

## **Алгоритъм и методика за екологична дезинфекция, превенция и дългосрочно съхранение на писмено културно наследство чрез модифицирана атмосфера /статична система „аноксия“/**

Изследванията показват, че използването на ниски среди на кислород при контрола за борба с вредителите в библиотеки, архиви и музеи, както и при опазването на чувствителни обекти в дългосрочен план – изглежда изключително обещаващо. Този процес е безопасен, нетоксичен, незапалим, не оказва вредно въздействие върху хората и околната среда, и е напълно инертен по отношение на материала, който се обработва. Въпреки че представлява проста концепция, всяка стъпка на метода на атмосфера аноксия изисква знания и умения, свързани с околната среда, с физическите и биологичните фактори, които могат да повлияят на процеса.

Статичната система аноксия е приложима за по-малки обекти, които могат да бъдат лекувани в малки или средни торбички, изработени от високо бариерен полиамид (найлон). Тези торбички могат да се различават по обем: 0,001 – 1м<sup>3</sup> (1 – 1 000 литра). За запечатване на торбичките се използва уплътнител, който е преносим и позволява бързото термично запечатване на голям брой торби (чанти).

Обектите, които се подлагат на лечение, се увиват на пакети в мека пореста материя, за да бъдат защитени от механична деструкция между тях и да се предотврати увреждане на чантата. Системата използва кислородни абсорбери в количество, достатъчно да се осигури ниво под 0,3% кислород по време на лечението. Създава се прост визуален индикатор на кислород или с електронен монитор се наблюдава тази концентрация. Също така, вътре в торбите или чантите могат се включват електронни монитори за температура , относителна влажност и абсорбери на влага под формата на

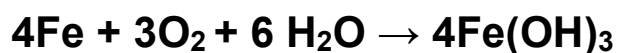
силикагел.

Статична система аноксия не използва инертни газове или усъвършенствани технологични устройства, следователно е икономически по-евтино и по-практично да бъдат внедрени в България.

Пакетчетата кислородни абсорбери са изработени от микро- пореста пластмаса, която позволява усвояване на кислорода и протичане на окислението на железния прах. Тази реакция консумира присъстващия в торбите кислород, протича бързо и е екзотермична, т.е. отделя се топлина, която не предизвиква значително увеличаване на температурата и намаляване на относителната влажност. Въпреки това, не се препоръчва пакетчетата абсорбер да са директно върху обектите, за да не се причини вреда на лекуваните обекти. Силикагелът в кислородните абсорбери е неорганично химично съединение под формата на силно хигроскопични частици, които променят цвета си, когато абсорбират влага. Може да се използва в големи съоръжения и в малки среди като чекмеджета, витрини или шкафове без външен приток на въздух. За тази цел, той обикновено се използва в пликчета или в отворени контейнери, но винаги – без пряк контакт с обектите. По време на престоя си в торбата желязото се окислява, като по този начин поглъща атомите на кислорода.

Кислородните абсорбери се предлагат в индивидуални опаковки, като всяка от тях поглъща 1 000 куб. см (мл) от кислорода, според информацията на производителите. Голяма част от пакета кислороден абсорбер е железен оксид на прах, който, реагирайки с кислорода, образува други железни оксиди.

***Методиката за екологична дезинфекция и дългосрочно съхранение на писмени колекции е следната:*** във вакуумната, херметически затворена, опаковка с високи бариерни характеристики, се поставят абсорберите, които започват активно да поглъщат остатъчния кислород в запечатания с обектите за лечение или съхранение плик. Впоследствие, при нежелано проникване на кислород през опаковката (поради нарушаване на целостта и или на бариерните ѝ характеристики), абсорберът отново се активизира – до момента, в който желязото се окисли напълно. Химическата реакция има следния вид:



***Механизъм на действие на кислородните абсорбери***

Така остатъчният кислород, който се намира в опаковката до момента на херметизация, а и след това, се абсорбира не от документа или обекта, а от кислородния абсорбер. Големината на пакета с кислородния абсорбер се определя от обема и вида на опаковката и на опаковъчния материал, от който е изработена. Тези два показателя влияят съществено върху действието на кислородния абсорбер, а също така и на ефективността му за периода на лечение или съхранение на обекта. Действието на кислородния абсорбер вътре в опаковката (чантата) до голяма степен зависи от бариерните свойства на опаковъчния материал, т.е. от способността на опаковката да предпазва от проникване на кислород по време на лечението или съхранението на обекта. Всеки абсорбер има определен капацитет, затова производителят трябва да определи оптималния вариант в съотношение: разходи/качество, за да осигури ефективната работа на кислородния абсорбер. Например, при по-

дълъг период на лечение или съхранение на обекти от културното наследство, е необходимо да се използват опаковки с много високи бариерни свойства.

