

канд. тех. наук, доц. Кондратович А.А., Баев Н.Н., Булыга Д.М.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СПОСОБА ДЕТОНИРОВАНИЯ ШНУРОВОГО КУМУЛЯТИВНОГО ЗАРЯДА БЕЗ ПРИМЕНЕНИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

Филиал «Институт переподготовки и повышения квалификации» государственного учреждения образования «Университет гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь», д. Светлая Роща

Рассмотрены существующие способы детонации эластичных кумулятивных зарядов и предложен способ детонирования шнурового кумулятивного заряда без применения дополнительных устройств.

Ключевые слова: детонирование, шнуровой кумулятивный заряд, электродетонаторы, инициирование.

PhD (Tech.) A.A. Kondratovich, N.N. Baev, D.M. Buliga

DETERMINATION OF THE METHOD OF DETONATION OF A CORD SHAPED CHARGE WITHOUT THE USE OF ADDITIONAL DEVICES

Branch «Institute for Retraining and Professional Development» of the State Educational Establishment «University of Civil Protection of the Ministry for Emergency Situations of the Republic of Belarus», village Svetlaya Roscha

The existing methods of detonation of elastic shaped charges are considered and a method for detonating a cord shaped charge without the use of additional devices is proposed.

Keywords: detonation, cord shaped charge, electric detonators, initiation.

Введение

В последнее время при проведении взрывных работ в мировой практике широкое применение нашли эластичные кумулятивные заряды. Проведение взрывных работ при ликвидации последствий чрезвычайных является экономически целесообразным, а иногда единственно возможным способом. Разнообразные, зачастую ранее не встречающиеся, чрезвычайные ситуации требуют применения нетрадиционных взрывчатых материалов и оригинальных взрывных технологий [1]. Специалисты взрывотехниче-

ской службы МЧС Республики Беларусь в своей работе широко применяют шнуровые кумулятивные заряды (далее – ШКЗ). Способы их инициирования имеют большое разнообразие и в основном требуют дополнительных устройств и больших временных затрат.

Основная часть

При проведении взрывных работ широкое применение нашли кумулятивные удлиненные заряды, например, заряд удлиненный кумулятивный прокатный (далее – УКЗ-П) (Российская Федерация). Он изготавливается следующих размеров:

8, 10, 14, 18, 20, 22, 25, 30, 35, 40, 45 и 50 мм. В зависимости от материала трубчатой заготовки применяют: М – трубы медные, А – трубы из алюминия и алюминиевых сплавов, Л – трубы латунные.

УКЗ-П изготавливают в виде прямолинейных отрезков длиной (1100 ± 50) мм независимо от типа. При необходимости длина и форма УКЗ-П могут быть изменены по требованию потребителя. Криволинейный УКЗ-П изготавливают с радиусом кривизны не менее пяти диаметров исходной трубчатой заготовки из меди, алюминия и алюминиевых сплавов и не менее десяти диаметров исходной трубчатой заготовки для УКЗ-П из латуни. Повторное изгибание УКЗ-П не допускается.

Иницирование УКЗ-П производится с помощью электродетонатора или детонирующего шнура, устанавливаемых внакладку к УКЗ-П со стороны кумулятивной выемки на всю длину электродетонатора или

не менее 100 мм детонирующего шнура [2].

В Великобритании производится кумулятивный удлиненный заряд «Blade» (Soft explosive charge «Blade») [3], который представляет собой длинный гибкий пластиковый брусок из вспененного пенополиуретана, внутри которого по всей его длине размещен заряд пластичного взрывчатого вещества (далее – ВВ). Форма заряда такова, что в нижней его стороне образуется кумулятивная выемка.

Иницирование заряда производится обычными стандартными табельными средствами взрывания (зажигательные трубки, электродетонаторы, запалы, взрыватели), плотно прижимаемыми к заряду в любой его точке.

