

UOT 614.84

YANAR MAYELƏRİN SÖNDÜRÜLMƏSİNDƏ TƏTBİQ OLUNAN YANĞINSÖNDÜRÜCÜ KÖPÜKLƏRİN ƏTRAF MÜHİTƏ TƏSİRİNİN MÜQAYİSƏLİ ANALİZİ

QURBANOVA MAYA ƏKBƏR qızı

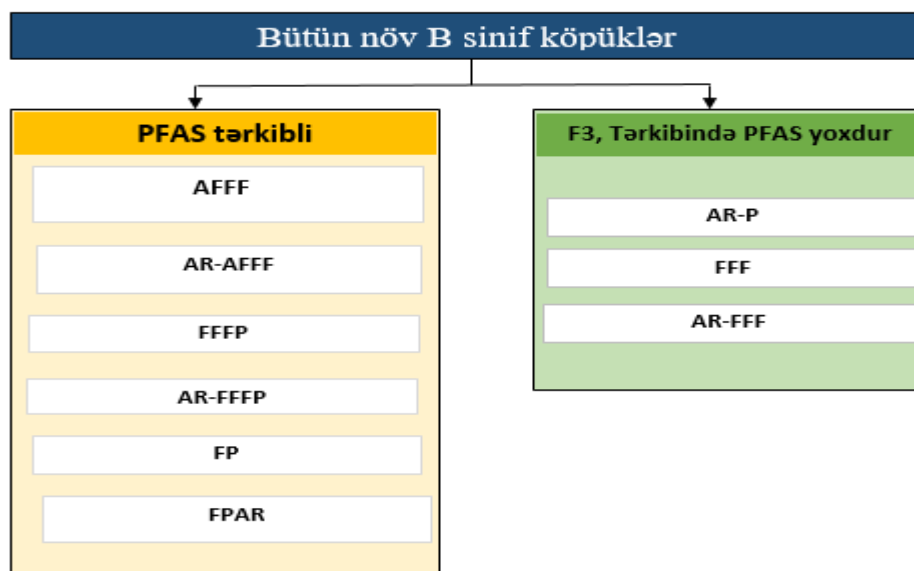
Fövqəladə Hallar Nazirliyinin Akademiyası, baş müəllim

mqmaya@mail.ru

Açar sözlər: yanğınsöndürücü köpüklər, per və poftoralkil birləşmələri, ftortelomer, bioparçalanma, ekoloji xüsusiyyət

Giriş. İnkişaf etmiş sənaye ölkələrində yanğınla mübarizə problemi gündən-günə aktuallaşır. Yanğın və partlayışlar nəticəsində illik maddi zərərin və itkilərin sayı durmadan artır. Neft və neft - kimya sənayesinin, neft daşıma obyektlərinin, neft bazalarının yanğından mühafizəsi əsasən, yanğınların söndürülməsi vasitəsi kimi müxtəlif artımlı köpüklərdən istifadə sayəsində təmin olunur ki, bu vasitənin təsiri köpükəmələgətirən kompozisiyanın tərkibi ilə müəyyən olunur.

Tətbiq olunma sahəsindən asılı olaraq, yanğınsöndürücü köpüklər mövcud normativ sənədlərə müvafiq olaraq iki qrupa bölünür: ümumi və məqsədli təyin edilmiş. Ümumi məqsədli təyin edilmiş yanğınsöndürücü köpüklər karbohidrogen əsaslı malikdir və bərk yanan materialların (A sinif) və yanar mayelərin (B sinif) söndürülməsi üçün nəzərdə tutulmuşdur. Hal-hazırda dünyada bir sıra köpük növləri və köpük istehsalçıları mövcuddur (Şəkil 1).



