

ЕКОЛОГИЧНА ОПАСНОСТ ПРИ ТРАНСПОРТИРАНЕ НА БАРУТИ С НАРУШЕНА ОПАКОВКА

Ради Ганев
radiganev@abv.bg

*Висше строително училище “Любен Каравелов”, Ул. Суходолска 175, 1373
София, България*

Ключови думи: барути, опасни товари, екология, транспорт.

Резюме: Барутите са част от веществата и предмети включени към “Опасни товари” и това изисква спазване на точно определени условия. Не спазването на тези условия може да доведе до частично или пълно увреждане на барутите, опаковката или превозните средства, както и до последствия за околната среда.

Изследвана е газопропускливостта на въглероден диоксид и азот, като неутрални газове и влагопроницаемостта на барутите, с цел да се анализира деструкционните процеси, нарушаване на качеството им и екологичната опасност за въздуха.

Основните международни документи за транспорт на опасни товари, са дискутирани от експерти и изследователи от различни гледни точки [1, 2].

Барутите са класифицирани в клас “Опасните товари” и представляват вещества или изделия, чието транспортиране изисква спазването на точно определени условия [3]. Отклонението от тях, може да доведе до частично или пълно увреждане на барутите, опаковката, превозното средство или до отрицателни последствия за въздуха. Въпросите за околната среда са първостепенни, както показва и хармонизирането на националното законодателство с това на Европейския съюз [4, 5, 6].

Основните звена от веригата **барути – транспорт - екология** са взаимно свързани относно крайния резултат т.е. опасния товар да бъде транспортиран безаварийно до целта, без да се инициират екологични проблеми. Изделията са подредени винаги в затворени контейнери. При нарушаване на тяхната херметичност, върху барутите ще започнат да влияят атмосферни условия като слънчева светлина, резки температурни удари, влажност.

Непридвидимите природни явления е възможно да наситят въздуха с водна пара. При охлаждане на въздуха, върху барутите се отделя „излишната“ влага чрез кондензация. Съотношението между наличната влага и максимално възможната при тази температура се определя като относителна влажност. Съчетанието от температура и относителна влажност на въздуха, при което настъпва кондензация е „точка на оросяване“. Комбиниране на полученото оросяване с изпаряването на разтворители, пластификатори, енергоносители и основните видове деструкционни процеси, води до неизбежни отрицателни последствия за качеството на барутите и замърсяването на въздуха.

Влагопроницаемостта на двуосновни барути марка НДТ 3, 18/1, произведени 1990 год., беше изследвана по тегловия способ на 20% ^{-ни} разтвори в ацетон. От разтворите се подготвиха филми на лакове с дебелина от 0,75mm, получени при изпарение на разтворителя в продължение на 20 денонощия при 25°C температура. След това, за шест денонощия бе определяно увеличаването на 10g от съединението P₂O₅ - фосфорен пентаоксид, служещ за абсорбиране на водните пари. Стоманен контейнер със съединението, на чийто 20mm отвор е закрепен изследвания филм се поставя в ексикатор, осигуряващ 100% влажност и при 25°C се темперира. Коефициента на влагопроницаемост K_p се изчислява по формулата за стационарен режим:

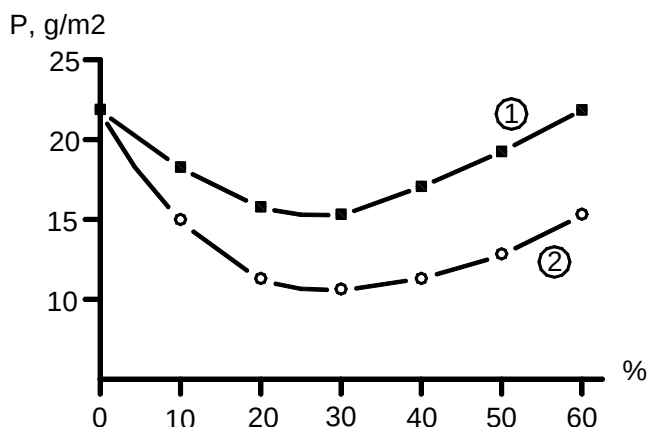
$$P = V_p \cdot d \text{ [g mm/m}^2 \text{ 24h]}$$

където:

V_p – влагопроницаемост, [g/m² 24h]

d – дебелина на филма, [mm]

Това е показател определящ пригодността на даден вид барутен материал към устойчивост на пропускане на водна пара т.е. да притежава ниска влагопроницаемост. На фиг. 1 е изследвано влиянието на пластификаторите в двуосновни барути върху влагопроницаемостта.



