

О. С. ВОРОТНИКОВ

ОБСТОЯТЕЛЬСТВА ВОЗРОЖДЕНИЯ БОЕВЫХ ТВЕРДОТОПЛИВНЫХ РАКЕТ В 20–30-е ГОДЫ XX в.

В историко-технических исследованиях широко распространено мнение, что возрождение боевых твердотопливных ракет в XX столетии произошло благодаря качественному улучшению их характеристик, обусловленному переходом на более калорийный бездымный порох и, как следствие, новый конструктивно-силовой тип двигателя. Однако проведенное автором настоящей статьи сравнение характеристик боевых ракет середины – конца XIX в. и конца 30-х – начала 40-х гг. XX в. (времени возрождения твердотопливных ракет в этом столетии) показало, что лучшие образцы ракет XIX столетия часто не только не уступали, но и превосходили по основным характеристикам ракеты конца 1930-х – начала 1940-х гг., что во многом опровергает мнение о скачкообразном улучшении характеристик ракет в этот период как причине из принятия на вооружение.

Исследованиями автора установлено, что первопричиной возрождения твердотопливных ракет (и реактивных систем залпового огня (РСЗО), в частности) в XX столетии стало изменение характера боевых действий в Первую мировую войну – переход от маневренной войны к позиционному тупику. В результате потребность прорыва обороны противника повлекла создание новых видов вооружения, одним из которых было химическое оружие. Доставка отравляющих веществ (ОВ) не требовала высокой кучности попадания ракет, что и способствовало их принятию на вооружение во второй половине 30-х – начале 40-х гг. XX в. в Германии, а затем в СССР. В дальнейшем в ходе Второй мировой войны РСЗО зарекомендовали себя как особый вид боевых средств, имевший ряд преимуществ перед ствольной артиллерией, что позволило им остаться на вооружении.

Таким образом, возрождение твердотопливных ракет и РСЗО в XX столетии произошло в конечном итоге из-за востребованности систем залпового огня для выполнения новых функций, расширивших сферу применения реактивной артиллерии. Это было обусловлено изменением взглядов на применение РСЗО, а не только лишь началом использования в ракетах нового в тот период вида топлива – бездымных порохов.

Ключевые слова: ракеты, реактивные системы залпового огня, химическое вооружение, кучность стрельбы ракет, Первая и Вторая мировые войны.

Историография второй половины XX в. о недостатках ракет на дымном порохе

По мнению специалистов, внедрение нового баллиститного пороха в ракетную технику во второй половине XIX в. не произошло по технологическим причинам¹, и якобы именно это обусловило отставание ракетной техники от

¹Мазинг Г. Ю. Реставрация тягово-баллистических характеристик ракет XIX в. // Из истории авиации и космонавтики. 1983. Вып. 47. С. 14–25.

ствольной артиллерии. Хотя внедрение нового баллистического топлива и обусловило прогресс ракетостроения в XX в., оно на наш взгляд не было доминирующим фактором в возрождении боевых ракет в 1930–1940 гг. В ряде историко-технических исследований по развитию ракетной техники XIX–XX веков проводится мысль, что для возрождения твердотопливных ракет в XX в. необходим был качественный скачок в улучшении характеристик ракет, а также что этот скачок мог дать лишь переход на новый вид ракетного топлива – баллистичный (бездымный) порох. В частности, в книге «Отечественное ракетостроение» Б. В. Шипов пишет:

Мы уже знаем, что в конце XIX века боевые ракеты были сняты с вооружения армий. Для того чтобы пороховые ракеты снова стали боевым оружием, необходимо было резко улучшить их тактико-технические характеристики, и в первую очередь отказаться от черного, дымного, пороха, а в качестве топлива для ракетного двигателя использовать бездымный порох ².

Или вот мнение Т. Ф. Беляева:

Однако уже к концу XIX в. ни одна армия мира не имела в своем составе ракетных подразделений [...] Непосредственными причинами этого явились недостатки ракет, выявившиеся при их массовом применении в XIX в. и явившиеся общими для ракет любой страны, а именно:

- опасность поражения при стрельбе ракетами личного состава применяющих ракеты войск вследствие частых разрушений ракет на пусковых установках и на активном участке траектории;
- большое рассеивание ракет при стрельбе и вследствие этого малая эффективность поражения войск противника;
- недостаточная дальность стрельбы ракетами и невозможность ее значительного увеличения.

Исходя из изложенного, следует считать, что недостатки реактивного оружия XIX в. в значительной, а может быть и в определяющей, степени были обусловлены ограниченными возможностями дымного пороха как ракетного топлива [...] Для преодоления кризиса реактивного оружия необходимо было создание нового класса ракетных порохов, которые были лишены перечисленных недостатков дымных порохов ³.

Однако эти авторы в подтверждение своих выводов не приводят никаких выкладок. Это делает лишь Г. Ю. Мазинг, чьи данные будут обсуждены ниже.

Для того чтобы убедиться произошел или нет скачок в тактико-технических характеристиках (ТТХ) твердотопливных ракет в XX в. по сравнению с XIX в., следует сравнить ТТХ ракет XIX в. и периода Второй мировой войны, когда и произошло возрождение твердотопливных ракет.