Şəkil 1. B sinifli yanğınsöndürücü köpüklərin təsnifatı

Əsas hissə. A sinifli köpüklər əsasən sulu suspenziyada səthi aktiv maddələr və emulqator qarışıqlarından ibarət olur. A sinifli köpüklərin tərkibində, istilik təsirinə qarşı davamlılığını təmin edən digər funksional birləşmələr mövcuddur ki, bu birləşmələr məhsuldan məhsula dəyişir. A sinifli köpüklərdəki səthi aktiv maddələr emulqator və reaksiyazəiflədici birləşmələrin qısamüddətli təsiri beynəlxalq səviyyədə təhlil edilmişdir. Araşdırmalar nəticəsində məlum olmuşdur ki, bu cür təsirlər B sinifli köpüklərdən, xüsusilə tərkibində ftorlaşmış birləşmələr olan köpüklərdən xeyli

fərqlənir. Son 50 - 60 il ərzində istehsal olunan B sinifli yanğınsöndürmə köpüklərində mükəmməl istilik və kimyəvi dayanıqlığı təmin edən perftoralkil, polftoralkil və ya bu kimi qarışıqlar olmuşdur. 2000-ci illərin ortalarına qədər köpük istehsalında istifadə olunan və üstünlük təşkil edən birləşmələr kimi perftoroktan sulfonatlar olmuşdur (PFOS). Bu birləşmələr 3M şirkəti tərəfindən onların davamlılığı, biotoplayıcı tutumu və toksiklik xüsusiyyətləri (ümumi olaraq PBT kimi bilinən) ilə əlaqədar yaranan ətraf mühit - ekoloji problemlərinə görə istehsaldan çıxarılmışdır. PFOS bir sıra digər ftor birləşmələri və son zamanlarda isə bəzi ftor olmayan köpük birləşmələri ilə əvəz edilmişdir. Bununla yanaşı, artıq bir sıra dövlətlər B sinifli köpüklərin tətbiqini qadağan etmişdir. Bir çox PFOS-suz B sinif yanğınsöndürücü köpüklərində, PFOS-un aşağı konsentrasiyalı parçalanmamış miqdarının ətraf mühitdə olması, həmçinin ilkin məhsulların düsturlarda istifadəsi yaxud təsadüfi sintez səbəbindən mövcud olması bildirilmişdir. [1]

Ftorprotein köpükləri. Ftorprotein köpükləri neytral sulu məhlulda hidroliz edilmiş protein, flüor səthi aktiv maddələr və ya telomerlər, həlledici, natrium xlorid, dəmir, maqnezium, sink və konservantlardan ibarətdir. [2] Ftorprotein məhsulunun bir əlavəsi, təbəqəmələgətirici ftorproteindir (FFFP). Bu məhsul "sadə" ftor səthi aktiv maddələrin əvəzinə təbəqəmələgətirici səthi aktiv maddələrin əlavə edilməsi ilə alınır. Bir məhsulda proteinin olması, onun bioparçalanma qabiliyyətinin artmasına səbəb olur, lakin ftorlaşmış qalıqın daha çox ekoloji davamlılığı vardır. Qəbul edən mühitdəki təsir, yerli mühitdə kəskin oksigen çatışmazlığına səbəb olan bioloji və ya kimyəvi oksigen tələbatının ilkin artımıdır, daha sonra ftor səthi aktiv maddələrin mövcudluğundan asılı olaraq PBT (davamlı, biotoplayıcı və toksik maddələr) ola bilər.

Ftorprotein köpüklərinin tərkibi istehsalçı şirkətə görə müxtəlifləşir. Komponentlərin kimyəvi quruluşunun, ftortelomerlər kimi müəyyən bir quruluş forması olan müəyyən bir sinfə aid olması vacib deyildir.

Ftorproteyn köpüklərinin ətraf mühitə təsiri kəskin və xroniki təsirlər (PBT potensialı) kimi iki təsirlə xarakterizə edilir. Kəskin təsirlərə artan BOT (bioloji oksigen tələbatı) daxildir, bu, anoksik mühitin yaranmasına səbəb olan bioparçalanmış birləşmələri ehtiva edən digər məhsullarla eynidir. Bu məhsulların bioloji parçalanması baş verdikcə proteynlərin parçalanması ilə sistemin nitrifikasiyası ilə bağlı daha çox problem yarana bilər. Nitrifikasiyanın təsiri, proteynlərin su azot tsikli ilə parçalanması və emal edilməsi sürətindən asılıdır. Proteynlərin ilkin mikrobial parçalanma məhsullarına ammoniyak daxildir. Ammoniyak, balıq və digər su orqanizmi olmayan onurğasızlar üçün toksiki xüsusiyyətə malikdir. Məhsulun ftorlaşdırılmış komponentinin potensial xroniki təsiri istifadə olunan birləşmədən asılı olaraq dəyişəcəkdir.

