТИ ОБДУВА ПОТОКОМ ВОЗДУХА

Проведені експериментальні дослідження впливу коефіцієнта надлишку окислювача ($\alpha = 0,3...1,6$) і дисперсності компонентів ($d_M = 74,5...305$ мкм, $d_N = 50...220$ мкм) на швидкість і концентраційні межі горіння ПНС в умовах підвищених швидкостей обдуву потоком повітря. Розроблені експериментально-статистичні моделі, що дозволяють формувати в умовах підвищених швидкостей обдуву потоком повітря ($V = 0...1,5 \cdot 10^3$ м/с) бази даних з пожежонебезпечних властивостей піротехнічних нітратомістких виробів в умовах їх застосування.

The experimental researches of influencing of coefficient of surplus of oxidant ($\alpha = 0,3...1,6$) and dispersion of components ($d_M = 74,5...305$ mkm, $d_N = 50...220$ mkm) are conducted on speed and concentration limits of the PNS burning in the conditions of the promoted speeds by the blowing blast. The experimental-statistical models allowing to form in the conditions of the promoted speeds by the blowing blast are developed ($V = 0...1,5 \cdot 10^3$ m/s) data-bases on fire-dangerous properties of pyrotechnic nitrate-containing wares in the conditions of their application.

Специфические условия применения пиротехнических нитратосодержащих изделий (например, встречный сверхзвуковой обдув потоком воздуха (рис. 1, 2)) предъявляют повышенные требования к пожаровзрывобезопасности пиротехнических нитратных систем (ПНС – двойные уплотненные смеси из порошков магния с нитратами калия, стронция и бария), которыми снаряжаются изделия [1 – 5, 8, 10 – 14]. Это обусловлено тем, что в указанных условиях в результате самоускорения процесса горения образцов ПНС и перехода его во взрыв происходит разрушение изделий и разбрасывание продуктов сгорания вместе с высокотемпературными осколками металлических корпусов. При этом, если методические рекомендации по обеспечению пожарной безопасности различных пиротехнических изделий в условиях изготовления, хранения и транспортировки в настоящее время имеются и продолжают совершенствоваться [1, 5 – 7, 9, 10], то методики и рекомендации по обеспечению пожарной безопасности изделий, в том числе и на основе ПНС, в указанных условиях применения на данный момент отсутствуют. Важным обстоятельством, сдерживающим разработку этих рекомендаций, является отсутствие баз данных по скорости и концентрационным пределам горения ПНС в условиях сверхзвукового обдува потоком воздуха. Поэтому целью данной работы является получение экспериментальных данных о влиянии технологических факторов (коэффициента избытка окислителя, среднего размера

частиц порошка металлического горючего и окислителя, природы окислителя) на зависимости скорости и концентрационных пределов горения ПНС от скорости обдува потоком воздуха. Также целью работы является разработка экспериментально-статистических моделей, позволяющих расчетным путем на ПЭВМ класса IBM формировать базы данных по их пожароопасным свойствам в этих условиях.

1. Методика исследований

Образцы ПНС изготавливались по технологии, используемой в пиротехническом производстве, и имели такие технологические параметры [1, 3–5, 10]: коэффициент уплотнения $K_V = 0,96 \dots 0,98$; коэффициент избытка окислителя $\alpha = 0,3 \dots 1,6$; средний размер частиц металлического горючего $d_M = 74,5 \dots 305$ мкм и окислителя $d_N = 50 \dots 220$ мкм; оболочки металлические диаметром $d = 2 \cdot 10^{-2}$ м и толщиной $h = 8 \cdot 10^{-4}$ м. При этом скорость и концентрационные пределы горения находили с помощью известных методов, применяемых при исследовании пределов горения металлизированных конденсированных систем [1, 5, 10]. Испытания образцов ПНС в условиях обдува потоком воздуха проводили на следующем стандартном пиротехническом оборудовании [5, 8].

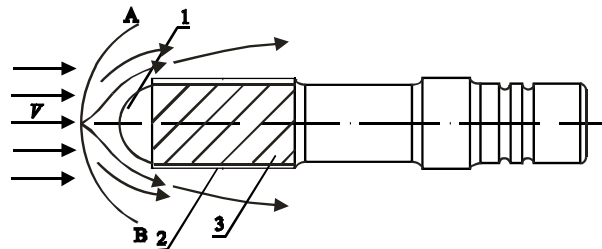
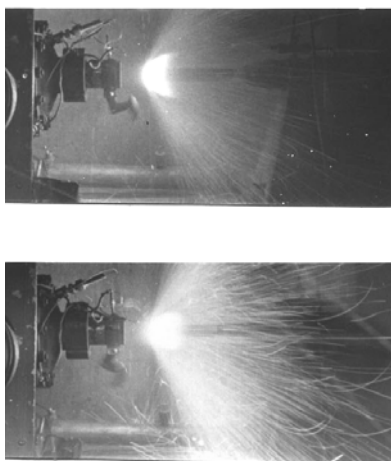
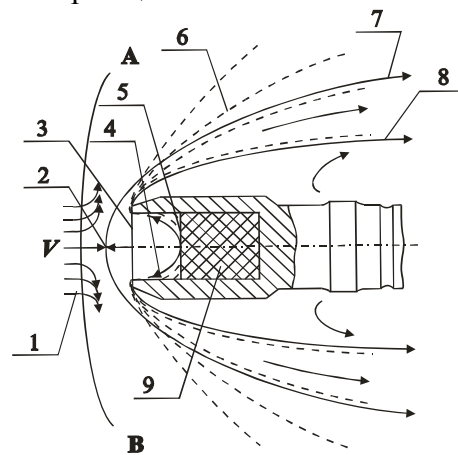


