

PYROGEN

APPROVED

Deputy Director of the Russian
State Library

S.N. Prosekova

3 November 1994

CONCLUSION

on possibility of application of MAG generators for protection of libraries

MAG generators can be recommended as a fire suppression system to be used for protection of book depositories and stackrooms in libraries.

Residue left after generators' discharge does not impair physical, mechanical and chemical characteristics of paper and book-binding calico.

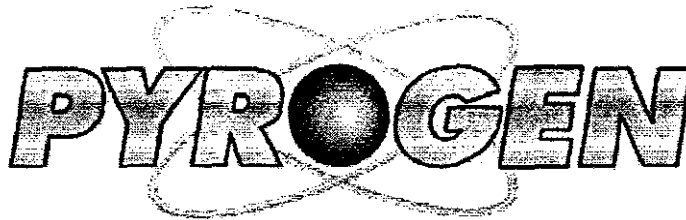
The conclusion is based on the results of the examination of the material strength and material acidity prior and after deterioration test.

The residue can be removed from the surfaces by a wet clean-up.

The Report is being attached.

Deputy Chief
Scientific and Research Centre
of Conservation & Restoration
of the documents

Z.P. Dvoryashina



STATE LIBRARY OF THE RUSSIAN FEDERATION

**SCIENTIFIC AND RESEARCH CENTER OF CONSERVATION AND
RESTORATION OF THE DOCUMENTS**

REPORT

**Experimental assessment of the possibility of application of MAG generators for fire
protection of libraries**

*(Scientific and research investigation in accordance with the contract No 128 between
AO ZT "Inkunabuly" and Department "Thermoplast" of LNPO "Soyuz")*

EXECUTORS:

*Deputy Director
Senior Scientist
Scientist
Junior Scientist
Junior Scientist*

*Z.P. Dvoryashina
T.I. Stepanova
O.B. Lantratova
A.I. Sharikova
V.N. Popunova*

1994

1. Objective

A search for safe and effective fire extinguishing means remains one of the urgent issues for libraries and archives. There is practically no reference information on effect of the currently available fire extinguishing means on paper and museum exhibits. It is, however, known that exposure of paper and textile to halon and carbon dioxide, which are commonly used in fire suppression systems, reduces strength of materials and destroys some dyes (1).

Test results for the paper and calico after documents have been subjected to the medium produced by aerosol extinguishing generators are presented in the report. Strength characteristics were the major criteria for evaluation.

2. Test procedure

The following types of paper and calico have been tested:

- Sample No 1 – restoration paper: 100% cellulose, with filler, sized;
- Sample No 2 – wrapping paper: 50 % cellulose and 50 % wood pulp; with filler, sized;
- Sample No 3 – filter paper: 100% cellulose, without filler, non-sized;
- Sample No 4 – printing paper No 3: 35% cellulose and 65% wood pulp, with filler, slightly sized;
- Sample No 5 – fly leaf paper: 70% cellulose and 30% wood pulp, with filler, sized;
- Sample No 6 – book-binding calico: textile base, sized at both sides with starch primers containing mineral salts.

Samples of the paper and calico were given to the client for subjecting to aerosol exposure.

Samples were exposed to two different aerosols. All samples, including a non-exposed reference sample, were tested immediately after exposure to the aerosols followed by accelerated deterioration testing under conditions of elevated temperature and humidity - at 103° C over a period of 3 and 7 days.

Strength characteristics of the sample materials were measured in accordance with GOST 7497-55. Prior to taking measurements samples were conditioned at 20 °C and 65 % humidity.

The following strength characteristics were determined:

- tensile strength in kilogram-force/mm² on tensile apparatus (dynamometer); accuracy – 10 %;
- bending strength (number of double folds) on I-1 apparatus with 0.5 kg tensile stress of the spring for samples No3-6 and with 1 kg tensile stress of the spring for samples No 1 and 2; accuracy – 10 %;
- acidity (pH) was measured with pH-meter pH-340.

A method of removing the residue from the surface of the samples has been developed.

3. Results and discussions

Samples were exposed to two different (in terms of chemical composition) types of aerosols.

Exposure to the first type aerosol resulted in black spots of various sizes (maximum – up to 0.3 mm) precipitated on the samples surface and surrounded by brown spots (especially noticed on the filter paper).

Exposure to the second type aerosol left no visual residue on the samples surface.