Sulu qat əmələ gətirən köpüklər (AFFF). Qeyri-polyar yanar mayelər yanğınlığının söndürməsində AFFF məhsulları operativ yanğından mühafizənin bütün sahələrində geniş istifadə edilir [3,4]. AFFF məhsulları ftorkarbon səthi aktiv maddələrdən, həlledicilərdən, karbohidrogen səthi aktiv maddələrdən və az miqdarda qələvi məhlul tərkibli halid ionlarından (flüor, xlor, brom və yod) ibarətdir. Məhsullarda mövcud olan ftorkarbonlu səthi aktiv maddələrin növləri onlar 1960-cı illərdə istifadəyə verildikdən bəri dəyişmişdir. 3M firması AFFF məhsullarında 1960-cı ildən 1970-ci illərin əvvəllərinə, 1970-ci ildən 2001-ci ilə qədər olan PFOS-ların perflüorlaşdırılmış karboksilatlardan istifadə edildiyi bildirilmişdir. 3M firması, həmçinin 1984 və 2001-ci illər arasında bir sıra digər poliflüorlu səthi aktiv maddələrdən istifadə etmişdir, bunlar alkil qrupuna sulfonamidə bağlı olan C4-C6 perflüorlaşdırılmış zəncirlər idi; bu birləşmələrdə C8 tərkibli perflüorlaşdırılmış zəncirlər yox idi [4]. Digər altı formulətorlar (firmalar) 1984 - 2010-cu illər arasında flüortelomer məhsulları istehsal edirdi, bunların içərisində 2 və ya 3 flüorlaşdırılmamış karbon atomları yüklü alkil qrupu ilə birləşmiş C4 - C10 perflüorlaşdırılmış zəncirlər var idi. Sonrakı AFFF məhsullarında 6:2 təmiz fluorotelomer məhsulları mövcuddur.

AFFF-lərin tərkibindəki ftorlaşdırılmış səthi aktiv maddələr köpüklərin söndürmə qabiliyyətinə təsir göstərir belə ki, onlar həm də yanıcı maddələrin yenidən alışmasının qarşısını almaq üçün istifadə edilir [5]. Ftorlaşdırılmış səthi aktiv maddələrin əksinə, AFFF qarışıqlarında mövcud olan alkil sulfat (Cədvəl) karbohidrogen səthi aktiv maddələri aerob və anaerob şəraitlərdə

bioparçalanandır [6]. AFFF formullarında olan həlledici komponenti də yüksək NOT (nəzəri oksigen tələbatı) rəqəmləri göstərdiyindən bioparçalanandır. Nəticədə, butil karbitolun yüksək BOT- yeraltı suların oksigenini sərf edərək onların biogeokimyəvi vəziyyətinə təsir edib, onu aerob mühitə çevirər. AFFF formullarındakı korroziya inhibitorları (tolitriazol) da ətraf mühitdə, demək olar ki, parçalanmır.

Cədvəl

AFFF markalı YK əsas kimyəvi tərkib elementləri

Kimyəvi tərkib	Ümumi tərkib faizi
su	69-71
butil karbitol	20
ftoralkilamidin amfoter törəməsi	1-5
alkil sulfat	1-5
perftoralkil sulfonat duzları	0,5-1,5
trietanolamin	0,5-1,5
tolitriazol	0,05

AFFF komponentlərinin bəzilərinin parçalanması barədə məlumat olsa da, ümumilikdə bu mürəkkəb qarışığın yeraltı sulara parçalanması və sinergetik effektləri barədə məlumatlar demək olar ki, mövcud ədəbiyyatlarda yer almamışdır.