Рис. 1. Схематическое изображение начальных условий применения изделий (при отсутствии горения образцов ПНС): V – скорость сверхзвукового обдува потоком воздуха; АВ – фронт ударной волны; 1 – обтекатель с воспламеняющим устройством; 2 – металлическая оболочка; 3 – образец ПНС.



а)



б)

Рис. 2. Штатные условия применения изделий (при горении образцов ПНС): а) – кинокадры съемки общей картины срабатывания изделий; б) – схематическое изображение штатных условий: 1 – основной газовый поток; 2 – общая критическая точка (скорости потоков равны); 3 – начальное положение поверхности горения; 4 – текущее положение поверхности горения; 5 – расплав, выбрасываемый из металлической оболочки; 6 – траектории движения конденсированных продуктов сгорания; 7, 8 – границы сформированного ядра пламени; 9 – образец ПНС.

Лабораторно-испытательное оборудование для нахождения скорости и пределов горения ПНС в условиях встречного сверхзвукового обдува потоком воздуха. Используемая лабораторно-испытательная установка позволяет получать скорости обдува потоком воздуха до $V = 1,5 \cdot 10^3$ м/с за счет использования сменных сопел диаметром $D = 30 \dots 60$ мм и предварительного нагрева воздуха с целью снижения теплопотерь при течении по соплу. Общий вид установки представлен на рис. 3. Схема установки приведена на рис. 4. Установка содержит камеру 1 со сменными соплами 2, смонтированную на массивной станине. В металлической державке 4 перед срезом сопла помещается исследуемый образец 3; при этом державка с образцом может перемещаться относительно среза сопла посредством специально разработанной гидравлической системы. Нагрев воздуха в камере происходит при смешивании холодного воздуха с горячими газами, которые генерируются в теплогенераторе 5. Из баллона горючее (бензин) подается через форсунки в камеру теплогенератора. Туда же подается воздух (окислитель). Эти компоненты подаются через отсежные краны, управляемые электропневмоклапанами. Оптимальные расстояния L от образцов до среза сопла определялись путем шпирен-фотографических исследований на теновом приборе ИАБ-451 [5] структуры газового потока при сверхзвуковом режиме обтекания. Для обеспечения высокой производительности испытаний был использован специальный пульт автоматического управления установкой по заданной программе. Последовательность включения и выключения элементов автоматически обеспечивалась встроенными в схему реле времени в количестве 10 штук, в качестве реле времени использовались электромеханические реле типа ЭМРВ-27Б. Погрешность определения скорости горения образцов ПНС составляет 5...8 %.

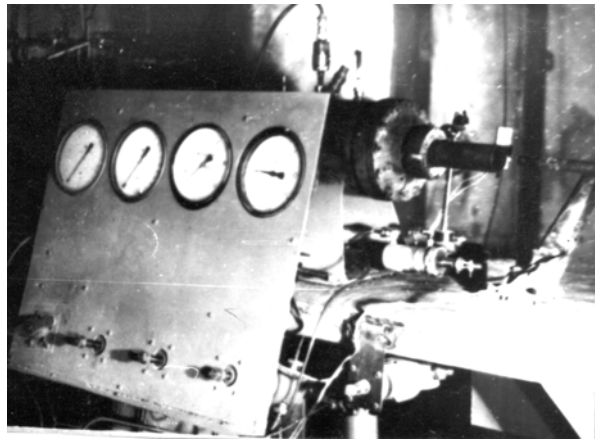


Рис. 3. Общий вид лабораторно-испытательной установки, моделирующей сверхзвуковой встречный обдув потоком воздуха пиротехнических изделий.

2. Результаты исследований

Результаты проведенных экспериментальных исследований зависимости $u(\alpha)$ для $\alpha_{ВПГ} \leq \alpha \leq \alpha_{НПГ}$ и влияния на нее скорости обдува потоком воздуха ($V = 0 \dots 1,2 \cdot 10^3$ м/с) и природы окислителя представлены на рис. 5. Из указанных данных следует, что зависимость $u(\alpha)$ имеет экстремальный характер с координатами максимума $\alpha_{u_{max}}$ и u_{max} . При этом увеличение V до $1,2 \cdot 10^3$ м/с практически не влияет на характер зависимости $u(\alpha)$, а только

вызывает увеличение скорости горения ПНС: например, u_{max} для системы $Mg + KNO_3$ увеличивается в 2,1 раза; для системы $Mg + Sr(NO_3)_2$ – в 1,9 раза; для системы $Mg + Ba(NO_3)_2$ – в 1,8 раза.