Test results are presented in Tables 1-4.

As can be seen from Tables 1 and 4, reference paper samples No 1, 2 and 3 as well as reference calico sample do not alter tensile strength parameters under conditions of accelerated deterioration test. Exposure of those samples to the aerosols does not decrease the parameter either prior or after 7-days accelerated deterioration test, exception being sample No 2, which shows 18% (first type of aerosol) and 16% (second type of the aerosol) reduction in tensile strength after 7-days deterioration.

Reference samples No 4 and 5 show 15% and 17% reduction in tensile strength on the 3rd day of accelerated deterioration testing (Table 1). Exposure of those samples to the aerosols does not reduce the parameter even after 7 days of deterioration testing.

Analysis of test results on the number of double folds (Table 2), the parameter most sensitive to structural changes in the paper, has revealed that all reference paper samples showed a significant reduction (60-80%) in the number of double folds after 3 days of the deterioration testing indicating destruction of cellulose molecules in the process of accelerated deterioration.

Paper samples exposed to the aerosols (first and second types) showed significant change in the parameter only on 7th day of the accelerated deterioration indicating delayed process of destruction of the exposed cellulose under conditions of deterioration.

Measurements of pH for the reference paper samples (Table 3) showed significant reduction of the parameter under conditions of accelerated deterioration testing. The optimum pH for paper is 6.0-8.0.

Exposed paper samples have similar pH – from 6.2 to 6.5. Samples No 4 and 5 show higher pH compared to reference samples. Acidity changes insignificantly during deterioration testing. The same was observed for calico samples (Table 4).

Various methods of manual removal of the residue have been examined. Brushing away is pointless. Residue was removed from the surface of the samples only after repeated mopping with a pad moistened with water. Brown spots remained.

4. Conclusions

The following conclusion has been made based on the results on the investigation.

The proposed new extinguishing means does not impair physical, mechanical and chemical properties of paper and book-binding calico and, therefore, can be recommended for application in libraries and archives.

The second type of aerosols is preferred as no removal of the residue left after actuation of the aerosol generators is required.

Reference:

1. L.A. Kuzmych, E.Y. Makarova, L.I. Gorelchenko, Y.S. Ryabov – “Investigation on the impact of the extinguishing means on museum exhibits”, Restoration, investigation and storage of valuable objects of arts: Scientific reference handbook, Edition 1.-M., 1982, p.5

Table 1

Tensile strength of the paper samples

Type of test	Deterioration time (days)	Number of paper sample									
		1		2		3		4		5	
		Tensile load (P), kg-force	Retention of tensile strength, % to the reference sample	Tensile load (P), kg-force	Retention of tensile strength, % to the reference sample	Tensile load (P), kg-force	Retention of tensile strength, % to the reference sample	Tensile load (P), kg-force	Retention of tensile strength, % to the reference sample	Tensile load (P), kg-force	Retention of tensile strength, % to the reference sample
Reference sample	0	4.2	100	4.4	100	3.2	100	3.9	100	4.2	100
	3	4.1	98	4.0	91	3.2	100	3.3	85	3.5	83
	7	4.4	105	4.5	102	2.9	91	3.5	90	3.8	90
Exposed to type I aerosol	0	4.4	105	4.4	100	2.9	91	-	-	4.0	95
	3	4.1	98	4.1	93	2.8	88	-	-	3.8	90
	7	4.5	107	3.6	82	3.3	103	-	-	4.4	105
Exposed to type II aerosol	0	4.5	107	4.8	109	2.8	88	3.9	100	4.4	105
	3	4.2	100	4.5	102	2.8	88	3.7	95	4.1	98
	7	4.2	100	3.7	84	3.3	103	3.8	97	4.0	95

Table 2

Bending strength of the paper samples

Type of test	Deterioration time (days)	Number of paper sample									
		1		2		3		4		5	
		Number of double folds	Retention of bending strength, % to the reference sample	Number of double folds	Retention of bending strength, % to the reference sample	Number of double folds	Retention of bending strength, % to the reference sample	Number of double folds	Retention of bending strength, % to the reference sample	Number of double folds	Retention of bending strength, % to the reference sample
Reference sample	0	90	100	79	100	19	100	32	100	75	100
	3	22	24	24	30	11	58	3	9	27	36
	7	35	39	40	51	9	47	6	18	22	29
Exposed to type I aerosol	0	51	57	61	77	14	74	-	-	76	101
	3	43	48	34	43	9	47	-	-	28	37
	7	44	49	22	28	16	84	-	-	29	39
Exposed to type II aerosol	0	89	99	74	93	18	95	44	137	79	105
	3	69	78	56	71	14	74	10	31	42	56
	7	22	24	35	44	14	68	14	43	35	45

