

*Телевний І.В., Каплюк О.М., Кірдей Л.М. Державний науково-дослідний інститут
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки
Сподін О.І. Товариство з обмеженою відповідальністю “Науково-виробнича фірма “Адрон”*

ЩОДО РОЗРАХУНКУ КИСНЕВОГО БАЛАНСУ БАГАТОКОМПОНЕНТНОЇ ТЕРМОБАРИЧНОЇ ВИБУХОВОЇ РЕЧОВИНИ

У статті проведений аналіз типового хімічного складу та фізичних особливостей вибуху термобаричних вибухових речовин (ТВР). Визначено стадії детонації ТВР та умови реакції повного окислення основних горючих елементів. Підтверджено, що достовірний розрахунок кисневого балансу має важливий вплив при оцінці бойових характеристики ТВР. На основі аналізу піротехнічних складів індивідуальних вибухових речовин запропоновані удосконалені розрахунки для визначення кисневого балансу і кисневого коефіцієнту сучасних багатокомпонентних ТВР. Особливістю удосконалених розрахунків для визначення кисневого балансу і кисневого коефіцієнту є врахування фізичних особливостей ТВР.

Ключові слова: *термобарична вибухова речовина, особливості детонації, ураження цілей, кисневий баланс, кисневий коефіцієнт.*

Постановка проблеми

Сучасні військові протистояння в своїй більшості проходять поблизу чи безпосередньо в населених пунктах. Застосування в таких умовах боєприпасів (бойових частин), які уражають типові цілі за рахунок осколкової (фугасної) або кумулятивної дії недоцільно за відсутності “вибірковості” ураження таких боєприпасів. А саме, нанесення значного супутнього збитку цивільній інфраструктурі та безпосередньо цивільному населенню, що не приймає участі в бойових діях. На теперішній час сучасними світовими тенденціями є розробка новітніх боєприпасів (бойових частин) з підвищеними властивостями “вибірковості” ураження. Одним з напрямів є розробка боєприпасів (бойових частин) на основі ТВР. Такі боєприпаси здатні наносити максимальний збиток за рахунок високої температури та впливу ударної хвилі з низьким рівнем супутнього ураження, адже термобаричні боєприпаси, зокрема на відкритому просторі мають чітко визначену і обмежену область ефективного ураження, що обумовлює актуальність їх подальшого розвитку [1].

Сьогодні підприємствами України активно ведуться роботи з пошуку нових рецептур ТВР для створення на їх основі вищевказаних боєприпасів (бойових частин). Проте, незважаючи на зусилля із практичного впровадження нових розробок у цій області, більшість існуючих ТВР все ще засновані на застарілих типах полімерів, окисників, пального і виробничих технологіях, які впливають на їх ефективність бойового застосування та високу вартість виробництва.

При оцінці характеристик сучасних ТВР базовими розрахунками є розрахунки кисневого балансу і кисневого коефіцієнту багатокомпонентних ТВР. Оскільки до складу сучасних індивідуальних і сумішевих ТВР входить велика кількість хімічних елементів (у тому числі і хімічно активних металів) то існує необхідність при розрахунках кисневого балансу і кисневого коефіцієнту враховувати фізичні особливості ураження сучасних багатокомпонентних ТВР.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

На теперішній час ТВР застосовуються в різних типах зброї, а саме: ручних гранатах, гранатах до підствольних та протитанкових гранатометів, реактивних піхотних, штурмових та багатоцільових вогнеметів, протитанкових ракетних комплексах, реактивних системах залпового вогню, оперативно-тактичних ракетних комплексах, керованих і некерованих авіаційних бомбах, ракетах тощо [2–8].

Ефективність застосування даного виду зброї підтверджена під час її застосування в ряді локальних війн та збройних конфліктах. Але часто під час застосування термобаричних бойових частин спостерігається низька ефективність згорання пального, що спричиняє

значне зниження ефективності ураження типових цілей. Це пов'язано з недостатньо високою температурою займання котра зазвичай необхідна для правильного і повного згорання пального [9]. Щоб досягти заданої температури займання палива необхідно деякий час підтримувати задану температуру навколо цього пального. Це може бути досягнуто в результаті екзотермічної реакції інших паливних елементів, які часто мають нижчу температуру займання ніж основне пальне, з наявним у складі суміші киснем [10]. Дана особливість потребує точного розрахунку балансу кисню і паливних елементів у складі термобаричної суміші. Тому повнота детонації ТВР досі залишається питанням яке потребує уваги, особливо у випадках високого вмісту пального до загальної маси вибухової суміші.