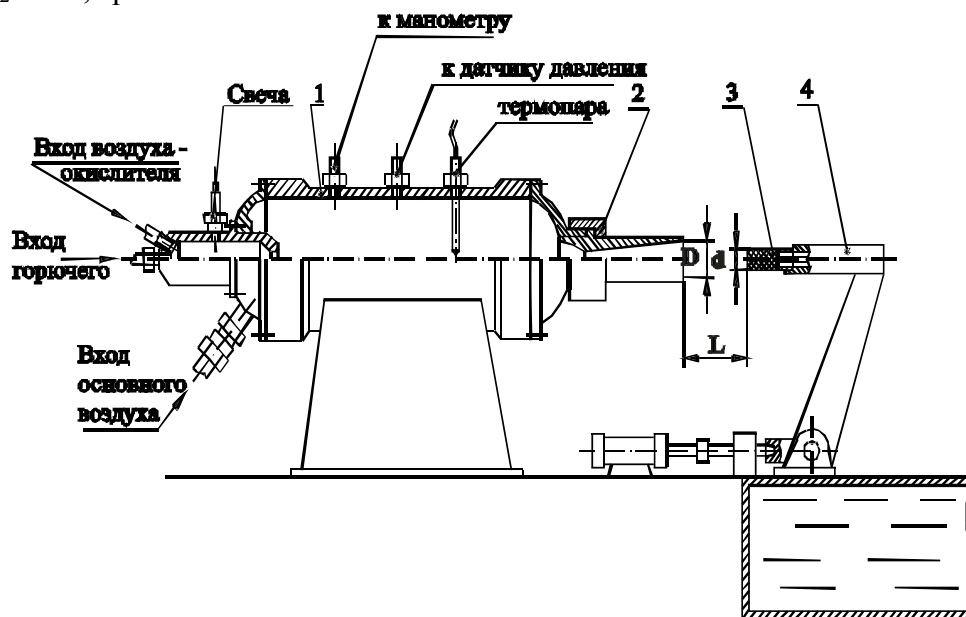


Рис. 4. Общая схема лабораторно-испытательной установки

Результаты экспериментальных исследований влияния скорости обдува потоком воздуха ($V = 0 \dots 1,5 \cdot 10^3$ м/с) на концентрационные пределы горения ПНС представлены на рис. 6. Из этих данных видно, что с увеличением V происходит уменьшение величин $\alpha_{ВПГ}$, $\alpha_{u_{max}}$ и $\alpha_{НПГ}$ (например, для системы $Mg + KNO_3$ величина $\alpha_{ВПГ}$ уменьшается в 1,2 раза, $\alpha_{u_{max}}$ – в 1,15 раза, $\alpha_{НПГ}$ – в 1,07 раза; для системы $Mg + Sr(NO_3)_2$ величина $\alpha_{ВПГ}$ уменьшается в 1,3 раза, $\alpha_{u_{max}}$ – в 1,2 раза, $\alpha_{НПГ}$ – в 1,16 раза; для системы $Mg + Ba(NO_3)_2$ величина $\alpha_{ВПГ}$ уменьшается в 1,3 раза, $\alpha_{u_{max}}$ – в 1,4 раза, $\alpha_{НПГ}$ – в 1,09 раза).

3. Экспериментально-статистические модели

Для построения экспериментально-статистических моделей был использован специально разработанный пакет прикладных программ (ППП) по методам регрессии и интерполяции (рис. 7), ориентированный на ПЭВМ класса IBM. Разработанный ППП работает как в среде DOS, так и в Windows. Вход в пакет осуществляется запуском соответствующего файла (ППП.exe). Выход из пакета осуществляется нажатием клавиши F10 (в некоторых случаях при нажатии клавиши ESC или ВЫХОД). В нижней строке экрана выводится назначение клавиш, с помощью которых можно управлять пакетом. В ППП включены основные методы регрессионного анализа, интерполяции и статистической обработки экспериментальных данных [13, 14, 16, 18, 19]. Все численные методы пакета реализованы на алгоритмическом языке Turbo Basic [15, 17] и апробированы на большом количестве тестовых примеров (5...7 примеров для каждого метода). Продолжительность расчетов по тестовым примерам (как показали численные эксперименты) находится в пределах от нескольких секунд до нескольких минут.

Разработанный ППП позволяет в режимах диалога и реального времени выбирать наиболее точные модели для расчета влияния технологических факторов (коэффициента избытка окислителя α , среднего размера частиц порошка металлического горючего d_M и окислителя d_N , природы окислителя (KNO_3 , $Sr(NO_3)_2$, $Ba(NO_3)_2$) и скорости обдува потоком воздуха V поверхности горения образца ПНС на скорость и концентрационные пределы горения ПНС (относительная погрешность 2...7%).