Table 3

Acidity of the paper samples

Type of test	Deterioration time, days	Number of paper sample				
		1	2	3	4	5
Reference sample	0	6.7	6.2	6.6	5.7	5.9
	3	6.2	6.0	6.1	5.5	5.8
	7	6.0	5.9	6.1	5.1	5.5
Exposed to Type I aerosol	0	6.5	6.5	6.6	-	6.2
	3	6.6	6.2	6.5	-	6.2
	7	6.6	7.2	6.5	-	5.9
Exposed to type II aerosol	0	6.5	6.2	6.6	6.3	6.2
	3	6.5	6.2	6.4	5.5	6.0
	7	6.5	6.0	6.2	5.5	5.9

Table 4

Tensile strength and acidity of calico samples

Type of test	Deterioration time, days	Tensile load		Tensile strength		Tensile elongation, %	pH
		kg-force	% to the reference sample	kg-force/mm ²	% to the reference sample		
Reference sample	0	5.0	100	1.7	100	13	7.9
	3	4.9	98	1.6	94	16	7.3
	7	4.9	98	1.6	94	13	7.8
Exposed to type I aerosol	0	4.6	92	1.6	94	14	7.9
	3	5.1	102	1.7	100	16	7.6
	7	4.8	96	1.6	94	14	7.8
Exposed to type II aerosol	0	5.6	112	1.8	106	14	7.9
	3	5.4	108	1.8	106	14	7.7
	7	4.2	84	1.4	82	14	7.6

У П Р Е Ж Д А Ю
Зам. директора  Н. Просекова
" 3 "  1994 г.

З А К Л Ю Ч Е Н И Е

о возможности использования генераторов типа МАГ для
пожарозащиты библиотек

Предлагаемое средство пожаротушения может быть рекомендовано для использования в книгохранилищах библиотек. Осадок из продуктов сгорания аэрозольных пожаротушающих генераторов не ухудшает физико-механических и химических свойств бумаги и переплетного коленкора. Вывод сделан на основании результатов проверки прочностных характеристик и кислотности материалов до и после искусственного старения. Осадок может быть удален с поверхности влажным способом.

Отчет прилагается.

Зам. зав. НИЦКРД  Дворяшина З.П.

РОССИЙСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ БИБЛИОТЕКА

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
КОНСЕРВАЦИИ И РЕСТАВРАЦИИ ДОКУМЕНТОВ

О Т Ч Е Т

Экспериментальная оценка возможности использования
генераторов типа МАГ для пожарной защиты библиотек

(научно-исследовательская работа по договору № 128 между
АО ЭТ "Инкунабулы" и отделением "Термопласт" НПО "Совз")

ИСПОЛНИТЕЛИ:

Зам. зав. НИЦКРД	<i>Дворянина</i>	Дворянина З.П.
Ст. научный сотрудник	<i>Смир</i>	Степанова Т.И.
Научный сотрудник	<i>Лантратова</i>	Лантратова О.Б.
Мл. научный сотрудник	<i>Шерикова</i>	Шерикова А.И.
Мл. научный сотрудник	<i>Попунова</i>	Попунова В.Н.

1994 г.

Одной из актуальных проблем в библиотечном и архивном деле является выбор эффективного и безопасного средства тушения пожара. В литературе практически отсутствуют сведения о влиянии применяемых средств на бумагу и музейные экспонаты. Известно только, что обработка бумаги и ткани углекислым газом и фреоном, наиболее часто используемыми в огнетушителях, уменьшает прочность материалов и разрушает некоторые красители / 1 /.

В настоящей работе представлены результаты испытаний бумаги и переплетного материала (коленкора), проведенные для оценки воздействия на документы продуктов сгорания аэрозольных пожаротушащих генераторов. Основными критериями оценки являются прочностные характеристики.