Заряд выпускается в четырех основных типоразмерах. Основные характеристики кумулятивного удлиненного заряда «Blade» приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные характеристики кумулятивного удлиненного заряда «Blade»

Параметр	Размерность	Blade 100	Blade 240	Blade 450	Blade 1150
Длина заряда	м	2	2	2	2
Сечение	мм	36 × 21	46 × 33	55 × 43	79 × 58
Масса ВВ	г/м	100	240	450	1150
Пробивная способность	мм	6	20	15	25

В настоящее время в мировой практике ведения взрывных работ достаточно широкое применение для резки и демонтажа крупногабаритных металлоконструкций при обрушении аварийных зданий, а также врезки отводов на действующий нефтепровод при аварийной ситуа-

ции, вырезки отверстий и люков в железнодорожных цистернах и других нетрадиционных сложных взрывных технологий нашли ШКЗ за счет высокоскоростной кумулятивной струи (до 4 км/с), формируемой из его внутренней облицовки.

ШКЗ является дальнейшим развитием кумулятивных удлиненных зарядов. Их наиболее частое применение при производстве взрывных работ связано с дешевизной относительно других кумулятивных зарядов промышленного изготовления, а также технологичностью установки на металлоконструкциях различного профиля. Имеющийся опыт использования зарядов ШКЗ при производстве работ по обрушению строений и сооружений позволяет отметить некоторые важные технологические особенности, связанные с креплением зарядов и их инициированием.

ШКЗ предназначен для резки трубопроводов и металлоконструкций различного профиля с толщиной стенки до 25 мм включительно [3]. Он изготавливается из эластичного ВВ на основе гексогена в виде шнуров различного диаметра с продольной кумулятивной выемкой, облицованной металлизированной лентой [1, 4].

Основные характеристики ШКЗ, применяемых специалистами взрывотехнической службы МЧС Республики Беларусь, приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Основные характеристики ШКЗ

Параметр	Размерность	ШКЗ-1	ШКЗ-2	ШКЗ-3	ШКЗ-4	ШКЗ-5	ШКЗ-6
Масса	г/м	80	190	310	490	730	1100
Диаметр заряда	мм	8	12	16	20	24	30
Толщина разрезаемой преграды (сталь 3)	мм	4	7	11	15	19	25
Длина	м	1–30	1–30	1–20	1–20	1–30	1–30

ШКЗ изготавливаются из эластичного взрывчатого состава, содержащего 85 % гексогена и 15 % флегматизатора в виде каучука и пластификатора. Состав является практически беспористым, критическая толщина детонации составляет около 1,8 мм, поэтому для возбуждения детонации требуется сравнительно мощный инициирующий импульс [5].

Применяемые ШКЗ инициируются с помощью электродетонаторов типа ЭД-8 при помощи держателя, изготовленного из полиэтилена