Фиг. 1. Зависимост на дибутилфталат 1 и диизооктилфталат 2 в двуосновни барути върху влагопроницаемостта.

От фиг. 1 се забелязва, че влагопроницаемостта на практика има екстремален характер. С увеличаване на процентното участие на двата

пластификатора, влагопроницаемостта преминава през минимум, а последващо нарастване над 50 - 60% се явява отрицателно за барутните продукти.

Тези факти могат да се обясняват с сорбцията между нитроцелулозата (НЦ) и пластификаторите. Така спомагат да се намали броя на възможните конформационни молекули, което води до намаляване на гъвкавостта на основните вериги и съответно към намаляване скоростта на пропускане на молекули водна пара. В това отношение пластификатора спомага в пространствено структурираната НЦ от барутите, да се намали вероятността за образуване на микропукнатини, пори, капиляри [7, 8].

Газопропускливостта беше определена с дифузионна апаратура, при дебелина на лаковите филми също от 0,75mm. Газовете, които се пропускаха бяха въглероден диоксид и азот, които са неутрални и не взаимодействат с барутните мембрани. За дефиниране на количеството газ преминал през единица площ на филма, за единица време, перпендикулярно на посоката на насоченото движение се използва коефициента на дифузия от Закон на Фик:

$$P_1 = \frac{Q \cdot \delta}{p_1 - p_2} \text{ [Pa]}$$

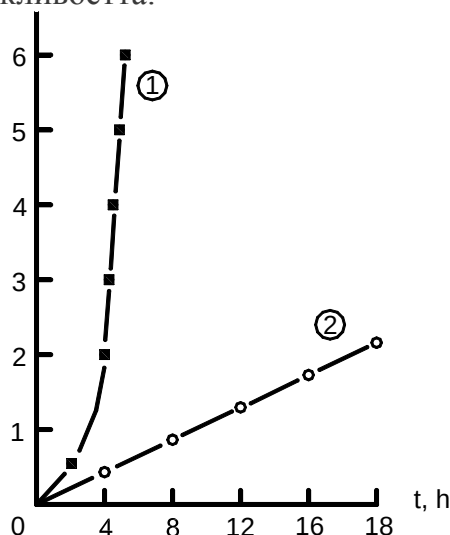
където:

Q – количество газ преминал през мембраната;

δ – дебелина на филма

$p_1 - p_2$ – парциални налягания от двете страни на мембраната

Газопропускливостта е качество на барутите, във вид на тънък слой да пропускат газове, което може да се разглежда като частен случай на мембранна повърхност. Избраните газове за експериментиране са неутрални и не изменят фазовия състав на барутите. На фиг. 2 е показано влиянието на вида на газа върху газопропускливостта.

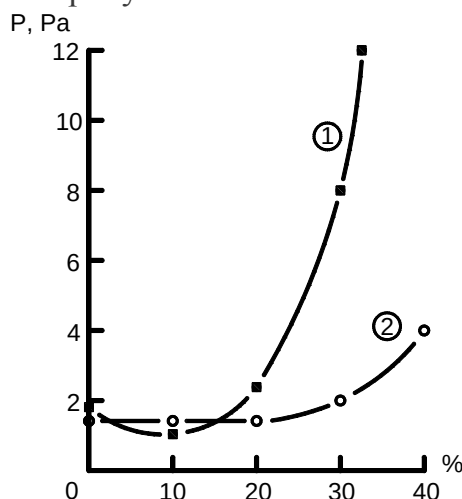


Фиг. 2. Газопропускливост на въглероден диоксид 1 и азот 2 през филм от двусловни барути

От фиг.2. се забелязва, че разделителната способност на мембраните по отношение на газовете се основава на различната скорост на пропускане на всеки от газовете. В случай когато газовете не взаимодействат с материала, от който е направен филма, пропускането се определя от процеса на активиране на

дифузията. Изследваният показател също зависи от гъвкавостта на основната верига на НЦ, физичното състояние, плътност, характер на надмолекулната структура [9].