² Шипов Б. В. Отечественное ракетостроение. М., 1967. С. 64.

³ Беляев Т. Ф. История создания, основные характеристики и научно-технические проблемы производства ракетных зарядов и порохов к реактивным снарядам Советской Армии периода 1941–1945 гг. // ИИЕТ. 1990. Вып. 61. С. 61–62.

Сравнение характеристик ракет с середины XIX в. по начало 1940-х гг.

Сравнение по кучности стрельбы

Для различных типов ракет, применявшихся в полевой артиллерии во время Второй мировой войны отношение Вб/Х (вероятное боковое отклонение в долях дистанции) состояло в пределах 1/15 до 1/100. Отношение Вд/Х (вероятное отклонение по дальности в долях дистанции) состояло в пределах 1/30–1/100⁴. Лишь для М-13ДД оно составляло 1/105⁵.

Кучность стрельбы австрийскими ракетами в присутствии К. И. Константинова в 1852 г.⁶, по подсчету Ф. Р. Гантмахера и Л. М. Левина⁷, составляла Вд/Х=1/80 и Вб/Х=1/40. Это позволяет заключить, что она была не хуже, чем у многих реактивных снарядов (РС), применявшихся во время Второй мировой войны.

Я. М. Шапиро, характеризуя кучность стрельбы ракет XIX в., пишет:

Лучшие образцы наших боевых ракет, впрочем, как и иностранных, давали кучность, характеризуемую величиной Вб/Х=1/100⁸.

Характеризуя стрельбу в Пиротехнической школе в Меце, описанную Константиновым⁹, он отмечает:

Что касается отклонений, то крайние падения отстояли одно от другого на протяжении около 150 м (дальность стрельбы составляла 5600 м. – О. В.) (Вд/Х получается порядка 1/200, что кажется невероятным для ракет).

Однако, на наш взгляд, Шапиро занижает этот показатель, так как по нашим подсчетам получается Вд/Х=1/300). Это могло бы показаться хвостовством рекламного порядка, если бы эти данные не подтвердились, по крайней мере, в отношении дальности и углубления, приводимыми ниже донесениями самого Нахимова¹⁰. Таким образом, по кучности стрельбы ракеты XIX в. не уступали лучшим ракетам времен Второй мировой войны.

Ракеты начала XX в. на дымном порохе шведского конструктора в. Т. Унге имели, по информации шведского исследователя А. И. Скоога, очень хорошие характеристики:

Максимальная дальность полета 10-см ракет составляла 4 км, а 30-см ракет 7 км. Покрываемая площадь составляла прямоугольник 100 м на 50 м (50 м по направлению траектории)¹¹.

⁴ Гантмахер Ф. Р., Левин Л. М. Теория полета неуправляемых ракет. М., 1959.

⁵ Беляев. История создания...

⁶ Константинов К. И. Некоторые сведения о введении и употреблении боевых ракет в главных иностранных армиях. СПб., 1855.

⁷ Гантмахер, Левин. Теория полета... С. 68.

⁸ Шапиро Я. М. Пороховые реактивные снаряды. М., 1951. С. 15.

⁹ Константинов. Некоторые сведения...

¹⁰ Шапиро. Пороховые реактивные снаряды... С. 13.

¹¹ Скоог А. И. Вильгельм Теодор Унге и его вклад в ракетную технику // Из истории астронавтики и ракетной техники. М., 1979. Вып. 2–3. С. 105–115.

По нашим подсчетам кучность стрельбы при дальности 4 км составляла $Vб/X=1/320$, $Vд/X=1/640$ (при дальности 7 км кучность была еще более высокой). По этому показателю ракеты Унге значительно превосходили ракеты времен Второй мировой войны.

Даже если предположить, что данные, приводимые Скоогом, сильно завышены, то по самым скромным подсчетам характеристики кучности стрельбы его ракет составляют $Vб/X=1/40-1/80$ и $Vд/X=1/160$, в чем они не уступали многим ракетам, использовавшимся во Вторую мировую войну. Тем не менее ракеты Унге не были приняты на вооружение ни в самой Швеции, ни в других странах, куда они предлагались для продажи, в том числе в Германии, купившей лицензию.

Сравнение ракет по кучности стрельбы дает основание считать, что по этому параметру ракеты времен Второй мировой войны не превосходили ракеты на дымном порохе середины XIX – 10-х гг. XX в.

Кучность стрельбы ствольных нарезных артиллерийских систем времен Второй мировой войны, по данным Гантмахера и Левина¹², составляла: $Vб/X=1/1500-1/3000$, $Vд/X=1/200-1/300$. Можно сделать вывод, что и в этот период кучность стрельбы реактивными снарядами значительно уступала кучности ствольной нарезной артиллерии, и, следовательно, улучшение кучности стрельбы РС как таковое отсутствовало и не могло быть причиной принятия последних на вооружение ряда стран.