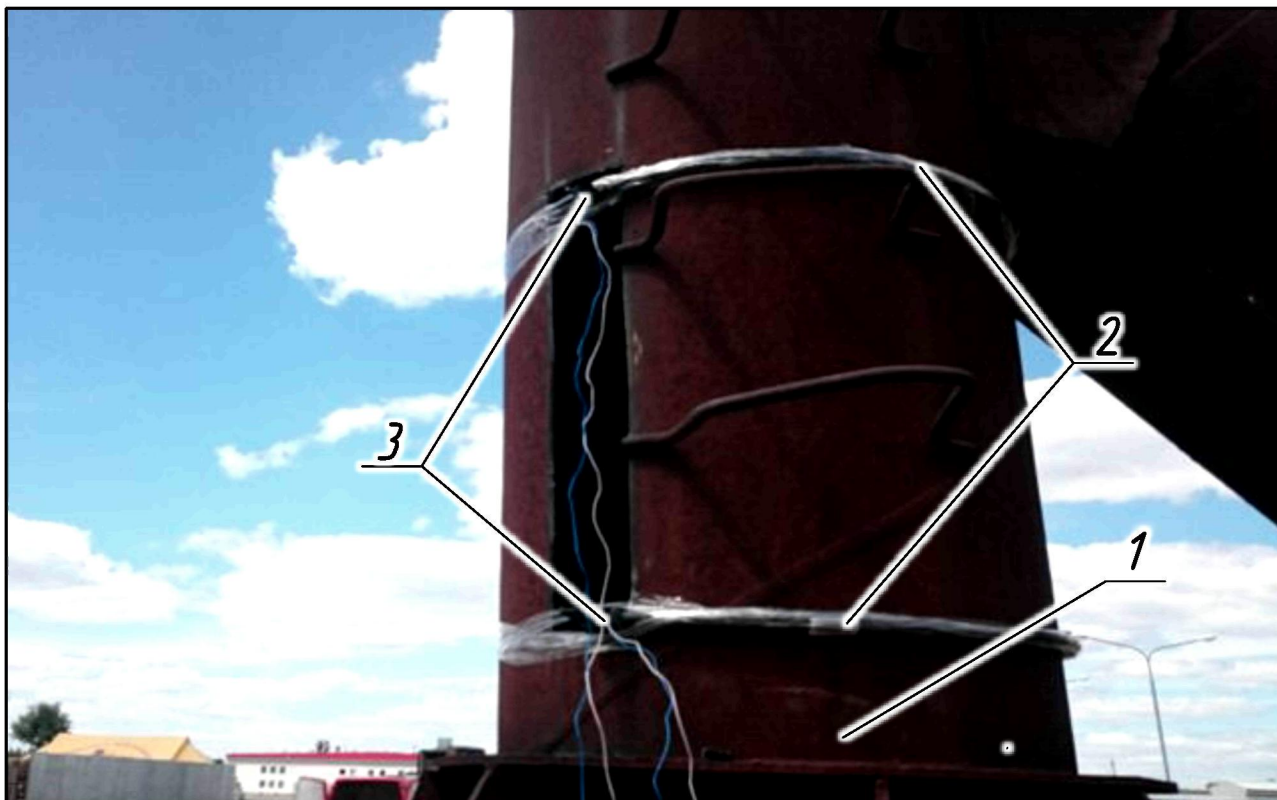
высокого давления или с применением дополнительного детонатора в виде отрезка ШКЗ с отверстием под ЭД-8. Электродетонатор и дополнительный детонатор в виде отрезка ШКЗ фиксируются на заряде ШКЗ не регламентируемыми подручными средствами в виде изоленды, бечевки, пластилина и т.п.

Специалисты взрывотехнического центра РОСН «Зубр» в своей работе широко применяют ШКЗ при взрывных работах.

Вариант крепления заряда из ШКЗ на аварийной дымовой

стальной трубе и инициирования его с применением дополнительного детонатора в виде отрезка ШКЗ

с отверстием под ЭД-8 показан на рисунке 1, результат работы выполненного взрыва – на рисунке 2.



1 – дымовая стальная труба с толщиной стенок 12 мм и диаметром 1,1 м;
2 – заряд из ШКЗ; 3 – электродетонатор, смонтированный с применением дополнительного отрезка ШКЗ

Рисунок 1 – Установленный на аварийной дымовой стальной трубе заряд ШКЗ



Рисунок 2 – Результат работы выполненного взрыва заряда ШКЗ,

Такой метод крепления инициатора технологически неудобен и требует особой тщательности мон-

тажа, что зачастую трудно осуществить в полевых условиях. При этом электродетонатор требует

строгой перпендикулярной установки торцом на поверхности заряда. Однако из-за округленной (параболической) формы ШКЗ, а также возможного отклонения детонатора от вертикали уменьшается площадь контакта торцевой части детонатора с зарядом и, как следствие, площадь очага инициирования, что приводит на практике в ряде случаев к отказу инициирования.

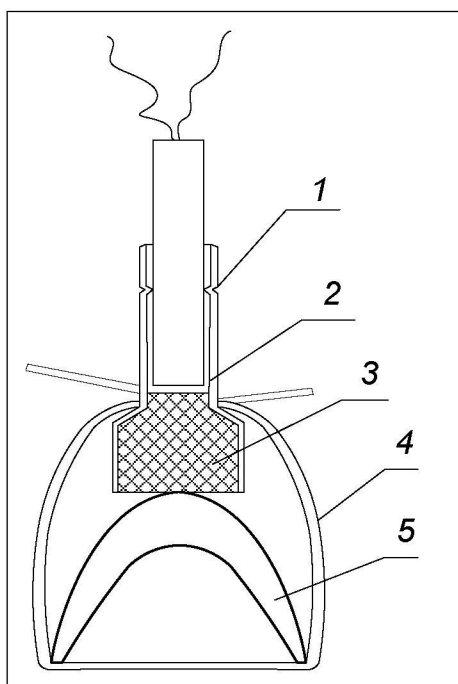
Для устранения возможных отказов ведется поиск других способов инициирования ШКЗ. Например, одним из способов повышения надежности инициирования является применение дополнительного детонатора, имеющего более мощный, чем ЭД-8 инициирующий импульс за счет увеличенного заряда ВВ.