Кисневий баланс багатокomпонентної ТВР значною мірою визначає характер реакції її вибухового перетворення, тобто склад продуктів вибуху і, як наслідок, значення термодинамічних характеристик, таких, як теплота, температура, об'єм і тиск газоподібних продуктів вибуху. Тому, для достовірної оцінки характеристик сучасних багатокomпонентних ТВР доцільно провести уточнення розрахунків кисневого балансу індивідуальних і сумішевих ТВР.

Мета статті

У статті запропоновано удосконалити розрахунки кисневого балансу та кисневого коефіцієнту багатокomпонентної ТВР.

Виклад основного матеріалу

Під вибуховими речовинами (ВР) розуміють різні хімічні сполучення або їх суміші (сплави), які здатні під впливом зовнішнього впливу (удар, нагрівання, ініціація імпульсом тощо) вибухати (детонувати) з виділенням великої кількості теплової енергії та газоподібних продуктів вибуху нагрітих до високих температур [11].

За складом ВР поділяють на:

індивідуальні хімічні сполучення (тротил, гексоген тощо), які застосовуються самостійно або в якості складових компонентів сумішевих ВР;

сумішеві (багатокomпонентні) ВР які звичайно складаються з окислювача і пального (у тому числі з одного або декількох індивідуальних ВР) та різноманітних добавок, які забезпечують задані експлуатаційні і технологічні характеристики.

Саме до сумішевих ВР відносяться ТВР, котрі являють собою насичені паливом композиції (роль палива виконує хімічно активний металевий порошок з високою потенційною енергією), до складу яких входять нітраміни (гексоген, октоген тощо), вони характеризуються виділенням енергії впродовж тривалого проміжку часу, ніж у стандартних ВР, що значно продовжують час існування зони надлишкового тиску і температури. Також, зазвичай, ТВР містять сенсibilізатори і різного роду добавки, що не містять кисню, або містять, але в недостатній кількості для повного окислення горючих елементів, проте, необхідних для забезпечення бойових, технологічних і експлуатаційних властивостей ТВР.

Вибух ТВР представляє собою процес турбулентного догорання горючих компонентів суміші, що не прореагували у початковій фазі вибуху, вступаючи в реакцію окислення з киснем, що знаходиться в навколишньому повітрі [12].

Вважається, що ТВР проходять три стадії детонації:

- на першій стадії початкова детонаційна хвиля від детонатора змушує нітраміни (що являють собою розривний заряд) піддаватися анаеробній (без доступу атмосферного кисню) детонації, що триває сотні мікросекунд і розганяє частини палива;

- анаеробне згорання частин палива проходить на другій стадії впродовж сотень мікросекунд [13], цей процес проходить вздовж детонаційної ударної хвилі, при цьому, горіти починають тільки ті частини палива, що знаходяться в безпосередній близькості від детонуючого нітраміна;

- на третій стадії (догорання) збагачений паливом енергетичний матеріал піддається аеробному (з використанням атмосферного кисню) згоранню, що ініціюється ударно – хвильовим змішуванням з киснем навколишнього повітря і триває декілька мікросекунд, нітрамін, що ще залишився в ударній хвилі, продовжує анаеробні реакції, тим самим розповсюджуючи ударну хвилю і сприяючи подальшій дисперсії частин палива [13].

Коли вибух відбувається в замкнутому середовищі, виділення енергії на третьому етапі (догорання) можна розділити на чотири підетапи:

- металевий порошок, що входить до складу ТВР (паливо) на фронті детонаційної хвилі споживає тепло, але не виділяє енергію. Відділення частин металу за рахунок більшої швидкості від продуктів детонації викликає перший тип догорання;

- метал і продукти детонації реагують з киснем конденсованого повітря. Цей процес змішування і горіння через велику різницю густини середовищ проходить за принципом турбулентного потоку, який можна описати нестабільністю Релея – Тейлора;

- повітряна детонаційна хвиля, відбита перепоною повітронепроникного середовища, реагує з високошвидкісними шарами, що генеруються нестабільністю Релея – Тейлора. Горіння турбулентним потоком стає інтенсивнішим, а гранична температура вогняної кулі підвищується, щоб знову розпалити суміш металу і продуктів детонації;

- вогняна куля вдаряється об бар'єри чи стінки, і кінетична енергія середовища в кулі переходить в потенційну енергію. Присутній залишковий порошок металу може спалахнути і утворити нову зону горіння.