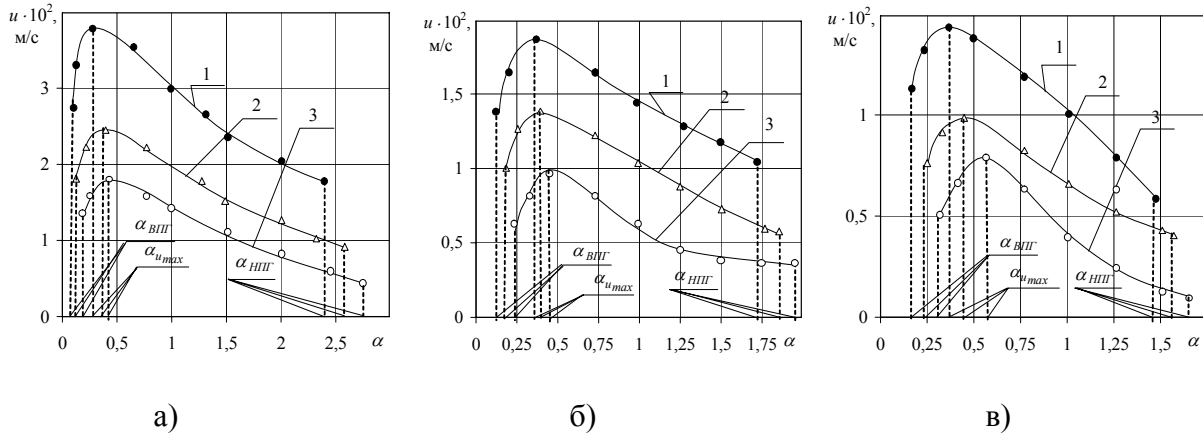


Рис. 5. Влияние скорости обдува потоком воздуха и природы окислителя на зависимости скорости горения ПНС от соотношения компонентов ($d_M = 74,5 \mu\text{м}$, $d_N = 220 \mu\text{м}$, $T_0 = 293 \text{ К}$, $P = 10^5 \text{ Па}$): а) система $Mg+KNO_3$; б) – система $Mg + Sr(NO_3)_2$; в) – система $Mg + Ba(NO_3)_2$; 1 – $V = 1,2 \cdot 10^3 \text{ м/с}$; 2 – $V = 4 \cdot 10^2 \text{ м/с}$; 3 – $V = 0$; О, Δ , \bullet – экспериментальные точки.

Модели для расчета зависимостей $u(\alpha, V)$ при $\alpha_{BPH} \leq \alpha \leq \alpha_{HPH}$. Для указанных систем ($d_M = 74,5 \mu\text{м}$, $d_N = 50 \mu\text{м}$, $T_0 = 293 \text{ К}$, $P = 10^5 \text{ Па}$, $0 \leq V \leq 1,5 \cdot 10^3 \text{ м/с}$) были получены следующие модели:

$$u(\alpha, V) = a_{i1} \cdot \alpha^2 + b_{i1} \cdot V \cdot \alpha^2 + c_{i1} \cdot V^2 \cdot \alpha^2 + d_{i1} \cdot \alpha^3 + e_{i1} \cdot V \cdot \alpha^3 + f_{i1} \cdot V^2 \cdot \alpha^2 + k_{i1} \cdot \alpha^4 + l_{i1} \cdot V \cdot \alpha^4 + m_{i1} \cdot V^2 \cdot \alpha^4, \quad (1)$$

Модели для расчета зависимостей $\vec{\alpha}(d_M, V)$. Для рассматриваемых систем ($74,5 \mu\text{м} \leq d_M \leq 305 \mu\text{м}$, $d_N = 220 \mu\text{м}$, $T_0 = 293 \text{ К}$, $P = 10^5 \text{ Па}$, $0 \leq V \leq 1,5 \cdot 10^3 \text{ м/с}$) были получены следующие модели:

$$\vec{\alpha}(d_M, V) = \begin{pmatrix} \alpha_{BPH}(d_M, V) \\ \alpha_{u_{max}}(d_M, V) \\ \alpha_{HPH}(d_M, V) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{i2} \\ a_{i3} \\ a_{i4} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} b_{i2} \\ b_{i3} \\ b_{i4} \end{pmatrix} \cdot d_M + \begin{pmatrix} c_{i2} \\ c_{i3} \\ c_{i4} \end{pmatrix} \cdot d_M^2 + \begin{pmatrix} d_{i2} \\ d_{i3} \\ d_{i4} \end{pmatrix} \cdot V + \begin{pmatrix} e_{i2} \\ e_{i3} \\ e_{i4} \end{pmatrix} \cdot d_M \cdot V + \begin{pmatrix} f_{i2} \\ f_{i3} \\ f_{i4} \end{pmatrix} \cdot d_M^2 \cdot V + \begin{pmatrix} k_{i2} \\ k_{i3} \\ k_{i4} \end{pmatrix} \cdot V^2 + \begin{pmatrix} l_{i2} \\ l_{i3} \\ l_{i4} \end{pmatrix} \cdot d_M \cdot V^2 + \begin{pmatrix} m_{i2} \\ m_{i3} \\ m_{i4} \end{pmatrix} \cdot d_M^2 \cdot V^2, \quad (2)$$