Повишение на разтворимостта на газа в филма води до увеличаване на пропускането т.е. действа пластифициращо и намалява разделителната способност на мембраната. На фиг.3 е показано влиянието на вида на пластификаторите върху газопропускливостта.



Фиг 3. Влияние на пластификаторите: дибутилфталат 1 и трикрезилфосфат 2 върху газопропускливостта.

От фиг. 3 се вижда, че с повишаване участието на пластификаторите се повишаване газопропускливостта, а от това и гъвкавостта на веригите НЦ, което намалява междумолекулното взаимодействие. Техният различен химичен строеж: дибутилфталат (*o* - фталова киселина) и трикрезилфосфат (трикрезилов естер на *o* - фосфорната киселина), проявяват различно отношение към НЦ. При сравнение на двата пластификатора се забелязва, че след 10% за дибутилфталат газопропускливостта рязко се повишава, а за трикрезофосфат е след 25% и то плавно нарастване. Върху проникваемостта вероятно влияят в такива размери, в които те изменят надмолекулната структура.

Възможно е влияние да оказва и степента на полидисперсност, т.е. наличието на нискомолекулни компоненти, форма, отклонение от праволинейността на НЦ вериги, брой на страничните звена, които повишават пропускливостта [10]. Увеличаване на междумолекулното взаимодействие, степен на кристалност и ориентация, опаковане на молекулите, намаляват дифузията, вследствие на което се намалява газопропускливостта [11].

За да се проследи качеството на въздуха, е необходимо да се анализират източниците на замърсяване, които основно са разложителните процеси в барутните елементи. Тези процеси протичат и при спазване на всички технически условия за съхранение, но при тяхното игнориране и подлагане на външни влияния, скоростта на реакциите рязко се увеличава. На деструкция се подлага основно макромолекулата на НЦ по следната схема, показана на фиг 4.

- [3.] Ананиев С., Характерни особености при превоза на опасни товари с автомобилен транспорт в Европа, XIV научна конференция “Транспорт 2004”, 11.11.2004 год., ВТУ “Т. Каблешков” - София, Сборник доклади, 2004 г., стр. 509-513.
- [4.] Закон за чистотата на атмосферния въздух. Обн., ДВ, бр. 45/28.05.1996 г., в сила от 29.06.1996 г. изм. бр. 95/29.11.2005 г.
- [5.] Наредба № 7 за оценка и управление качеството на атмосферния въздух, ДВ, бр. 45/1999г.
- [6.] Наредба № 9 от 3.05.1999 г. за норми за серен диоксид, азотен диоксид, фини прахови частици, олово в атмосферния въздух., ДВ, бр. 46/18.05.1999г.
- [7.] Alukr E., Aduiev B., Belokurov G., Tupitsin E., Fizika Gorennya i Vzryva, 41, 2, 2005, 116-118.
- [8.] Teurker L., S. Erkos, Journal of Hazardous Materials, 136, 2, 2006, 164-169.
- [9.] Kasumi K., Le L., M., Kamasaki, Y., Wada, A., Mitsuru, T. Masamitsu, Thermochimica Acta, 431, 1-2, 2005, 161- 167.
- [10.] Bauer Cl., P. Deacon, R. Garman, A. Emsley J. Jones, Propellants, Explosives, Pyrotechnics, 30, 3, 2005, 231-236.
- [11.] Coleno R., Longevialle Y., 30th Proceedings of the International Pyrotechnics Seminar, France, Vol. 2, 2003, 785-802.
- [12.] Keshavarz M., Journal of Hazardous Materials, 136, 2, 2006, 145-150.

ENVIRONMENTAL HAZARD DURING TRANSPORTATION OF PROPELLANTS WITH DISTURBED PACKAGING

Radi Ganev

Civil Engineering Higher School, 175 Suhodolska Street, 1373 Sofia, Bulgaria

***Key words:** propellants, hazardous loads, environmental hazard*

***Abstract:** Propellants are a part of substances and objects included in “Hazardous Loads” and this requires observation of exactly defined conditions. Non-observance of those conditions may lead to partial or complete damage of propellants, packaging or vehicles, as well as to consequences for the environment.*

Gas permeability of carbon dioxide and nitrogen as neutral gases and water penetrability of propellants were investigated with the purpose of analysing the destruction processes, the disturbance of their quality and the environmental hazard for the air.