Сравнение по дальности стрельбы

Сравнивая по дальности стрельбы лучшие ракеты XIX в. с лучшими в этом отношении РС времен Второй мировой войны можно обнаружить ряд интересных моментов. Так, 90-миллиметровая французская ракета (12 фунтов) 1854 г., имевшая дальность 5600 м¹³, превосходила в этом отношении РС М-8 калибра 82 мм с дальностью стрельбы 5500 м. Еще большую дальность – 7600 м – имела французская ракета 1855 г. калибра 60 мм (3 кг).

Мазинг пишет:

Высокие энергетические характеристики баллистического пороха в сочетании со сверхзвуковым соплом и более высоким давлением в двигателе позволили получить удельный импульс тяги от 1800 до 2200 м/с, т.е. примерно втрое выше, чем для черного пороха. Это позволило, несмотря на более тяжелую конструкцию двигателя, резко увеличить дальность стрельбы для РС среднего калибра – до 8–12 км, т.е. до дальности гаубичных артиллерийских систем¹⁴.

При этом он сравнивает лучший по дальности РС среднего калибра М-13 времен Второй мировой войны (дальность М-13УК – 7900 м) с явно не самой лучшей в XIX в. по дальности (4150 м) 4-дюймовой (102 мм) ракетой Кон-

¹² Гантмахер, Левин. Теория полета...

¹³ Волков Е. Б., Мазинг Г. Ю., Сокольский В. Н. Твердотопливные ракеты. М., 1992.

¹⁴ Мазинг Г. Ю. Сравнительный анализ развития активного и реактивного способов разгона до заданной скорости // ИИЕТ. 1984. Вып. 50. С. 9–67.

стантинова. Почему бы в таком случае не сравнить лучшую по дальности в XIX в. ракету среднего калибра – французскую 12-сантиметровую, имевшую дальность 8 км¹⁵, с английским 5-дюймовым (127 мм) реактивным снарядом, имевшим дальность 6,4 км, или японским 120-миллиметровым РС с дальностью 4,8 км¹⁶, или другими РС среднего калибра времен Второй мировой войны. В таком случае можно было бы сделать вывод, что в XX в. произошла деградация ракетостроения, и дальность стрельбы уменьшилась благодаря переходу на бездымный порох. По нашему мнению, нужно сравнивать лучшие образцы реактивных снарядов времен Второй мировой войны также с лучшими ракетами XIX в **приблизительно того же калибра**. Тогда можно обнаружить, что французская ракета калибра 12 см с дальностью 8 км не уступала по дальности РС М-13УК¹⁷ калибра 132 мм, сменившему на вооружении М-13, и незначительно уступала М-13 образца 1941 г. Значительно превосходил по дальности французскую ракету лишь РС М-13ДД (11,7 км). Но высокая дальность стрельбы этого снаряда была получена за счет конструктивного решения, которое не применялось в боевых ракетах XIX в. – тандемного расположения двух ракетных камер и использования топливного заряда, более чем вдвое превосходящего по массе заряд обычного М-13, а не за счет превосходства бездымного пороха над дымным. К тому же М-13ДД был принят на вооружение лишь на заключительном этапе войны – в конце 1944 г., и из-за ряда эксплуатационных недостатков и значительной стоимости не получил широкого применения. К этому времени реактивная артиллерия доказала свое право на существование и как вид вооружения успешно развивалась.

Тяжелая ракета Унге на дымном порохе 1905 г. калибра 30 см превосходила по дальности лучшие РС этого калибра немецкой и советской полевой реактивной артиллерии времен Второй мировой войны.

Впрочем, во время Второй мировой войны в СССР в НИИ-3 для 5-зарядной реактивной системы залпового огня (РСЗО) калибра 203 мм («Объект 204») под руководством конструктора Шитова был создан снаряд РОФС-203 с ракетным двигателем твердого топлива (РДТТ) с дальностью полета около 16 км. Однако это исключение лишь подтверждает правило. Несмотря на превосходство в дальности стрельбы перед другими ракетами, этот реактивный снаряд на вооружение принят не был – по предположению одного из исследователей из-за того, что весил 180 кг (для сравнения РС основной советской РСЗО М-13 весил 42,5 кг). Т.е. заряжать пусковую установку (ПУ) РСЗО такими снарядами было сложно. Это свидетельствует о том, что превосходство в дальности стрельбы не было главным фактором, определяющим принятие ракет на вооружение. Заказчик руководствовался и другими соображениями. В итоге близкий по характеристикам РС марки МД-20 был принят на вооружение в СССР лишь в 1952 г.

Таким образом, можно сделать вывод, что ракеты на дымном порохе середины XIX в. – 10-х годов XX в. не уступали по дальности полета большинству

¹⁵ Шатино. Пороховые реактивные снаряды...

¹⁶ Bowman, N. The Handbook of Rockets and Guided Missiles. Chicago, 1963.

¹⁷ Таблицы стрельбы осколочно-фугасными реактивными снарядами М13УК. ТС-53, ТС-53Г. М., 1965.

реактивных снарядов начала и середины Второй мировой войны, а иногда и превосходили их. Качественного скачка по дальности полета в период возрождения твердотопливных ракет в XX в. по сравнению серединой XIX в. – 10-ми гг. XX в. не произошло.