МЕТОДИКА РАБОТЫ. Испытания проведены на образцах следующих видов бумаги и переплетном коленкоре:

- Образец № 1 – реставрационная бумага: 100% целлюлозы, проклеенная, с наполнителем;
- Образец № 2 – оберточная бумага: 50% целлюлозы и 50% древесной массы, проклеенная, с наполнителем;
- Образец № 3 – фильтровальная бумага: 100% целлюлозы, непроклеенная, без наполнителя;
- Образец № 4 – печатная бумага № 3: 35% целлюлозы и 65% древесной массы, слабо проклеенная, с наполнителем;
- Образец № 5 – форзацная бумага: 70% целлюлозы и 30% древесной массы, проклеенная, с наполнителем;
- Образец № 6 – переплетный коленкор: тканевая основа, аппретированная с двух сторон крахмальными грунтами с минеральными наполнителями.

Образцы бумаги и коленкора были переданы заказчику для обработки. Получены образцы, обработанные двумя различными составами продуктов сгорания. Все варианты образцов, в том числе и необрабо-

- 2 -

ткань, испытывали непосредственно после обработки и после ускоренного тепловлажного старения при 103°C в течение 3-х и 7-ми суток.

Измерения прочностных характеристик образцов материалов проводили по ГОСТ 7497-55 с предварительным кондиционированием при температуре воздуха 20°C и относительной влажности - 65%.

Сределяли следующие показатели прочности материалов:

- сопротивление бумаги разрыву при растяжении ($\text{кгс}/\text{мм}^2$) определяли на разрывной машине (динамометре); ошибка - 10%;
- сопротивление бумаги излому (число двойных перегибов - чдп) определяли на аппарате К-1 с натяжением пружины 0,5 кг для образцов № 3-Б и 1 кг для образцов № 1 и 2; ошибка - 10%;
- кислотность (рН) измеряли на рН-метре рН-340.

Отрабатывался способ удаления осадка с поверхности образцов.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ. В I-ом варианте обработки осадок из продуктов сгорания находится на поверхности образцов в виде черных пятен различного размера (максимально - до 0,3 мм), вокруг осадка имеется бурое пятно, особенно заметное на фильтровальной бумаге. Во 2-ом варианте обработки осадок на образцах невооруженным глазом не виден.

Результаты испытаний представлены в таблицах I-4. Из таблиц I и 4 видно, что контрольные образцы бумаги № 1, 2 и 3 и переплетного колленкора в процессе ускоренного старения не меняют прочности на разрыв. Обработка этих образцов испытываемым средством пожаротушения не ухудшает этот показатель как до, так и после 7-ми суток ускоренного старения. Исключение составляет образец № 2, у которого после 7-ми суток старения прочность на разрыв снижается на 18% (I вариант) и 16% (II вариант).

- 3 -

Образцы № 4 и 5 в контрольном опыте (табл. 1) на третьи сутки ускоренного старения теряют соответственно 15% и 17% прочности на разрыв. Обработка данных образцов испытуемым средством не снижает этого показателя даже после 7-ми суток старения.

Анализ результатов измерения числа двойных перегибов - характеристики, наиболее чувствительной к структурным изменениям происходящим в бумаге, показал (табл. 2), что после 3-х суток старения в контрольном опыте у всех образцов бумаги происходит значительное (60-80%) снижение значений ЧДП, свидетельствующее о деструкции молекул целлюлозы в процессе ускоренного старения.

У обработанных образцов бумаги (I и II варианты) существенные изменения этого показателя наблюдаются лишь на седьмые сутки ускоренного старения, что говорит о замедленном процессе разрушения целлюлозы в процессе старения под действием проведенной обработки.

Измерение кислотности (pH) образцов бумаги показало (табл. 3), что в контрольном опыте в процессе ускоренного старения происходит закономерное снижение этого показателя. Следует отметить, что оптимальное значение pH бумаги - 6,0-8,0.

После обработки все образцы бумаги имеют близкие значения pH: 6,2-6,5; причем у образцов № 4 и 5 pH выше, чем в контроле. В процессе старения кислотность меняется незначительно. То же наблюдается и при испытаниях образцов переплетного коленкора (табл. 4).

Проведена проверка различных способов удаления осадка вручную. Безрезультатна очистка кистью. Снять осадок с поверхности материалов оказалось возможно только при неоднократной протирке тампоном увлажненным водой. При этом бурые пятна остаются.