Bundan əlavə, tərkibində perftoralkil birləşmələrinin olduğu digər yanğınsöndürücü köpüklərin də ekoloji baxımdan ilkin göstəriciləri aşağıda qeyd edilmişdir.

FFFP – sulu qatəmələgətirici köpüklərə alternativ olan təbii zülal əsaslı yanğınsöndürücü köpükdür, maye karbohidrogen yanğınlının söndürülməsində tətbiq edilir. FFFP asanlıqla parçalanır və demək olar ki, su orqanizmlərinə zərərsizdir. Bu cür köpüklərin tərkibində qlikol efirləri yoxdur, lakin tərkibində davamlı perftoroktan turşusuna parçalana bilən uzunzəncirli ftorkimyəvi birləşmələr vardır.

AR-AFFF – yüksək riskli yanğın vəziyyətlərində - karbohidrogenlərin (neft, qazolin, dizel yanacağı, aviasiya kerosini) və ya polyar həlledicilərin (spirtlərin, ketonların, mürəkkəb və sadə efirlərin) söndürülməsində tətbiq edilir. Bu növ köpüklər ətraf mühitdə asanlıqla parçalanır və su mühiti üçün az zərərliyə malikdir.

AR-FFFP. Spirtə qarşı davamlı sulu qat əmələgətirici köpüklərə (AR-AFFF) alternativ olan təbii zülal əsaslı, spirtə qarşı davamlı olan köpük növüdür. Bu növ də həmçinin maye karbohidrogen və polyar həlledici maye yanğınlının söndürülməsində tətbiq edilir. AR-FFF bioparçalanması faiz etibarilə aşağı səviyyədədir və su orqanizmlərinə müəyyən qədər zərərli hesab oluna bilər. Tərkibində qlikol efir yoxdur, lakin davamlı perftoroktan turşusuna parçalana bilən uzunzəncirli ftorkimyəvi birləşmələr vardır.

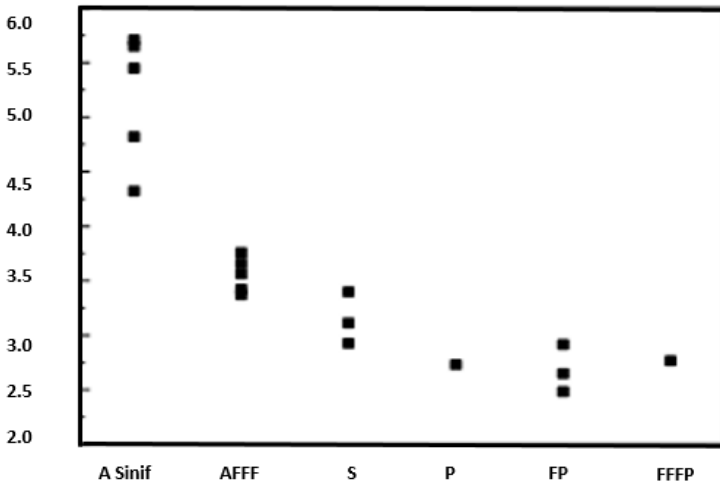
Tərkibində ftor olmayan yanğınsöndürücü köpüklər. (F3) Ftor əsaslı köpük texnologiyalarının PBT xüsusiyyətləri ilə bağlı narahatlıqlara görə yeni nəsil F3 məhsulları istehsal olunmağa başlamışdır ki, bu, birbaşa və ya dolay yolla perflüorkarboksil turşusu əmələ gətirmək üçün ilkin məhsul kimi fəaliyyət göstərən birləşmələrə bağlıdır (xüsusilə PFOA). 2000-ci ildən bəri istehsal olunan F3 məhsullarında suda həll olmayan, ftorlaşmayan polimer əlavələri və daha çox karbohidrogen səthi aktiv maddələr mövcuddur [7].