Сравнение транспортных возможностей

По данным Константинова, приводимым Шапиро¹⁸, при использовании французской ракеты калибра 12 см можно было метать бомбу (по-современному – боевую часть (БЧ) массой 49 кг на 2700 м. Советский тяжелый реактивный снаряд М-30 1942 года с ракетной частью (РЧ) калибра 132 мм (большим, чем у французской ракеты) метал БЧ массой 52,4 кг на расстояние 2,8 км, лишь незначительно превосходя ракету прошлого века.

Той же французской ракетой можно было метать 70-килограммовую бомбу на 1600 м. Советский турбореактивный снаряд (ТРС) М-28 на нитроглицериновом порохе метал БЧ массой 60,7 кг (меньшей, чем у французской ракеты) на 1925 м. То есть если у РС М-30 было лишь незначительное преимущество перед ракетой XIX в., то у ТРС М-28 его практически не было. И это притом, что в ракетах XIX в. использовались дозвуковые сопла (точнее, отверстия, поскольку они не были профилированы), а в реактивных снарядах времен Второй мировой войны – сверхзвуковые. Ракета Унге на дымном порохе 1905 г. калибра 30 см могла переносить заряд массой 58 кг на расстояние 7 км¹⁹. Она превосходила 30-сантиметровый (тяжелый) немецкий ТРС образца 1942 г., метавший 48,5-килограммовый заряд на расстояние 4,5 км, а также советские РС аналогичного калибра М-30, М-31, М-31УК. Причем главной проблемой, стоявшей перед Унге при создании серии РС в начале века (1905–1909), была проблема не топлива, а стабилизации ракеты на траектории. В результате ее успешного решения кучность стрельбы ракет Унге намного превзошла кучность РС периода Второй мировой войны. Однако, несмотря на это ракеты Унге не были приняты на вооружение ни в Германии, ни самой Швеции, ни в ряде других стран, которым они предлагались.

Как исключение, превосходил ракеты XIX в. созданный в начале Второй мировой войны в НИИ-3 снаряд РХС-203 (калибр 203 мм). Он мог метать боевую часть массой 85 кг приблизительно на 16 км. Однако ни РХС-203, ни РСЗО «Объект 204» на вооружение приняты не были (см. предыдущий подраздел). Это исключение подтверждает, что возрождение боевых твердотопливных ракет произошло не по причине применения бездымных порохов в ракетостроении.

Под транспортными возможностями мы подразумеваем способность ракеты как транспортного средства доставлять на требуемое расстояние требуемую нагрузку. Существует также транспортная эффективность, которая увеличивается с уменьшением массы ракетной части при неизменной массе требуемой нагрузки и дальности стрельбы. Мы не ставим знак равенства между транспортными возможностями и транспортной эффективностью. Сравнить

¹⁸ Шапиро. Пороховые реактивные снаряды...

¹⁹ Скоог. Вильгельм Теодор Унге...

транспортную эффективность лучших ракет середины XIX в. – 10-х гг. XX в. и времен Второй мировой войны не представляется возможным, так для этого нужно знать массы их ракетных и боевых частей. Однако эта информация неизвестна, поскольку сначала держалась в секрете, а потом уничтожалась.

Опасность поражения собственных войск

Беляев не приводит статистики, на основании которой можно было бы сравнить опасность поражения собственных войск ракетами середины XIX в. – 10-х гг. XX в. и времен Второй мировой войны; мы ей тоже не обладаем. Однако известно, что во Вторую мировую войну безопасность при стрельбе в РСЗО обеспечивалась рядом конструктивных мер: выносными пультами управления стрельбой у прицепных и станковых пусковых установок, бронированием кабин и баков автошасси боевых машин, размещением артиллерийской части РСЗО на шасси БТР и танков.

Применение этих мер позволяло защитить расчеты РСЗО, но не исключало разрушения самих реактивных снарядов при стрельбе, несмотря на применение в них конструктивных решений, направленных на повышение безопасности. Это, например, срезающиеся при определенном давлении диафрагмы, предохранительные клапаны, поперечные проточки на обечайке ракетной камеры (американский М-8), дальняя взводимость взрывателя.

О том, что опасность разрушения реактивного снаряда на пусковой установке и активном участке траектории не исчезла даже в 1970-е гг. (когда РСЗО достигли высокого уровня конструктивного совершенства), пишет сам Беляев в своей более поздней работе в разделе «Аномальные случаи функционирования ракетных двигателей с зарядами 9Х111»²⁰.

Из сказанного выше можно сделать вывод, что ракеты на дымном порохе середины XIX в. – 10-х гг. XX в. **не уступали по тактико-техническим характеристикам** ракетам времен Второй мировой войны, а иногда и превосходили их. По нашему мнению, это доказывает, что качественного улучшения характеристик твердотопливных ракет в период их возрождения в XX в. по сравнению с серединой XIX – 10-х гг. XX в. не произошло. Следовательно, возрождение твердотопливных ракет в XX в. было обусловлено не только внедрением бездымного пороха в ракетостроении.