Схема монтажа дополнительного детонатора на поверхности ШКЗ показана на рисунке 3.

Таким образом, дополнительный детонатор, имея большую торцевую площадь и массу ВВ по сравнению с ЭД-8, обеспечит надежное возбуждение детонации в пассивном заряде.

Однако дополнительный детонатор обладает пористостью, что вызывает опасность попадания влаги в него, что также отрицательно сказывается на безотказной его детонации [4].

Кроме того, применение ленты крепления дополнительного детонатора на поверхности ШКЗ требует дополнительных затрат времени и средств.



1 – корпус дополнительного детонатора; 2 – место фиксации электродетонатора;
3 – дополнительный детонатор; 4 – лента крепления;
5 – схематичное изображение ШКЗ

Рисунок 3 – Схема монтажа дополнительного детонатора с поверхности ШКЗ

Известны варианты инициирования зарядов ШКЗ с использованием детонирующей ленты ДЛ-3-20,

основное применение которой – инициирование взрывов при сейсмо-разведке. Однако при этом суще-

ственно возрастает масса взрывае-
мых зарядов и, соответственно, ин-
тенсивность ударных воздушных
волн взрыва [6].

Все рассмотренные варианты
инициирования эластичных гибких
кумулятивных зарядов предполага-
ют применение дополнительных
устройств: держателя, изготовленно-
го из полиэтилена высокого давле-
ния, дополнительного детонатора
в виде отрезка ШКЗ, детонирующей
ленты ДЛ-3-20, дополнительного де-
тонатора, включающего отдельный
заряд ВВ, и дополнительных
средств.

Исключением является способ
инициирования кумулятивного
удлиненного заряда «Blade», произ-
водимого в Великобритании, обыч-
ными стандартными табельными
средствами взрывания (зажигатель-
ными трубками, электродетонатора-
ми, запалами, взрывателями), плотно
прижимаемыми к заряду в любой
его точке.

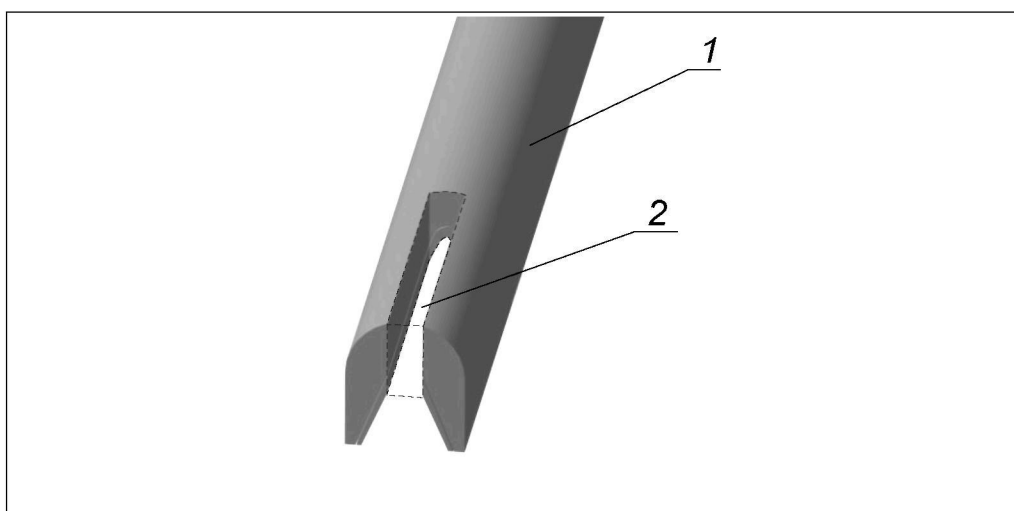
Рассмотренные материалы по-
казали, что вопрос надежности ини-

циирования заряда ШКЗ является
весьма актуальным и требует допол-
нительных исследований.