Модели для расчета зависимостей $\vec{\alpha}(d_N, V)$. Для указанных систем ($d_M = 74,5 \mu\text{м}$, $50 \mu\text{м} \leq d_N \leq 220 \mu\text{м}$, $T_0 = 293 \text{ К}$, $P = 10^5 \text{ Па}$, $0 \leq V \leq 1,5 \cdot 10^3 \text{ м/с}$) были получены следующие модели:

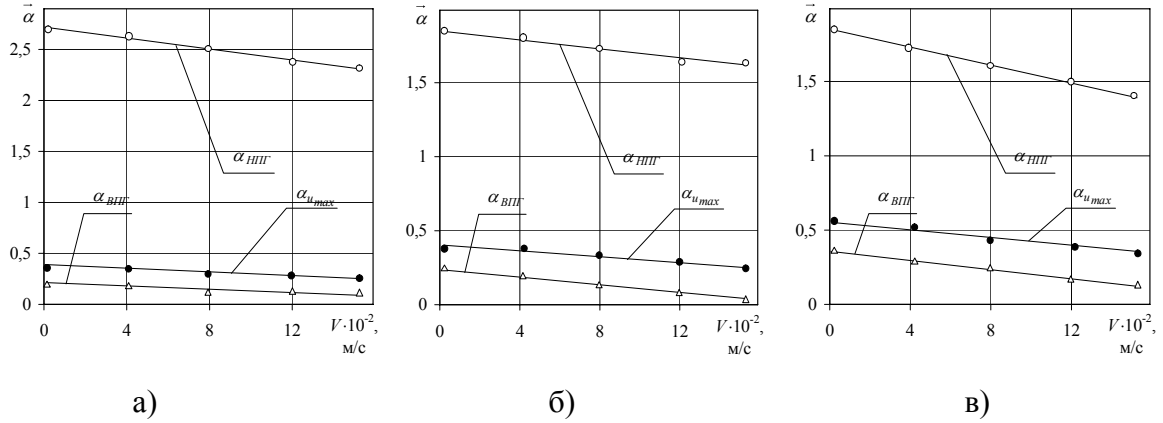


Рис. 6. Зависимости компонентов вектора $\vec{\alpha} = \begin{pmatrix} \alpha_{BPIG} \\ \alpha_{u_{max}} \\ \alpha_{HPIG} \end{pmatrix}$ от скорости обдува потоком воздуха ($d_M = 74,5 \text{ мкм}$, $d_N = 220 \text{ мкм}$, $T_0 = 293 \text{ К}$, $P = 10^5 \text{ Па}$): а) – система $\text{Mg} + \text{KNO}_3$; б) – система $\text{Mg} + \text{Sr}(\text{NO}_3)_2$; в) – система $\text{Mg} + \text{Ba}(\text{NO}_3)_2$; О, Δ , \bullet – экспериментальные точки

$$\vec{\alpha}(d_N, V) = \begin{pmatrix} \alpha_{BPIG}(d_N, V) \\ \alpha_{u_{max}}(d_N, V) \\ \alpha_{HPIG}(d_N, V) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{i5} \\ a_{i6} \\ a_{i7} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} b_{i5} \\ b_{i6} \\ b_{i7} \end{pmatrix} \cdot d_N + \begin{pmatrix} c_{i5} \\ c_{i6} \\ c_{i7} \end{pmatrix} \cdot d_N^2 + \begin{pmatrix} d_{i5} \\ d_{i6} \\ d_{i7} \end{pmatrix} \cdot V + \begin{pmatrix} e_{i5} \\ e_{i6} \\ e_{i7} \end{pmatrix} \cdot d_N \cdot V + \begin{pmatrix} f_{i5} \\ f_{i6} \\ f_{i7} \end{pmatrix} \cdot d_N^2 \cdot V + \begin{pmatrix} k_{i5} \\ k_{i6} \\ k_{i7} \end{pmatrix} \cdot V^2 + \begin{pmatrix} l_{i7} \\ l_{i6} \\ l_{i7} \end{pmatrix} \cdot d_N \cdot V^2 + \begin{pmatrix} m_{i5} \\ m_{i6} \\ m_{i7} \end{pmatrix} \cdot d_N^2 \cdot V^2 \quad (3)$$

В приведенных моделях (1) – (3): a_{ij} , b_{ij} , c_{ij} , d_{ij} , e_{ij} , f_{ij} , k_{ij} , l_{ij} , m_{ij} ($i = \overline{1,3}$, $j = \overline{1,7}$) – эмпирические константы.