О развитии твердых топлив, способах их сравнения и способах создания двигателей

О развитии твердых топлив в XX веке

О том, что возрождение твердотопливных ракет в XX в. произошло вовсе не по причине начала использования при их производстве бездымных порохов, говорит и тот факт, что в XX в., наряду с ракетами на бездымном порохе,

²⁰ Беляев Т. Ф. Ракетные заряды к РС РСЗО (РСЗО второго и третьего поколений). М., 1992.

продолжали создаваться и ракеты на дымном порохе. Г. К. Клименко относит дымные пороха к первым смесевым твердым топливам (СТТ), примененным в этом столетии²¹. Ветвь развития ракет на дымном порохе включала два поколения реактивных снарядов РСЗО – средние и тяжелые ракеты, применявшиеся Германией в боевых действиях в годы Второй мировой войны. В первом поколении было три, а во втором два типа турбореактивных снарядов. Причем тяжелая ракета была скопирована и принята на вооружение в другой стране (СССР), но уже на бездымном порохе (под маркой М-28).

Продолжением германских работ по дымным порохам стали исследования над смесевыми топливами для РСЗО, проводившиеся, по сведениям Клименко, на территории протектората Богемии и Моравии. Однако он ошибочно датирует их начало в США 1943–1944 гг., тогда как в действительности они начались еще в 1936–1938 гг.²² Первой их стадией было создание и испытание различных смесей на основе дымных порохов, а результатом – создание амидного дымного пороха (ГАЛСИТ-27)²³, успешно испытанного в ускорителях старта самолета. Однако низкие эксплуатационные свойства (по части хранения зарядов) этой рецептуры потребовали поиска новых решений. Была предложена рецептура ГАЛСИТ-53, с которой началось практическое использование СТТ в РСЗО. Впервые в США эту рецептуру применили на послевоенном американском авиационном реактивном снаряде РСЗО «Майти Маус». Этот реактивный снаряд был американской копией немецкого R-4M «Шланге»²⁴. В СССР на основе R-4M был создан авиационный РС С-5 на баллиститном топливе.

Хотя ГАЛСИТ-53 и другие первые смесевые твердые топлива уже не были традиционными рецептурами дымных порохов XIX в., они сохранили такое свойство, как дымность, от которого было трудно избавиться²⁵. Таким образом, нельзя утверждать, что в XX в. произошел отказ от дымного пороха. На наш взгляд можно лишь утверждать, что:

- в это время существовали две ветви развития твердых топлив: на дымном и бездымном порохам;

- дымные пороха развивались параллельно с бездымными в двух враждовавших во Вторую мировую войну странах – Германии и США. В СССР, Японии, Англии в этот период развивались бездымные пороха;

- эволюция ветви развития дымного пороха привела к созданию новых рецептур СТТ и появлению на вооружении ракет на смесевом топливе;

- в послевоенный период существовали параллельно авиационные РС РСЗО: на бездымных порохам (в СССР) и на СТТ (в США).

²¹ *Клименко Г. К.* Работы в области создания ракетных смесевых порохов. Начальный период. Поисковые исследования // Создание первой твердотопливной межконтинентальной ракеты. М., 1997. С. 45–52.

²² *Смирнов Л. А., Калабухов Г. В.* Создание смесевых твердых топлив: История: Период поисков – 1947–1965 гг. М., 1997.

²³ *Малина Ф. Д.* Программа исследования реактивных двигателей военно-воздушного корпуса армии США на период 1939–1946 гг. (проект ГАЛСИТ № 1) // Из истории астронавтики и ракетной техники. М., 1979. Вып. 2–3. С. 155–189.

²⁴ *Гэтленд К. У.* Развитие управляемых снарядов. М., 1956.

²⁵ *Малина.* Программа исследования...

Два способа создания ракетных двигателей твердого топлива

Если мы проанализируем развитие твердотопливных ракетных двигателей РС РСЗО, то обнаружим, что в XX в. существовали два подхода к их созданию.

Первый заключался в создании конструктивно новых типов двигателей. Во время Второй мировой войны по такому пути пошли немцы при переходе от второго к третьему поколению РСЗО. Для повышения ТТХ РС они создали семейство из двух двигателей, отличавшихся от двигателя 15-сантиметрового турбореактивного снаряда, применявшегося в первом и втором поколениях ТРС РСЗО, в первую очередь калибром, а кроме того, рядом конструктивных особенностей.

Второй способ состоял в модернизации старых в конструктивном отношении двигателей для увеличения или уменьшения дальности стрельбы; широкое распространение он получил в Советском Союзе. При этом способе сохранялись калибр и основные конструктивные особенности двигателя, а изменение дальности стрельбы достигалось удлинением или укорачиванием камеры сгорания двигателя и топливного заряда. Изменение формы и количества шашек заряда практиковалось далеко не во всех случаях.

Реактивный снаряд М-8, принятый на вооружение в августе 1941 г., имел дальность стрельбы 5 км²⁶. Длина его топливного заряда составляла 230 мм, заряд имел 7 шашек. В 1942 г. за счет удлинения камеры сгорания, а также топливного заряда (его длина стала 287 мм) дальность стрельбы была повышена до 5,5 км²⁷. Заряд стал 5-шашечным.