Предложенный вариант детона-
ции кумулятивного удлиненного
заряда «Blade» обычными стандар-
тными табельными средствами взры-
вания, плотно прижимаемыми к за-
ряду в любой его точке, показал
необходимость проведения допол-
нительных исследований по опреде-
лению способов детонирования за-
ряда ШКЗ без применения дополни-
тельных зарядов, устройств и мате-
риалов.

Для этого в торце отрезка заря-
да ШКЗ прodelывалась продольная
прорезь на глубину половины длины
детонатора, в которую в последую-
щем монтировали детонатор и за-
крепляли с помощью ленты изоля-
ционной на основном заряде.

Схема продольной прорези по-
казана на рисунке 4, а реально вы-
полненная прорезь в торце ШКЗ –
на рисунке 5.



1 – отрезок ШКЗ; 2 – продольная прорезь в ШКЗ
Рисунок 4 – Схема продольной прорези в ШКЗ



Рисунок 5 – Выполненная продольная прорезь в ШКЗ

После чего в выполненную продольную прорезь в отрезке ШКЗ монтировали на половину длины электродетонатор ЭД-8 и прижимали его сверху к основному заряду,

закрепляя отрезок с помощью ленты изоляционной. Вид этого экспериментального изделия показан на рисунке 6.



Рисунок 6 – Экспериментальный образец заряда ШКЗ

Далее экспериментальный образец устанавливался на отрезке стальной трубы и проводилось

взрывание. Взрыв прошел безотказно и его результат показан на рисунке 7.



Рисунок 7 – Результат взрыва заряда ШКЗ, когда электродетонатор монтировался в прорезь отрезка ШКЗ в торце шнура

Кроме того, в дальнейших исследованиях прорезь в торце заряда ШКЗ проводилась непосредственно в шнуре, электродетонатор монтировался подобным способом.

Результат взрыва заряда ШКЗ, когда электродетонатор монтировался в прорезь непосредственно в торце шнура, показан на рисунке 8.

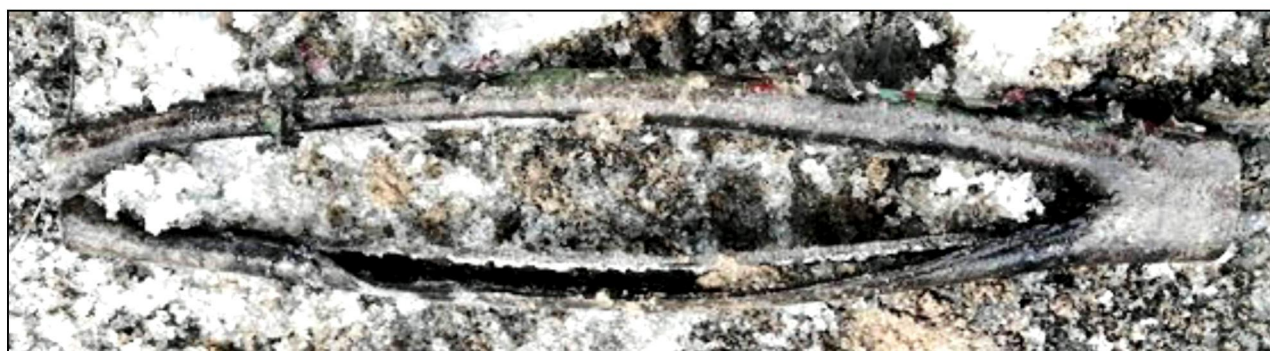


Рисунок 8 – Результат взрыва заряда ШКЗ, когда электродетонатор монтировался в прорезь непосредственно в торце шнура

Заключение

Проведенные эксперименты показали, что ШКЗ детонирует при способе устройства электродетонатора в прорезях как в отдельно отрезанном куске, устанавливаемом в накладку на основном заряде, так и при установке детонатора непосредственно в продольную прорезь в торец самого заряда. Этим доказано, что ШКЗ успешно взрывается без применения дополнительных зарядов, устройств и материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кондратович А.А. Нетрадиционные взрывные технологии при ликвидации последствий чрезвычай-

ных ситуаций / А.А.Кондратович, А.А. Кутасин // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация – 2019. – С. 55–61.