Ці чотири підетапи стадії догорання ТВР постійно повторюються і процес не зупиняється, а тільки набирає інтенсивності. Таким чином у замкнутому просторі генерується серія відбивних ударних хвиль, які підтримують вогняну кулю і можуть продовжити час її існування по мірі виникнення екзотермічних реакцій рекомбінації. Утворені на ранніх стадіях вогняні кулі здатні огинати кути і проникати в зони, недосяжні для осколків бомб чи гранат. Вибухові хвилі після відбиття стінами чи іншими поверхнями посилюються, спричиняючи більш значні руйнування, ніж могли б спричинити звичайні ВР у закритому приміщенні. Подальші ушкодження можуть бути викликані охолодженням газів і різким падінням тиску (через вигорання кисню), достатньо потужному для того, щоб нанести фізичні пошкодження людям чи спорудам [14].

Постійність вищеописаних процесів є важливим фактором, що впливає на ефективність ТВР. Саме тому обмежений чи закритий простір сприяє підвищенню температури і тиску, що створюються в результаті реакції детонації ТВР. Збитковий тиск в області вибуху може досягати десятки мегапаскалів, а температура може складати від 2500 °С до 3500 °С. Від межі вогняної кулі починає розповсюджуватися ударна хвиля.

Вищенаведені особливості протікання термобаричного вибуху і багатокомпонентність хімічного складу ТВР викликають необхідність адаптації існуючих розрахунків, що використовуються при створенні звичайних ВР під специфіку ТВР.

Одним з таких розрахунків, що потребує удосконалення, є розрахунок кисневого балансу ТВР.

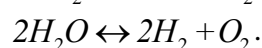
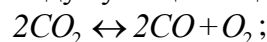
Забезпеченість складу ТВР киснем характеризують кисневим балансом (*КБ*) або кисневим коефіцієнтом (a_k), котрі у відносних одиницях виражають надлишок чи нестачу кисню, необхідного для повного окислення горючих елементів ТВР (вуглецю, водню, металів) до їх вищих оксидів.

По величині кисневого балансу, в залежності від співвідношення між числом атомів вуглецю, водню і кисню (*a*, *b* і *d* відповідно), всі ВР прийнято розділяти на три групи [15].

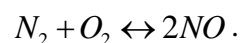
Перша група – ВР з позитивним або нульовим кисневим балансом, тобто з кількістю кисню в складі ВР, достатньою для повного окислення горючих елементів:

$$d \geq 2a + b/2, \text{ звідки } KB \geq 0, a_k \geq 1.$$

У цьому випадку в складі ВР в основному містяться газоподібні CO_2 , H_2O , N_2 і частково продукти дисоціації діоксиду вуглецю і води (водяних парів):



При значному надлишку кисню можливе утворення оксидів азоту NO , NO_2 тощо, які мають жовто-бурий колір (NO_2):



Типовим представником ВР даної групи є нітрогліцерин (гліцеринтринітрат) – $C_3H_5(ONO_2)_2$, $KB = +3,5\%$.

ВР з від'ємним кисневим балансом, тобто з кількістю кисню, недостатньою для повного окислення горючих елементів, $KB < 0$, $a_k < 1$ утворюють другу і третю групу.

Друга група – ВР із від'ємним кисневим балансом, але з кількістю кисню, достатньою для повного газоутворення:

$$a + b \leq d < 2a + b/2.$$

Як правило, у цьому випадку утворюються наступні продукти вибуху: CO_2, CO, H_2O, H_2, N_2 . Представниками цієї групи є ТЕН і гексоген, при вибуху яких завжди утворюються тільки газоподібні продукти.

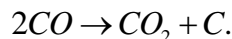
Третя група – ВР із суттєво від'ємним кисневим балансом, де в складі продуктів вибуху може бути присутній чистий вуглець (C) у вигляді сажі і деяка кількість H_2 і CO_2 :

$$d < a + b/2.$$

При $d < a$ утворення вільного вуглецю невідворотне і продукти вибуху складаються в більшості з CO, C, H_2O, H_2, N_2 . Типовим представником цієї групи є тротил ($KB =$ мінус 74%).

Чітку межу між ВР першої, другої і третьої групи встановити неможливо. Одна і та ж ВР в залежності від умов, в яких відбувається вибух, може детонувати або з утворенням газоподібних продуктів вибуху або з частковим виділенням вільного вуглецю. За інших рівних умов із збільшенням щільності заряду ВР імовірність утворення вільного водню збільшується.