Результаты расчетов по формулам (1) – (3) представлены на рис. 8, 9.

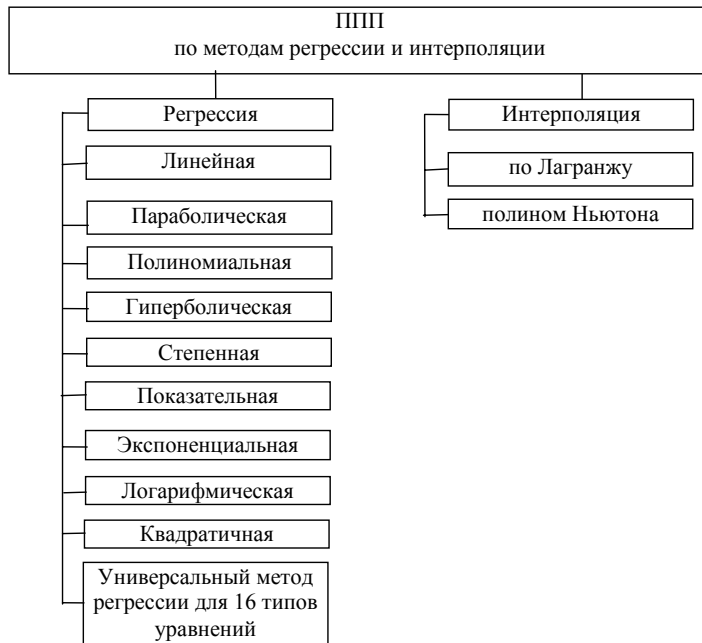


Рис. 7. Блок-схема пакета прикладных программ.

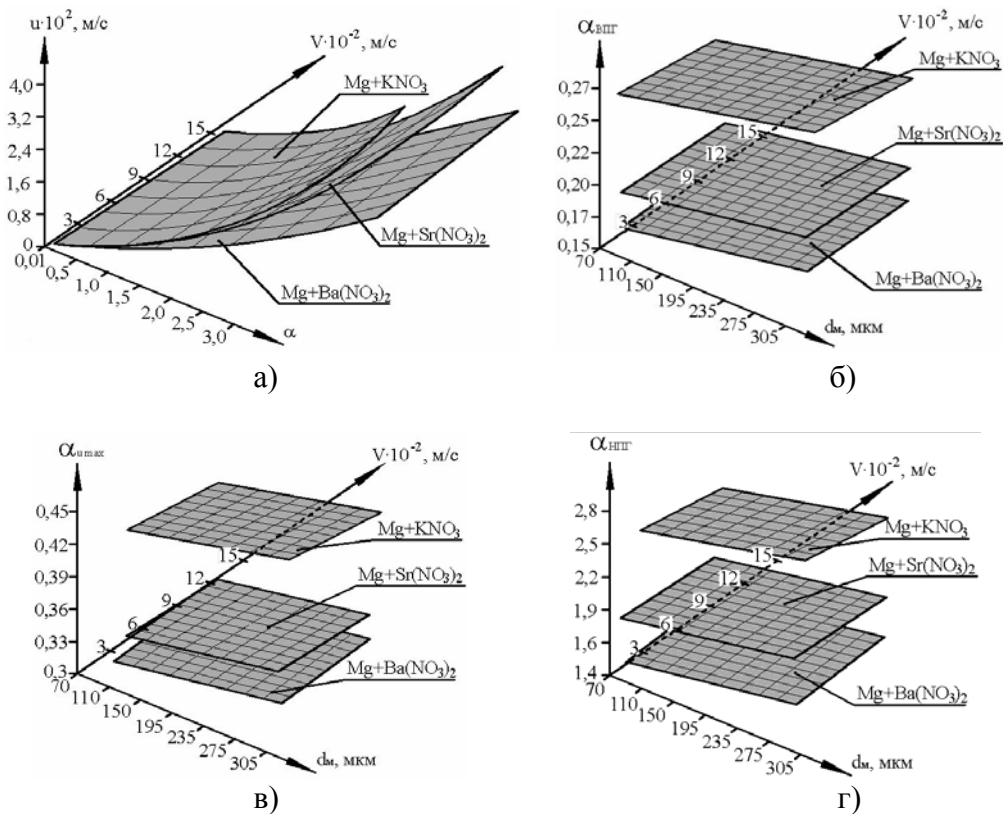


Рис. 8. Трехмерные изображения зависимостей $u(\alpha, V)$ (для $\alpha_{ВПГ} \leq \alpha \leq \alpha_{НПГ}$), $\alpha_{ВПГ}(d_m, V)$, $\alpha_{u_{max}}(d_m, V)$ и $\alpha_{НПГ}(d_m, V)$: а) – $d_m = 74,5$ мкм, $d_N = 220$ мкм, $T_0 = 293$ К, $P = 10^5$ Па; б), в), г) – $d_N = 220$ мкм, $T_0 = 293$ К, $P = 10^5$ Па.