Ftorsuz yanğınsöndürücü köpüklər, tətbiq edilən köpüklərə alternativ olaraq "ekoloji cəhətdən təmiz" olaraq tanınır. Mütəxəssislər bu növ köpüklərin sadəcə, "əvəzedici" rola malik olduğunu qəbul edirlər. Buna baxmayaraq, onların bioloji parçalanma qabiliyyəti, kəskin toksiklik, kimyəvi oksigen tələbatı və bioloji oksigen tələbatı ilə əlaqəli ekoloji xüsusiyyəti, ftorlaşmış köpüklərin xassələrinə nisbətən bir çox hallarda daha az ekoloji zərərlərə malik olur. Burada məsələ ondan ibarətdir ki, ftorkimyəvi birləşmələr, kimyəvi maddələrin unikal bir qrupu olduqları üçün onları birbaşa əvəz etmək mümkün deyil. Ftorsuz yanğınsöndürücü köpüklərdə isə söndürücü tərkibə əlavə sintetik yuyucu maddələrin qatılmasını qeyd etmək olar ki, bu da ani alışmalara və

yanğınsöndürmə xidmətinin əməkdaşları üçün təhlükəli vəziyyətlərin yaranmasına səbəb ola bilər. Qeyd etmək lazımdır ki, bir çox ftorsuz YK-ni yanğın zamanı AVQAZ (aviasiya qazolini) buxarlarını saxlama qabiliyyətinə malik deyillər. Bundan əlavə tərkibində sintetik yuyucu maddələr olan yanğınsöndürücü köpüklər bütün yağ əsaslı yanacaqlarla emulsiya edilir və onları tullantı su separatorlarından yayındıraraq su mühitinə daşıyır. Bu, daha yüksək oksigen tələbatına, orada yaşayan su orqanizmlərinə qarşı toksikliyə və potensial olaraq böyük çirklənmə hadisələrinə səbəb olur. Ftorsuz maddələrin qəbul edilmiş bir faydası olsa da, ətraf mühitin toksikliyi, karbohidrogen yanacağı ilə emulsiya və ani alovlanma problemləri baxımından bir sıra əhəmiyyətli çatışmazlıqları vardır.

Yuxarıda qeyd edildiyi kimi, yanğınsöndürücü köpüklər bir çox müxtəlif növ kimyəvi maddələrin qarışığından ibarətdir. İstehsalçıların əksəriyyəti köpük məhsullarının tam tərkibi və məzmunu barədə ictimaiyyətə heç bir məlumat açıqlamırlar. Buna görə də vahid bir kimyəvi maddəni qiymətləndirən adi kimyəvi üsullar yanğınsöndürücü köpüklərə tətbiq edilmir. Yanğınsöndürücü köpüklərin ətraf mühitə təsirini qiymətləndirmək üçün xüsusi bir test üsulu hal-hazırda mövcud deyildir. Köpüklərin üzvi tərkibi və bioparçalanması nəzərə alınmaqla, kimyəvi oksigen tələbatı (KOT) və yekun üzvi karbon (YÜK) köpüklərin suda üzvi yüklənməsini qiymətləndirmək üçün istifadə edilə bilər. Köpüyün bioparçalanmasını sınaqdan keçirmək üçün OECD 301 A-F test seriyası standartları istifadə edilir. Bu testlərin arasında CO₂ ayrılması metodu və manometrik respirometriya metodu daha çox istifadə olunur.