Зі зменшенням кисню у складі ВР реакція вибухового перетворення проходить з виділенням чистого вуглецю (C):



Сучасні рецептури ТВР, як правило, відносяться до другої або третьої групи, бо мають від'ємний кисневий баланс і містять або додаткові окислювачі, або велику кількість горючих компонентів, які здатні до взаємодії з киснем у повітрі. Тому, під час вибуху виділяється тільки частина наявного запасу енергії хімічних реакцій. Решта виділяється на фазі розльоту і догорання продуктів неповного вибухового перетворення при змішуванні їх з киснем повітря, стиснутим первинною ударною хвилею. Це дає можливість збільшити тривалість ударної хвилі, а також розміри та час існування хмари вибуху. Змінюючи склад і відсоткове співвідношення компонентної ТВР можна досягти максимальних характеристик для кожного виду термобаричних бойових частин.

Згідно з визначенням, кисневим балансом називається співвідношення надлишку або нестачі кисню у вибуховій речовині, необхідного для повного окислення горючих елементів до їх вищих оксидів, виражене в грам-атомах, до грам-молекулярної маси ВР, але, зазвичай, величина кисневого балансу виражається у відсотках [16].

Таким чином, розрахункові формули при визначенні кисневого балансу індивідуальних ВР будуть наступні:

$$KB = \frac{100A_r}{M}, \%, \quad (1)$$

де A_r – грам-атомна маса надлишку чи нестачі кисню в складі ВР;

M – грам-молекулярна маса ВР.

$$A_r = 16(K_B - K_r),$$

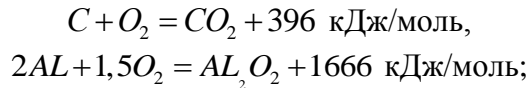
де 16 – грам-атомна маса кисню; K_r – необхідне число атомів кисню для повного окислення атомів вуглецю у вуглекислоту й атомів водню у воду; K_B – число атомів кисню, що міститься в речовині (знаходиться з хімічної формули вибухової речовини):

$$K_r = 2C_n + \frac{1}{2}H_m.$$

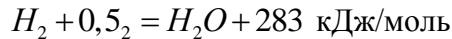
При визначенні грам-атомної маси надлишку чи нестачі кисню – A_T варто враховувати, що для повного окислення одного атома вуглецю у вуглекислоту CO_2 необхідно два атоми кисню, для окислення одного атома водню у воду – 0,5 атома кисню.

Кисень ВР розподіляється таким чином, що у першу чергу він йде на окислення металів, водню, сірки у діоксиді, вуглецю в оксид і далі в діоксиді. Кисневий баланс індивідуальних ВР розраховується із умови їх хімічної формули.

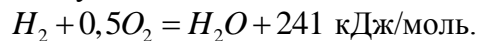
Реакції повного окислення основних горючих елементів ВР мають наступний вигляд:



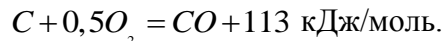
для рідкого агрегатного стану води:



або для пароподібного стану води:



При окисленні вуглецю з нестачею кисню в складі ВР до оксиду вуглецю (чадний газ) виділяється менша кількість тепла:



ВР, що складаються із вуглецю, водню, азоту і кисню (більшість індивідуальних ВР), можна представити у вигляді так званої умовної (брутто) формули $C_aH_bN_cO_d$, тоді формула (1) для визначення кисневого балансу матиме вигляд:

$$KB = \frac{16[d - (2a + 0,5b)]}{M_{BP}} \times 100\%, \quad (2)$$

де a, b, c, d – число атомів вуглецю, водню, азоту і кисню відповідно.

Знаменник дроби у формулі (2) визначає молекулярну масу ВР, тобто:

$$M_{BP} = 12a + b + 14c + 16d,$$

де 12, 1, 14, і 16 – атомні маси вуглецю, водню, азоту і кисню в складі ВР відповідно.

Кисневий коефіцієнт визначається за формулою:

$$a_k = \frac{d}{2a + b/2}. \quad (3)$$

Збалансованість хімічного складу ВР по кисню відповідає значенням $KB = 0\%$ і $a_k = 1$.

Для сумішевих ВР розрахунок кисневого балансу виконується, виходячи із відсоткового вмісту компонентів суміші і по умовній хімічній формулі або по рівню кисневого балансу кожного компоненту.