Выводы

1. Получены новые экспериментальные данные по скорости и концентрационным пределам горения ПНС в условиях повышенных скоростей обдува потоком воздуха ($V = 0 \dots 1,5 \cdot 10^3$ м/с) для широкого диапазона изменения коэффициента избытка окислителя ($0,09 \leq \alpha \leq 2,61$) и дисперсности компонентов ($d_m = 74,5 \dots 305$ мкм, $d_N = 50 \dots 220$ мкм).

2. Установлено, что зависимость $u(\alpha)$ при изменении V имеет экстремальный характер: изменяется от $u_{\alpha_{ВПГ}} = u|_{\alpha=\alpha_{ВПГ}}$ до максимального значения $u_{max} = u|_{\alpha=\alpha_{max}}$ и далее до $u_{\alpha_{НПГ}} = u|_{\alpha=\alpha_{НПГ}}$ ($u_{\alpha_{ВПГ}} > u_{\alpha_{НПГ}}$). При этом значение u_{max} уменьшается в 1,3...2,1 раза при увеличении d_m (до 305 мкм) и d_N (до 220 мкм), а также возрастает в 1,5...2 раза при увеличении V (до $1,5 \cdot 10^3$ м/с). Возрастание V приводит к уменьшению $\alpha_{ВПГ}$, $\alpha_{u_{max}}$ и $\alpha_{НПГ}$ в 1,5...2 раза.

3. На базе проведенных экспериментальных исследований и специально разработанного пакета прикладных программ по методам регрессии и интерполяции получены экспериментально-статистические модели, позволяющие формировать базы расчетных данных (относительная погрешность 2...7 %) по влиянию технологических параметров (соотношение компонентов, их дисперсность и природа окислителя) и скорости обдува потоком воздуха на скорость и концентрационные пределы горения

ПНС, которые определяют пожароопасные свойства пиротехнических нитратосодержащих изделий при их применении.

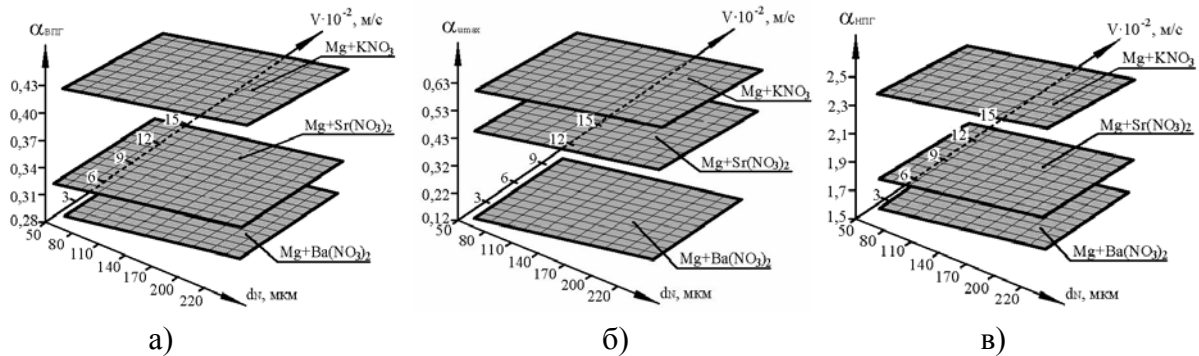


Рис. 9. Трехмерные изображения зависимостей $\alpha_{ВПГ}(d_N, V)$ (а), $\alpha_{u_{max}}(d_N, V)$ (б), $\alpha_{НПГ}(d_N, V)$ (в) ($d_m = 74,5$ мкм, $T_0 = 293$ К, $P = 10^5$ Па).