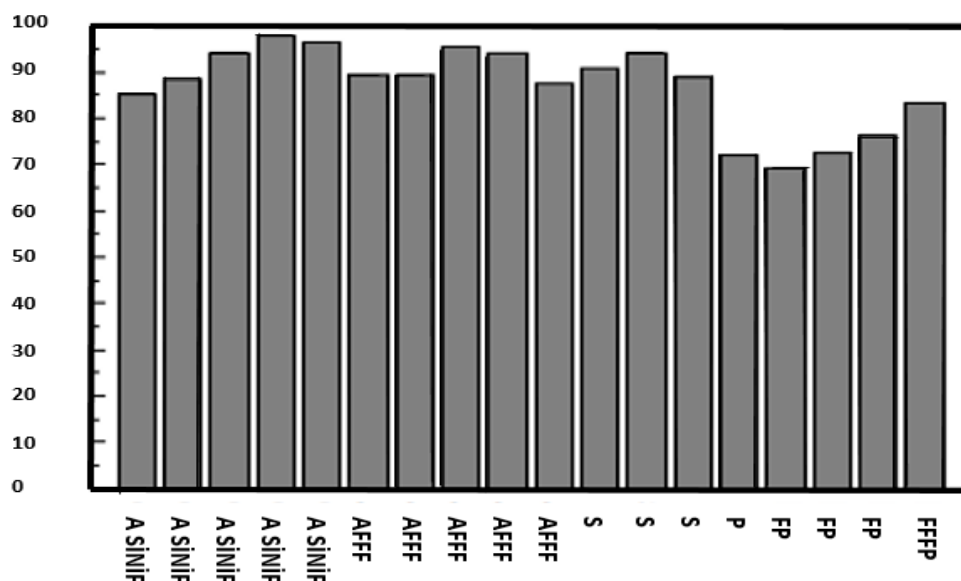
Həll üsulları. Müxtəlif illərdə mütəxəssislər tərəfindən yanğınsöndürücü köpüklərin bioparçalanmasına yönəlmiş bir neçə tədqiqat aparılmışdır. [8] –də Çində geniş tətbiq olunan müxtəlif növ yanğınsöndürücü köpüklərin üzvi köpüyünün üzvi çirklənmə səviyyəsi və bioparçalanması qiymətləndirilib, müqayisə edilmişdir. Yanğınsöndürücü köpük konsentrasiyalarının KOT (kimyəvi oksigen tələbatı) və YÜK (Yekun Üzvi Karbonu) həddindən artıq yüksəkdir. Bundan əlavə, köpük məhlullarının KOT və YÜK-i adi çirkab sularından da daha yüksəkdir. Buna görə köpük məhlulunun KOT və YÜK qiymətləri köpüklərin ətraf mühitə təsirini nəzərə alsaq, konsentratdan daha çox əhəmiyyət kəsb edir. Məlumdur ki, səthi aktiv maddələr yanğınsöndürücü köpüklərin əsas komponentidir və onlar KOT və YÜK-ün əsas mənbəyi hesab edilir. Şəkil 3-də müxtəlif növ köpüklərin KOT/ YÜK nisbəti göstərilmişdir. Qeyd etmək lazımdır ki, KOT/ YÜK



Şəkil 2. Müxtəlif növ YK üçün KOT/ YÜK nisbəti

nisbəti vahid üzvi çirkab sular üçün 2,67 qəbul edilmişdir. Şəkil 2-ə əsasən A sinif köpüklər, AFFF, Sintetik (S), və Proteinli (P) köpüklər üçün ortalama KOT/ YÜK nisbəti uyğun olaraq 5,19 ; 3,55; 3,15 və 2,73-dür. Göründüyü kimi, A sinif köpüklərdə bu nisbət daha yüksək, növbəti olaraq AFFF və S, ən aşağı göstərici isə protein köpüyündə olmuşdur. Bu da onunla nəticələnir ki, protein tərkibli köpüklər (P, FP,FFFP) sintetik tərkibli köpüklərə (A sinif köpüklər, AFFF və S) nisbətən daha yüksək üzvi çirklənmə qabiliyyətinə malikdir.

YK bioparçalanması barədə tədqiqatda [8] isə məlum olmuşdur ki, sintetik köpüklər olan A sinif köpüklər, AFFF və S üçün bioparçalanma faizi uyğun olaraq 85,27% -dən 97,61% -ə qədər, protein köpüklər (P, FP və FFFP) üçün isə uyğun olaraq 69,45% -dən 83,17 % qədər dəyişmişdir. (Şəkil 3.)