ВЫВОДЫ. На основании результатов проведенного исследования сделано заключение, что предложенное новое средство пожаротушения не ухудшает физико-механические и химические свойства бумаги и це-

- 4 -

реплетного колленкора и может быть рекомендовано для использования в библиотеках и архивах. Предпочтение следует отдать второму варианту обработки, так как в этом случае не требуется удаление осадка из продуктов сгорания аэрозольных пожаротушащих генераторов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузмиц Л.А., Макарова Е.Д., Горельченко Л.И., Рябов В.С.. Исследование воздействия огнетушащих средств на музейные материалы // Реставрация, исследование и хранение художественных ценностей: Научный реферативный сборник, вып. I.- М., 1982.- с. 5.

Таблица I

Изменение прочности бумаги на разрыв

Вариант опыта	Время старения (сутки)	Номер образца бумаги									
		1		2		3		4		5	
		Разрывной груз (P), кгс	Сохранение прочности, % к контролю	Разрывной груз (P), кгс	Сохранение прочности, % к контролю	Разрывной груз (P), кгс	Сохранение прочности, % к контролю	Разрывной груз (P), кгс	Сохранение прочности, % к контролю	Разрывной груз (P), кгс	Сохранение прочности, % к контролю
Контроль	0	4,2	100	4,4	100	3,2	100	3,9	100	4,2	100
	3	4,1	98	4,0	91	3,2	100	3,3	85	3,5	83
	7	4,4	105	4,5	102	2,9	91	3,5	90	3,8	90
I образ- ботка	0	4,4	105	4,4	100	2,9	91	-	-	4,0	95
	3	4,1	98	4,1	93	2,8	88	-	-	3,8	90
	7	4,5	107	3,6	82	3,3	103	-	-	4,4	105
II обра- ботка	0	4,5	107	4,8	109	2,8	88	3,9	100	4,4	105
	3	4,2	100	4,5	102	2,8	88	3,7	95	4,1	98
	7	4,2	100	3,7	84	3,3	103	3,8	97	4,0	95

Изменение прочности бумаги на изгиб

Вариант опыта	Время старения сутки	Номер образца бумаги									
		I		2		3		4		5	
		Число двойных перегиб.	Сохраненность, % к контролю	Число двойных перегиб.	Сохраненность, % к контролю	Число двойных перегиб.	Сохраненность, % к контролю	Число двойных перегиб.	Сохраненность, % к контролю	Число двойных перегиб.	Сохраненность, % к контролю
Контроль	0	90	100	79	100	19	100	32	100	75	100
	3	22	24	24	30	11	58	3	9	27	36
	7	35	39	40	51	9	47	6	18	22	29
I обработка	0	51	57	61	77	14	74	-	-	76	101
	3	43	48	34	43	9	47	-	-	28	37
	7	44	49	22	28	16	84	-	-	29	39
II обработка	0	89	99	74	93	18	95	44	137	79	105
	3	69	78	56	71	14	74	10	31	42	56
	7	22	24	35	44	13	68	14	43	35	45

Таблица 3

Изменение кислотности бумаги

Вариант опыта	Время старения сутки	Номер образца бумаги				
		1	2	3	4	5
Контроль	0	6,7	6,2	6,6	5,7	6,9
	3	6,2	6,0	6,1	5,5	5,8
	7	6,0	5,9	6,1	5,1	5,5
I обработка	0	6,5	6,5	6,6	-	6,2
	3	6,6	6,2	6,5	-	6,2
	7	6,6	7,2	6,5	-	5,9
II обработка	0	6,5	6,2	6,6	6,3	6,2
	3	6,5	6,2	6,4	5,5	6,0
	7	6,5	6,0	6,2	5,5	5,9

Таблица 4

Изменение прочности и кислотности колленкора

Вариант опыта	Время старения, сутки	Разрывной груз		Предел прочности при растяжении		Удлинение при разрыве, %	рН
		кгс	% к контролю	кгс мм ²	% к контролю		
Контроль	0	5,0	100	1,7	100	13	7,9
	3	4,9	98	1,5	94	16	7,3
	7	4,9	98	1,6	94	13	7,8
I обработка	0	4,6	92	1,6	94	14	7,9
	3	5,1	102	1,7	100	16	7,8
	7	4,8	96	1,6	94	14	7,8
II обработка	0	5,6	112	1,8	106	14	7,9
	3	5,4	108	1,8	106	14	7,7
	7	4,2	84	1,4	82	14	7,6