Список литературы

1. Шидловский А. А. Сидоров А. И., Силин Н. А. Пиротехника в народном хозяйстве. – М.: Машиностроение, 1978. – 231 с.
2. Волков Е. Б., Сырицын Т. А., Мазинг Г. Ю. Статика и динамика ракетных двигательных установок. – М.: Машиностроение, 1978. – 320 с.
3. Силин Н. А., Ващенко В. А., Кашпоров Л. Я. Металлические горючие гетерогенных конденсированных систем. – М.: Машиностроение, 1976. – 320 с.
4. Силин Н. А., Ващенко В. А., Кашпоров Л. Я. Окислители гетерогенных конденсированных систем. – М.: Машиностроение, 1978. – 456 с.
5. Силин Н. А., Ващенко В. А., Кашпоров Л. Я. Горение металлизированных гетерогенных конденсированных систем. – М.: Машиностроение, 1982. – 232 с.
6. Вогман Л. П., Сотников О. В. Нормирование пожарной опасности фейерверочных пиротехнических изделий бытового назначения // Пожаровзрывобезопасность. – 1998. – № 2. – с. 3 – 11.
7. Вогман Л. П., Лепесий В. В. Требования пожарной безопасности к пиротехническим изделиям бытового назначения // Пожаровзрывобезопасность. – 1998. – № 4. – с. 51 – 57.
8. Ващенко В. А., Заика П. И., Краснов Д. М., Стащенко С. И., Кикоть Ю. И. Комплекс экспериментальных установок и методик для определения скорости и пределов горения металлизированных конденсированных систем в динамических условиях эксплуатации // Вісник Сумського державного університету, 2001. – № 18. – с. 112 – 124.
9. Вогман Л. П., Зуйков В. А., Татаров В. Е., Лепесий В. В. Разработка рекомендаций по обеспечению пожарной безопасности фейерверочных пиротехнических изделий // Пожаровзрывобезопасность. – 2002. – № 3. – с. 24 – 41.
10. Заїка П. І. Дослідження пожежно-небезпечних властивостей нітратно-магнієвих сумішей // Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. – Київ: Укр. НДПБ МВС України. – 2003. – 20 с.
11. Кириченко О. В., Цибулин В. В., Ващенко В. А., Заика П. И. Скорость горения нитратных систем в динамических условиях эксплуатации // Матеріали науково-практичної конференції “Комплексне використання сировини, енерго-та ресурсозберігаючі технології у виробництві неорганічних речовин”. – Черкаси, Україна, 27 – 29 травня 2004 року. – с. 75.
12. Кириченко О. В., Заїка П. І., Цибулін В. В., Ващенко В. А. Пожежонебезпечні властивості піротехнічних нітратних систем в умовах надзвукового обдуву потоком повітря та вісесиметричного обертання // Вісник ЧДТУ, 2006. – № 4. – с. 163 – 169.
13. Бахвалов Н. С., Жидков Н. П., Кобелько Г. М. Численные методы. – М.: Наука, 1987. – 598 с.
14. Виленкин С. Я. Статистическая обработка результатов исследования случайных величин. – М.: Энергия, 1979. – 320 с.

15. Дьяконов В. П. Справочник по алгоритмам и программам на языке Бейсик для персональных ЭВМ. – М.: Наука, 1987. – 240 с.
16. Калиткин Н. Н. Численные методы. – М.: Физматгиз, 1978. – 512 с.
17. Катков Ю. Л. Диалог на языке Бейсик для мини- и микро-ЭВМ. – М.: Наука, 1988. – 352 с.
18. Марчук Г. И. Методы вычислительной математики. – М.: Наука, 1977. – 456 с.
19. Самарский А. А., Гулин А. В. Численные методы. – М.: Наука, 1989 – 432 с.

УДК621.75

В.Т. Лебедь, канд.техн.наук

АО «Новокраматорский машиностроительный завод», г.Новокраматорский, Украина

ТЕХНОЛОГИЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ КРУПНОГАБАРИТНЫХ СОСТАВНЫХ ПРОКАТНЫХ ВАЛКОВ

Викладено результати розробки однієї з базових технологій відновлення деталей великогабаритних складених виробів, на прикладі моноблокового складеного вальцювального валка й складеного вальцювального валка більшого типорозміру, які відпрацювали ресурс. Розглянуто варіант відновлення «повторно використовувана деталь (моноблоковий валок, як заготівка під вісь для аналогічного валка в складеному варіанті) плюс вдруге використовувана деталь (демонтований бандаж більшого типорозміру валка) та схема зборки відновлених деталей складеного вальцювального валка.

Elaboration results of one of the basic process for restoration of large dimension compound items are presented by the example of worked-out monoblock roll and sleeved roll of bigger dimension-type. The following restoration variant is considered: reused component (monoblock roll as a spindle billet for equivalent roll in compound variant) plus secondary used component (dismantled sleeve of bigger dimension-type roll) and assemble diagram of restored components of sleeved roll.

Профильная номенклатура заводов тяжелого машиностроения [1], таких как НКМЗ, УЗТМ, Ижорские заводы, в своей основе базируется на изготовлении горнорудного, металлургического, прокатного, кузнечно-прессового и подъемно–транспортного оборудования.

Определяющим объемом производства, составляющим до 30% общей массы указанного оборудования являются крупногабаритные детали, которые в большинстве своем изготавливают в составном варианте.

Согласно классификации [2] рассматриваемые составные детали с диапазоном диаметров 500 ... 3150 мм относятся к третьей группе (группа больших диаметров).

После отработки номинального ресурса по рабочей поверхности рассматриваемые детали, относящиеся по своей форме к телам качения, (например, прокатные валки) имеют объемный износ активного рабочего слоя, в частности, с учетом его перешлифования, до 0,5 – 0,7% от общей массы этого изделия.

Исходя из анализа статистических данных, остаточный ресурс крупногабаритных деталей, вышедших из эксплуатации вследствие износа рабочих поверхностей, позволяет изучить проблему восстановления (или повторного использования) путем их вторичного применения в составном варианте.