Şəkil 3.YK 28 – günlük bioparçalanma göstəriciləri. [8]

Nəticə olaraq bildirilir ki, Proteyin köpükləri sintetik köpüklərlə müqayisədə daha yüksək üzvi çirklənmə və daha aşağı bioparçalanma sürətinə sahibdir. Beləliklə, onların ətraf mühitə qısamüddətli və uzunmüddətli təsiri sintetik köpüklərdən daha böyükdür.

Hal-hazırda dünyanın bəzi dövlətləri artıq **ftortelomer** əsaslı YK tətbiqinə başlamışlar. Flüorotelomer əsaslı birləşmələr şaxələnməyən və cüt sayda karbon atomuna malik tam düz zəncirli kimyəvi maddələrdir. Bu növ köpüklər müxtəlif tərkibli yanar mayelərə tətbiq edilməklə yanğına effektiv nəzarət və nəmləndirməni təmin edir. Ftortelomer əsaslı YK yanğının yayılmasını minimuma endirməyə, yenidən alovlanmanın qarşısını almağa və hava ilə daşınan tüstü çirklənməsinin miqdarını azaltmaq xüsusiyyətlərinə malikdir. Bundan əlavə, yanma zonasında baş verə biləcək qaynama və eskalasiya riskinin qarşısını alır və hər hansı bir hadisədə köpük və su ehtiyatlarından minimum istifadə olunmasını təmin edir.

Ekoloji cəhətdən yanaşdıqda ftortelomer əsaslı məhsullar heyvanlarda biotoplanmır, orqanizm üçün zərərli və toksik deyil. Ftortelomerlər PFOS-a parçalanmır. Onlar 6:2 flüortelomer sulfonata bölünür ki, bu da davamlı olsa da, biotoplayıcı və ya toksiklik xüsusiyyətlərinə malik deyil.

Hazırda istehsal edilən ftortelomer əsaslı YK məhsullarının tərkibindəki maddələrin təhlükəsizlik pasportuna baxdıqda insan sağlamlığına zərərli ola biləcək heç bir kimyəvi maddə aşkar olunmamışdır.

Nəticə. 1. Əksər istehsalçı iddialarına baxmayaraq, tərkibində ftor olmayan YK ftortərkibli YK-ə nisbətən daha yüksək toksikliyə malikdir, belə ki, ftortərkibli köpüklər təbəqəmələgətirici xüsusiyyəti ilə xarakterizə olduğu halda, tərkibində ftor olmayan YK təbəqə xüsusiyyətini əvəz etmək üçün tərkibə yüksək miqdarda karbohidrogen səthi aktiv maddələr və həlledicilər əlavə edilir. Karbohidrogenli səthi aktiv maddələr və həlledicilər ümumiyyətlə su sistemlərində ftorlu səthi aktiv maddələrə nisbətən daha toksiki hesab olunur. Bununla yanaşı, yanar mayelərin söndürülməsində müsbət nəticənin əldə edilməsi üçün ftortərkibli YK müqayisədə ftorsuz köpüklər dəfələrlə artıq miqdarda tətbiq edilməlidir. Bu da ətraf mühit üçün əhəmiyyətli ekoloji risk amili hesab edilə bilər.

2. Ftortelomer əsaslı YK hazırda B sinifində, yanar maye yanğınlarının söndürülməsində ən təsirli maddələrdir. Flüorotelomer əsaslı köpüklər PFOS və ya PFHxS (perftoroheksan sulfonat) kimi PFOS homoloqlarına daxil edilmir, parçalanmır və uzunzəncirli perftorkimyəvi maddələrin əhəmiyyətli mənbəyi sayıla bilməz. Onların tərkibində davamlı, lakin ümumiyyətlə ekoloji toksikant hesab edilməyən ftor səthi aktiv maddələr vardır. Bu növ YK mövcud tənzimləmə meyarlarına əsasən bioakkumulativ hesab edilmir.