Дальность стрельбы РС М-13 (катюша) за счет удлинения ракетной камеры была повышена с 6 км у РС-132, который был прототипом М-13, до 8,47 км у М-13²⁸, принятого на вооружение в 1941 г. При этом длина топливного заряда увеличилась с 287 мм до 550 мм. Число шашек топливного заряда осталось неизменным.

Дальнейшее наращивание дальности стрельбы М-13 было достигнуто увеличением числа ракетных камер при их тандемном расположении. При этом были использованы два стандартных заряда от этой модели с добавлением небольшого заряда, размещаемого в промежуточном сопловом блоке. Дальность такого реактивного снаряда, обозначавшегося как М-13ДД, достигла 11,8 км.

В послевоенный период было создано семейство турбореактивных снарядов калибра 240 мм. Первый его представитель, М-24Ф, имел дальность стрельбы 6,6 км²⁹ при длине топливного заряда 370 мм³⁰. В дальнейшем на его основе был создан характеризовавшийся большей дальностью стрельбы (10,6 км) М-24ФУД с длиной заряда 530 мм и удлиненной ракетной камерой³¹. Дальнейшее увеличение длины ракетной камеры и создание нового

²⁶ Вернидуб И. И. На передовой линии тыла. М., 1993.

²⁷ Беляев. История создания...

²⁸ Боевая машина М-13. Краткое руководство службы. М., 1945.

²⁹ Таблицы стрельбы фугасными турбореактивными снарядами М-24Ф ТС-59. М., 1969.

³⁰ Беляев. Ракетные заряды...

³¹ Таблицы стрельбы фугасными турбореактивными снарядами М-24ФУД ТС-64. М., 1969.

топливного заряда длиной 850 мм позволило увеличить дальность стрельбы ТРС, получившего обозначение МД-24Ф до 17 км³² (что сделало его рекордным по дальности среди всех турбореактивных снарядов). Толщина стенок и калибр всех трех ТРС типа М-24 оставались неизменными.

Эти примеры показывают рост дальности стрельбы РС РСЗО по тактическим требованиям за счет увеличения длины ракетной камеры и топливного заряда. А теперь о примерах уменьшения дальности стрельбы по тактическим соображениям.

В 1964 г. на вооружение была принята РСЗО М-21 «Град» с дальностью стрельбы 20,4 км. Снаряд имел двигатель, камера сгорания которого состояла из двух частей, расположенных тандемно. Топливный заряд состоял из двух полузарядов, также расположенных тандемно. В 1968 г. создали переносную систему «Град-П» под названием «Партизан», имевшую одну направляющую, расположенную на станке. Для этой системы был создан укороченный снаряд 9М22М на основе М-21ОФ. В этой модели использовалась лишь одна из частей корпуса двигателя 9М-21ОФ и лишь один полузаряд. Ее дальность стрельбы за счет укорачивания снизилась до 11 км³³.

В 1974 г. на вооружение была принята РСЗО «Град-1». У реактивного снаряда этой системы, получившем обозначение 9М-28, также за счет укорачивания ракетной камеры до одной из частей корпуса двигателя 9М-21ОФ и топливного заряда до одного полузаряда дальность стрельбы была снижена до 15 км.

Таким образом, мы видим, что в 1930–1970-х гг. широко распространенным способом создания ракетных двигателей РС РСЗО было увеличение или уменьшение их длины при сохранении их калибра, что значительно сокращало расходы на производство и позволяло использовать один тип направляющих для снарядов одного калибра.

Можно так же заключить, что дальность стрельбы РСЗО определялась не техническими возможностями конструкции РС, а задавалась требованиями тактики.

Подходы к сравнению дымных и бездымных порохов

Обращает на себя внимание определенное обстоятельство: в ряде работ, описывающих недостатки дымного пороха (к примеру, у В. Лея), в первую очередь выделяются эксплуатационные недостатки сделанных из него зарядов³⁴. Однако эти недостатки осознаются таковыми лишь в сравнении с бездымными порохами, и это происходит с авторами только после того, как в ракетостроении стали широко применяться бездымные пороха, т. е. после возрождения твердотопливных ракет в середине XX в. В конце же XIX в. отношение к бездымному пороху было несколько иным. Так, Унге прекратил

³² Беляев. Ракетные заряды...

³³ Таблицы стрельбы ОФ РС 9М22М ТС-78, ТС-78к. Б.м., 1967.

³⁴ Лей в. Ракеты и полеты в космос. М., 1961.

его использование из-за того, что заряды из него были трудно управляемы по сравнению с обычным тогда дымным порохом³⁵.

Специалисты (такие как Беляев) начали писать о низком качестве дымного пороха по сравнению с бездымным не ранее конца 1930–1940-х гг., т.е. когда преимущества бездымных порохов в ракетостроении стали очевидны. В конце же XIX в. такие данные были неизвестны. Преимущества бездымных порохов над дымными выявились в ракетостроении лишь к началу Второй мировой войны, что и вынудило немецких специалистов заменить заряды из дымных порохов на заряды из бездымных порохов.