До складу сучасних ТВР входить алюміній, а хімічна формула має вигляд $C_aH_bN_cO_dAl_e$, тоді уточнена формула для розрахунку кисневого балансу (2) матиме вигляд:

$$KB = \frac{[d - (2a + 0,5b + 1,5l)] \times 16 \times 100\%}{(12a + b + 14c + 16d + 27l)}, \quad (4)$$

а формула (3) для розрахунку кисневого коефіцієнту матиме вигляд:

$$a_k = \frac{d}{2a + 0,5b + 1,5l}, \quad (5)$$

де l – число атомів алюмінію в умовній формулі ВР.

На практиці формули (2) і (4) доцільно спростити і проводити розрахунок відносно одного кілограму ВР, тоді вирази (2) і (4) приймуть наступний вигляд:

$$KB = \frac{[d - (2a + 0,5b)] \times 16 \times 100\%}{1000},$$
$$KB = \frac{[d - (2a + 0,5b + 1,5l)] \times 16 \times 100\%}{1000}.$$

Розрахункові співвідношення для більш складних сумішей, що мають багато компонентів і складну умовну формулу, отримують у процесі розробки ВР виходячи із складу компонентів і можливих хімічних реакцій у процесі вибуху.

Таким чином, вищевказані розрахунки кисневого балансу і кисневого коефіцієнту ТВР доцільно застосовувати при розрахунках характеристик сумішевої багатокомпонентної ТВР, до складу якої входить алюміній.

Отже, запропоновані розрахунки кисневого балансу дозволяють удосконалити вже існуючі підходи щодо визначення характеристик звичайних ВР та врахувати особливості термобаричного вибуху сучасних ТВР.

Висновки

З метою отримання максимальної ефективності ураження типових цілей термобаричними боеприпасами (бойовими частинами) та повного використання всіх компонентів та складових ТВР при оцінці характеристик сучасних багатокомпонентних ТВР доцільно максимально точно проводити розрахунки кисневого балансу і кисневого коефіцієнту ТВР.

Розрахункові співвідношення та коефіцієнти для більш складних багатокомпонентних ТВР доцільно розраховувати в процесі розробки ТВР з урахуванням складу компонентів і елементів та можливих їх хімічних реакцій у процесі вибуху.

Вищевикладені удосконалені розрахунки кисневого балансу і кисневого коефіцієнту ТВР, до складу якої входить алюміній, дозволяють враховувати фізичні особливості ураження типових цілей термобаричними боеприпасами (бойовими частинами).

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Брайко В.В. Особливості функціонування та розробки термобаричних боеприпасів. / В.В. Брайко, О.І. Сподін, В.Г. Скляр, І.В. Телевний, Ю.О. Камак, В.І. Нікітченко // Збірник наукових праць Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки. – Чернігів: ДНДІ ВС ОБТ, 2019. – Вип. № 2. – С. 41–46.
2. “New RPO Shmel-M Infantry Rocket Flamethrower Man-Packable Thermobaric Weapon” [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https:// www.defensereview.com/new-rpo-shmel-m-infantry-rocket-flamethrower-man-packable-thermobaric-weapon](https://www.defensereview.com/new-rpo-shmel-m-infantry-rocket-flamethrower-man-packable-thermobaric-weapon).
3. “Modern Firearms – RMG”. / Russia: World Guns. January 24, 2011. Retrieved July 12, 2011.
4. “Kornet-EM: Multi-purpose Longrange Missile System” . / Russia: Kbpntula. Archived from the original on December 29, 2013. Retrieved December 28, 2013.
5. “TOS-1 Heavy flamethrower system” [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.military-today.com/artillery/tos1.htm>.
6. “SS-26”.[Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://missilethreat.csis.org/missile/ss-26-2>.
7. “ODAB-500PMV Fuel-Air-Explosive bomb” . [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://roe.ru/eng/catalog/aerospace-systems/air-bombs/odab-500pmv>.
8. “A Crushing Victory: Fuel-Air Explosives and Grozny 2000”. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://communiti.apan.org/wg/tradoc-g2/fmso/m/fmso-monographs/243759>.
9. Лопанов А.Н. Физико-химические основы теории горения и взрыва. – Белгород: издат. БГТУ, 2012. – 149 с.
10. Физика взрыва; под ред. Л.П. Орленка. – изд. 3-е. – М.: Физматлит, 2004. – Т.1, т.2. – 832 с.
11. Телевний І.В. Особливості дослідження боеприпасів з термобаричними вибуховими речовинами / І.В. Телевний, В.І. Нікітченко, С.І. Ключас, А.Г. Дмитрієв. // Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба. – Харків: ХНУПС, 2020. – Вип. № 1. – С. 145–151.
12. Гельфанд Б.Е. Объемные взрывы: монографія / Б.Е. Гельфанд, М.В. Сильников. – СПб: Астерион, 2008. – 374 с.
13. Newman K.E., “Thermobaric explosives and compositions, and articles of manufacture and methods regarding the same”. / Newman K.E., Riffe V., Jones S.L., Lowell M.D. // US Patent US 7,727,347 B1; 2010.
14. Turker L., “Thermobaric and enhanced blast explosives” / Turker L // Defence Technology

12 (2016) 464 – 472 с.