ƏDƏBİYYAT

1. Vestergren R, Cousins IT, Trudel D, Wormuth M and Scheringer M. Estimating the contribution of precursor compounds in consumer exposure to PFOS and PFOA. *Chemosphere*. 2008 Nov; 73(10): pp.1617-1624
2. Johnson, B. P. Survey of Fire Fighting Foams and Associated Equipment and Tactics Relevant to the UK Fire Service. Part 1 - Firefighting Foams. C. F. B. A. Council, S. C. F. B. A. Council and J. C. o. F. Research. London, England., Home Office Fire Research and Development Group. (1991)
3. Hagenaars A, Meyer İJ, Herzke D, Pardo BG, Martinez P, Pabon M, De Coen W and Knapen D. The search for alternative aqueous film forming foams (AFFF) with a low environmental impact: Physiological and transcriptomic effects of two Forafac® fluorosurfactants in turbot. *Aquatic Toxicol.* 2011 Aug; 104(3–4): pp.168-176.
4. Houtz E.F, Higgins CP, Field JA and Sedlak DL. Persistence of Perfluoroalkyl Acid Precursors in AFFF-Impacted Groundwater and Soil. *Environmental Science & Technology*. 2013 Aug 6; 47(15): pp.8187-8195
5. Alm, R. R.; Stern, R. M. Aqueous Film-Forming Foamable Solution Useful as Fire Extinguishing Concentrate; U.S. Patent 5085786, 1992
6. Howell, R. D.; Tucker, E. E. *Am. Environ. Lab.* 1996, 12, pp.10-11
7. Dr Jimmy Seow. Fire Fighting Foams with Perfluorochemicals - Environmental Review, Manager Pollution Response Unit Department of Environment and Conservation Western Australia. 7 June 2013.
8. Xian-Zhong Zhang, Zhi-ming Bao, Cheng Hu, Jing Li-Shuai and Yang Chen. “Organic pollutant loading and biodegradability of firefighting foam”. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Volume 94.(2017)

РЕЗЮМЕ

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ОГNETУШАЩИХ ПЕН, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ТУШЕНИИ ГОРЮЧИХ ЖИДКОСТЕЙ

Курбанова М.А.

Ключевые слова: огнетушащие пены, пер и полифторалкильные вещества, фтортеломер, биodeградация, экологические характеристики

Известно, что пены широко используются для тушения горючих жидкостей. Большинство огнетушащих пен являются поверхностно-активными веществами. Пены состоят из комбинации различных химических веществ наряду с поверхностно-активными веществами. В общем, физические и химические свойства композиции оказывают значительное влияние на пенообразующую способность пены. Тем не менее, различные ингредиенты могут повлиять на эффективность пены, а также причинить вред окружающей среде. Поскольку экологические требования к химическим соединениям в форме отходов возрастают, вопросы, связанные с воздействием огнегасящих пен на окружающую среду, становятся актуальными. В настоящее время не существует специального метода испытаний для оценки воздействия огнетушащих пен на окружающую среду. Поэтому необходимо оценить экологические свойства огнетушащих пен, такие как токсичность воды, биологическое загрязнение органическим загрязнением и пенообразование.

SUMMARY
COMPARATIVE ANALYSIS OF THE ENVIRONMENTAL IMPACT OF FIRE
EXTINGUISHING FOAMS USED IN EXTINGUISHING FLAMMABLE LIQUIDS
Gurbanova M.A.

Key words: *fire extinguishing foams, per and polyfluoroalkyl substances, fluorotelomer, biodegradation, environmental characteristics*

It is known that foams are widely used for extinguishing combustion fluids. Most of the fire extinguishing foams are surface active substances. Foams are composed of a combination of various chemicals along with surfactants. In general, the physical and chemical properties of the composition have a significant effect on the foaming ability of the foam. However, the variety of ingredients can affect the effectiveness of the foam as well as cause environmental hazards for the environment. As environmental requirements for chemical compounds in the form of waste increase, the issues related to the environmental impact of firefighting foams are urgent. There is currently no specific test method for assessing the environmental impact of fire extinguishing foams. Therefore, it is necessary to evaluate the environmental properties of extinguishing foams, such as water toxicity, biological contamination of organic contamination and foaming.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	13.02.2020
	Son variant	07.07.2020