Таким образом, можно выявить определенный изъян в подходах ряда историков техники. Сравнивая свойства дымных и бездымных порохов в ракетостроении, они руководствуются выводами, которые стали известны из практики эксплуатации в ракетостроении дымных и бездымных порохов в 30–40-е гг. XX в. Затем они переносят эти выводы на более раннюю эпоху в ракетостроении, объясняя ими причины возрождения твердотопливных ракет в XX веке, что на наш взгляд не совсем корректно.

В 1920-х – начале 1930-х гг. при возрождении опытных работ над твердотопливными ракетами эти выводы не были столь очевидны, поскольку не были отработаны заряды из бездымных порохов для их применения в серийных РС.

Из сказанного выше следует, что преимущества бездымных порохов над дымными выявил лишь сравнительный опыт их эксплуатации, накопленный в 30-е – начале 40-х годов XX в. В 1920-е гг., судя по проводившимся тогда исследовательским и опытно-конструкторским работам, такой опыт еще накоплен не был.

На наш взгляд, причиной частичного вытеснения ракет с вооружения в конце XIX в. стали неправильные взгляды военного руководства разных стран, и отсутствие концепции применения ракет, как особого вида вооружения, имеющего свои достоинства, которые в тот период не были ясно осознаны военным руководством. Раскрытие этих особенностей произошло лишь во время Второй мировой войны.

В конце XIX в. военные считали ракетное оружие альтернативой ствольной артиллерии, и это было правильно, но лишь отчасти. В этом и была причина недооценки ракетного вооружения. Военные были загипнотизированы прогрессом ствольной артиллерии в конце XIX в., и, сравнивая ее с ракетным вооружением, предъявляли к ракетам точно такие же требования (в частности, по кучности и дальности стрельбы), как и к ствольной артиллерии. Что с точки зрения сегодняшнего дня представляется ошибкой. Ситуация сохранялась неизменной и в начале XX в. Так, после 1901 г. при стрельбе ракетами Унге в Швеции кучность стрельбы по всеобщему признанию была неудовлетворительной. При этом кучность стрельбы ракет сравнивалась с таким же показателем полевой гаубицы. О том, что к ракетам нельзя подходить с мерками ствольной артиллерии, тогда не осознавали.

Такая же ситуация сохранялась и перед началом Первой мировой войны. Так, например, Крупп в 1910 г. в Германии заявил, что опыты с «воздушными

³⁵ Скоог. Вильгельм Теодор Унге...

торпедами» Унге прекращены из-за невозможности получения необходимой кучности стрельбы³⁶. И это при том, что «воздушные торпеды» имели стартовую массу до 50 кг и дальность стрельбы 4–5 км, т.е. на уровне ракет времен Второй мировой войны, а по кучности стрельбы их превосходили.

Мы пришли к выводу, что в ту пору военные не могли усмотреть особого характера применения ракетного оружия, по-видимому, в силу инерции мышления.

Эта ситуация напоминает положение в Европе в середине XVIII в., когда ракеты были сняты с вооружения как уступавшие по большинству характеристик ствольной артиллерии. Работы французских ракетчиков в конце XVIII в. не смогли изменить взглядов военных руководителей на ракеты как на отживший свое вид вооружения. Чтобы произошла перемена во взглядах военных, тогда потребовалась демонстрация успешного применения ракет в колониальной войне в Индии, а затем и в наполеоновских войнах. Так же и в конце XIX – начале XX вв. военные не осознавали особого, своеобразного, назначения ракетной техники, которая не могла быть полностью заменена ствольной артиллерией, и продолжали требовать от нее таких высоких характеристик, каких она не могла обеспечить и несколько десятилетий спустя, когда ракеты вновь были приняты на вооружение.

Мазинг относит появление новых транспортных средств к мощным внешним факторам возрождения ракетной техники³⁷. Но на наш взгляд, применение самоходных шасси взамен конной тяги было вполне закономерно, и обусловлено внутренней логикой развития РСЗО, как и замена одного вида топлива другим, более калорийным. В качестве примера Мазингом приводится разработка в 1912 г. В. И. Воловским, бывшим вице-директором Путиловского завода, РСЗО на автошасси с 50 направляющими. Она не была изготовлена, как полагает Мазинг, из-за общих недостатков, присущих ракетам на дымном порохе, а также из-за чиновничье-бюрократического строя царской России³⁸. Но, на наш взгляд, разработка Воловским реактивных систем залпового огня на автошасси, ставшая качественным скачком в развитии РСЗО и отразившая общую тенденцию автомобилизации армии, не была по достоинству оценена военным руководством из-за завышенных требований к ракетам, предъявлявшимся главным артиллерийским управлением (ГАУ).

Само по себе использование самоходного шасси для транспортировки РСЗО не было решающим фактором для возрождения последних в XX в. Во Франции зенитные РСЗО на автошасси (а также и на станках) успешно применялись в противовоздушных боях еще в начале Первой мировой войны³⁹. Однако попытки применить их в полевой артиллерии неизвестны, что можно объяснить отсутствием осознанной потребности в полевых РСЗО как боевом средстве артиллерии на тот период. В дальнейшем РСЗО во Франции не создавались вплоть до конца 1940-х гг.