2. Заряд удлиненный кумулятивный прокатный УКЗ-П. Технические условия : ТУ 3-2650-92 УКЗ-П. – Введ. 10.04.1992. – 31 с.

3. Энциклопедия мин и взрывчатых веществ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://3w.su/weapons4/blade.html>. – Дата доступа: 24.11.2022.

4. Гладков А.С. Способы повышения надежности инициирования зарядов из эластичных взрывчатых составов / А.С. Гладков, Г.П. Куценко, С.П. Лунеев,

Л.Г. Сухова, В.Я. Базотов // Вестник технологического университета. – 2015. – Т.18, № 13. – С. 106–107.

5. Шнуровой кумулятивный заряд ШКЗ. Технические условия : ТУ 84-988.84. – Введ. 18.05.1984. – 17 с.

6. Ненахов И.А. Опыт применения шнуровых кумулятивных зарядов на взрывных работах по обрушению сооружений / И.А. Ненахов, В.Е. Фоменкова, С.С. Кириллов, М.И. Ганопольский // Евразийский Союз Ученых. – 2015. – № 8. – С. 86–89.

REFERENCES

1. Bakin V.P. Mekhanizaciya na razborke zavalov / V.P. Bakin // Mekhanizaciya stroitel'stva .– 1989. – № 5. – S. 7–8.

2. CHumak S.P. Osnovy razrabotki tekhnologii i upravleniya processami avarijno- spasatel'nyh rabot pri razrusheniyah zdaniy i sooruzhenij / S.P. CHumak // Probl. bezopasnosti pri chrezvychajnyh situacijah. – 2008. – Vyp. 4. – S. 55–62.

3. Pracukevich, N.V. Sovershenstvovanie oborudovaniya dlya avarijno-spasatel'nyh rabot / N.V. Pracukevich, R.A.o. Kerimov, O.O. Smilovenko, T.M. Martynenko // Sb. materialov XVI mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii molodyh uchenyh «Obespechenie bezopasnosti zhiznedeyatel'nosti: problemy i perspektivy» Т. 1. – Минск: UGZ, 2022. – S.172– 73.

4. Metodika ocenki iznosostojkosti svyazok almaznogo instrumenta / V.I. Bulgakov [i dr.]. – «Materialovedenie». – 2004. – № 2. – S. 24–28.

5. Voloshin M.N., Kolomiec V.P. Struktura kompozicij WC-Co –almaz, poluchennoj elektroimpul'snym spekaniem / M.N. Voloshin, V.P. Kolomiec. – Sverhtverdye materialy. – 1996. – № 3. – S. 3–7. 1. Kondratovich A.A. Netradi-cionnye vzryvnye tekhnologii pri likvidacii posledstvij chrezvychajnyh situacij / A.A.Kondratovich, A.A. Kutasin // CHrezvychajnye situacii: preduprezhdenie i likvidaciya – 2019. – S. 55–61.

2. Zaryad udlinennyj kumulyativnyj prokatnyj UKZ-P. Tekhnicheskie usloviya : TU 3-2650-92 UKZ-P. – Vved. 10.04.1992. – 31 s.

3. Enciklopediya min i vzryv-chatyh veshchestv [Elektronnyj re-surs]. – Rezhim dostupa: <http://3w.su/weapons4/blade.html>. – Data dostupa: 24.11.2022.

4. Gladkov A.S. Sposoby povysheniya nadezhnosti iniciirovaniya zaryadov iz elastichnyh vzryvchatyh sostavov / A.S. Gladkov, G.P. Kucenko, S.P. Luneev, L.G. Suhova, V.YA. Bazotov // Vestnik tekhnologicheskogo universiteta. – 2015. – Т.18, № 13. – S. 106–107.

5. SHnurovoj kumulyativnyj zaryad SHKZ. Tekhnicheskie usloviya : ТУ 84-988.84. – Введ. 18.05.1984. – 17 с.

6. Nенахов I.A. Opyt primeniya shnurovyh kumulyativnyh zaryadov na vzryvnyh rabotah po obrusheniyu sooruzhenij / I.A. Nенахов, V.E. Fomenkova, S.S. Kirillov, M.I. Ganopol'skij // Evrazijskij Soyuz Uchenyh. – 2015. – № 8. – S. 86–89.