От друга страна, върху бариерните свойства на опаковката влияние оказва и околната среда, в която се намира. Понижаването на температурата по време на лечение или съхранение и увеличаването на дебелината на полимерния материал, от който е изработена опаковката (торбичката), води до повишаване на бариерните ѝ свойства. В някои случаи, за да се намали пропускливостта на полимерните материали за газове (например кислород и водни пари), се използват и многослойни опаковки.

Ако се приеме, че концентрацията на кислород вътре в торбите или чантите, където ще се провежда лечението, е около 20%, то е необходимо да се достигнат възможно най-ниски концентрации – под 0,3% кислород, за да се гарантира пълно ликвидиране на микроорганизми и насекоми.

За да се изчисли достатъчният брой абсорбери за всеки обмен, трябва да се изчисли вътрешният обем в  $\text{cm}^3$  за всеки отделен случай. Този резултат, който е обемът въздух в  $\text{cm}^3$  се разделя на 5, което съответства на 1/5 или 20% от кислорода на въздуха. Например: Ако се третира обект с размери 12x40x30, то се получават 14 400  $\text{cm}^3$ , което, като се раздели на 5, се получава резултат – 2 880  $\text{cm}^3$ . Припомняйки, че 1  $\text{cm}^3$  съответства на 1 мл, то се получават 2 880 мл или 2,88 литра кислород. Така, за посочения пример са необходими три абсорбера от по 1 литър за конкретната чанта или торба. Кислородните сензори помагат в контролирането на концентрацията на кислорода. Ако сензорите не покажат желаната концентрация, то проблемът може да се търси в появата на пукнатина във високо бариерната найлонова торбичка или в термичното ѝ запечатване.

Използва се индикатор на кислород (*Ageless-Aye*), който променя цвета си в зависимост от концентрацията на кислород. Когато индикаторът е изложен на въздух, той е с виолетов цвят, а когато концентрацията на кислород във вътрешността на торбата стане около 0,1%, то цвета на индикатора се променя в розов. Всяка торбичка или опаковка трябва да съдържа информация като дата, номер, количество абсорбери и сензор за кислород. Тази информация, както и индикаторът за влага, трябва добре да се виждат от вътрешността на опаковката. Последната стъпка, след приготвяне на опаковката (документи, абсорбери, сензори) е *термо-запечатването* на опаковката, което трябва да бъде най-малко 1 см и да се спазва правилната температура на запечатване, за да се предотврати прегряване, а и да се получи уплътнителна лента, без въздушни мехури и вдлъбнатини.

Принципът на *безкислородната атмосфера аноксия* не се ограничава само до превенция и лечение на документи и обекти на културното наследство. Методиката може да бъде прилагана и по други начини.

Създаването на безкислородна среда предоставя възможност за дълготрайно съхранение на уязвими материали. Такава микросреда е в състояние да предотврати или забави протичането на химични и биологични реакции, изискващи присъствието на кислород. Тази методика „има всичко общо с концепцията за капсулата на времето, която изолира вредните агенти“. *Капсулата на времето* елиминира основните фактори и деградационните процеси: прекомерна влага, кислород, замърсители и ултравиолетова радиация, а така също и много други фактори като разпространение на микроорганизми (бактерии, гъбички), както и напълно предотвратява процесите на хидролитично разграждане на целулозата.

В България е приложена статичната атмосфера аноксия с кислородни абсорбери, защото няма друг по-ефективен и безопасен начин да се съхраняват документите в продължение на дълги периоди от време. Част от документите на Левски, Раковски и др., съхранявани в трезор на Българската народна банка, поставихме в т.н. аноксична капсула за дългосрочно съхранение. Предварително проведените тестови анализи в *LibLab*, които отчитат температурата и относителната влажност на аноксичната капсула, в зависимост от консумацията на кислород от кислородните абсорбери, още веднъж доказва ефективността и приложимостта на статичната атмосфера „Аноксия“ като алтернативен и ефективен метод за дългосрочно съхранение.

При анализа на методологията на атмосфера аноксия трябва да се отбележи, че по време на изпълнението ѝ ключовите фактори, които гарантират ефективността ѝ, са:

- Да се поддържа концентрация на кислород под 0,3%;
- Времето на експозиция на средата, създадена с намалено съдържание на кислород;
- Поддържане на относителна влажност на въздуха около 50% във вътрешността на херметичното пространство.

Спазването на отговорността към тези изисквания по време на процеса на лечение довежда до пълна ликвидация на микроорганизми и насекоми, като горепосочените фактори трябва да си взаимодействат в пълно единство.

Вследствие на анализа на метода на атмосфера аноксия с кислородни абсорбери може да се потвърди като най-подходящ за приложение в библиотечни колекции, поради следните причини:

- Има статична методология за изпълнение и изисква от хората, които го прилагат, да са наясно с метода и да са подходящо обучени;

- Може да се прилага на места, където пространството за работа е ограничено;
- Оборудването му не изисква големи разходи и е лесен за изпълнение метод.



Статична система анокия за дългосрочно съхранение „Тефтерчето на Левски“