15. Горбонос М.Г. Методические указания. Часть I. / М.Г. Горбонос // Петрозаводской государственной университет. – Петрозаводск: ПГУ, 2011. – 51 с.

16. Соболев В.В. Технологія та безпека виконання підривних робіт: практикум / В.В. Соболев, І.І. Усик, Р.М. Терещук // Нац. гірн. ун-т. – Д.: НГУ, 2014. – 176 с.

Телевний Ігор Володимирович

заступник начальника Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки з випробувань, Чернігів, Україна

<https://orcid.org/0000-0003-0761-3013>

e-mail: niv_dndi@ukr.net

Каплюк Олександр Миколайович

молодший науковий співробітник Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, Чернігів, Україна

<https://orcid.org/0000-0002-9449-5395>

e-mail: skaplyk@ukr.net

Кірдей Леонід Миколайович

провідний науковий співробітник Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, Чернігів, Україна

<https://orcid.org/0000-0003-0954-9545>

e-mail: kirdei550@gmail.com

Сподін Олександр Іванович

провідний конструктор товариства з обмеженою відповідальністю “Науково-виробнича фірма “Адрон”, Київ, Україна

<https://orcid.org/0000-0002-9843-1145>

e-mail: alyshin@adron.ua

Ihor Televnyi

Deputy Chief of State Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment Testing and Certification (on Testing), Chernihiv, Ukraine

<https://orcid.org/0000-0003-0761-3013>

e-mail: niv_dndi@ukr.net

Oleksandr Kaplyk

Junior Researcher of State Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment Testing and Certification, Chernihiv, Ukraine

<https://orcid.org/0000-0002-9449-5395>

e-mail: skaplyk@ukr.net

Leonid Kirdei

Lead Researcher of State Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment Testing and Certification, Chernihiv, Ukraine

<https://orcid.org/0000-0003-0954-9545>

e-mail: kirdei550@gmail.com

Alexander Spodin

Lead Designer of Adron Research and Development Co. Ltd., Kyiv, Ukraine

<https://orcid.org/0000-0002-9843-1145>

e-mail: alyshin@adron.ua

ON CALCULATION OF OXYGEN BALANCE OF MULTICOMPONENT THERMOBARIC EXPLOSIVE SUBSTANCE

I Televnyi, O Kaplyuk, L Kirdeian and A Spodin

Most modern military confrontations take place near or directly in inhabited area. The use in such conditions of munition (warheads) which hit typical targets based on fragmentation (high-explosive) or cumulative action is impractical due to insufficient “selectivity” of hitting targets with such munition. At present, modern world tendency is the development of the latest munition (warheads) with increased properties of “destruction selectivity”. One of the directions is the development of munition based on thermobaric explosives. Such munitions can cause maximum damage due to high temperature and the impact of a shock wave with a low level of collateral damage, since thermobaric munition, especially in the open area, have a clearly defined or even limited area of effective damage, which determines the significance of their further development.

Since modern thermobaric explosives include a large number of chemical elements (including chemically active metals), there is a need to calculate the physical balance of oxygen and oxygen coefficient to take into account the physical characteristics of modern multicomponent thermobaric explosives. The oxygen balance of multicomponent thermobaric explosives largely determines the nature of the reaction of its explosive transformation, i.e the composition of the explosive products and, consequently, the value of thermodynamic characteristics such as heat, temperature, volume and pressure of gas-like explosive products.

The calculated ratio and coefficients for complex multicomponent thermobaric explosives should be calculated during the development of explosives, taking into account the composition of components and elements and their possible chemical reactions during the explosion. The abovementioned improved calculations of oxygen balance and oxygen coefficient of thermobaric explosives, which include aluminum, allows taking into account the physical characteristics of destruction of typical targets by thermobaric munitions.

Keywords: *thermobaric explosive substance, features of detonation, destruction of targets, oxygen balance, oxygen coefficient.*