³⁶ Лей. Ракеты и полеты в космос...

³⁷ Мазинг. Реставрация тягово-баллистических характеристик ракет...

³⁸ Мазинг Г. Ю. Ракета и орудие. М., 1987.

³⁹ Воротников О. С. Применение зенитных ракет в Первой мировой войне // ВИЕТ. 2008. № 2. С. 112–118.

Кроме того, во время Второй мировой войны в разных странах наряду с реактивными системами залпового огня на самоходных шасси (шасси танков, полугусеничных БТР, автошасси), существовали РСЗО как на прицепных шасси (лафеты арторудий), так и вообще без них. Это пусковые установки на станках: в СССР – М-28, -30, -31, в Англии – «пехотный матрас» и так далее. Эти типы РСЗО сохранились и после Второй мировой войны.

Изменение характера боевых действий

В Первую мировую войну дивизионная артиллерия, вооруженная трехдюймовыми пушками (76 мм), показывала на поле боя большую эффективность, чем во время Второй мировой войны РСЗО типа БМ-13-16. Так, 7 августа 1914 г. французская легкая батарея под командованием капитана Ламбаля с расстояния 5 км совершенно уничтожила прусский 21-й драгунский кавалерийский полк. На это потребовалось 4 шрапнельных выстрела каждого орудия батареи (всего 16 выстрелов – столько, сколько РС имела одна БМ-13-16). Все немцы были убиты или тяжело ранены, и из раненых выжил лишь один человек – ветврач⁴⁰.

В тоже время не известно ни одного случая во время Второй мировой войны, чтобы одна боевая машина РСЗО типа БМ-13-16 (катюша) уничтожила на поле боя если не полк, то хотя бы батальон противника. Успех первого боевого применения 14 июля 1941 г. батареи катюш под командованием капитана И. А. Флерова в районе железнодорожной станции Орша – объекта не на поле боя, а в ближнем тылу противника – обусловлен неожиданностью для последнего появления нового вида оружия, и соответственно, непринятием мер предосторожности в прифронтной полосе. Кроме того, при артобстреле вагонов с боеприпасами достаточно взрыва лишь одного снаряда для детонации всего поезда. Подобные примеры известны по морским сражениям, когда попадания одного снаряда в артиллерийский погреб приводили к его взрыву и гибели кораблей. Свежие примеры – взрывы складов боеприпасов на российском Дальнем Востоке, которыми с 1991 по 2005 г. были уничтожены восемь складов.

В конце XIX – начале XX в. основным снарядом в дивизионной артиллерии была шрапнель, предназначенная для поражения пехотных колонн. Следствием ее применения был отказ от использования на полях сражений колонн, доступных для наблюдения неприятелем⁴¹.

В во время Первой мировой войны произошло изменение характера боевых действий. Уже в русско-японскую войну имели место периоды позиционной борьбы⁴² Маневренный период Первой мировой войны был очень кратким – всего 20 суток⁴³, затем война приняла позиционный характер. В результате поля сражений стали пустынными – широкое применение получили глу-

⁴⁰ Гаскуэн. Эволюция артиллерии во время мировой войны. М., 1921.

⁴¹ Кеммерер. Развитие стратегической науки в XIX столетии. М., 1936.

⁴² Цитович Н. П. Краткий очерк эволюции артиллерии. М.; Л., 1930.

⁴³ Воронов Н. Н. В. М. Трофимов – выдающийся ученый артиллерист // Трофимов в. М. Материалы о научной деятельности ученого / Ред. в. С. Коробченко. Л., 1966. С. 7–9.

бокие траншеи, щели, блиндажи, чем было сведено на нет могущественное действие шрапнели на живые цели ⁴⁴. Массовое применение в эту войну автоматического и полуавтоматического оружия в сочетании с инженерными сооружениями (в том числе проволочными заграждениями) настолько усилило оборону, что

для преодоления огневой мощи наступающая сторона должна была изыскивать новые средства борьбы, которые помогли бы вывести из тупика позиционной войны и помочь наступающему преодолевать сопротивление тактической обороны ⁴⁵.

Таким образом, позиционная война способствовала внедрению фугасных гранат в дивизионную артиллерию ⁴⁶, и вообще более широкому применению снарядов фугасного действия. В результате РС РСЗО, создававшиеся в 1930-е годы как средство ведения химической войны, с успехом использовались во время Второй мировой войнующими сторонами с фугасными и осколочно-фугасными БЧ.

Таким образом, изменение характера ведения боевых действий создало предпосылки для использования РСЗО (на новом витке развития). Однако это произошло только во время Второй мировой войны.

Еще одним важным фактором, сыгравшим основную роль в принятии РСЗО на вооружение в XX в., является, на наш взгляд, снижение военными требований к кучности стрельбы РСЗО, произошедшее в 1930–1940 годы. Оно было обусловлено целым рядом причин.

К ним в первую очередь следует отнести потребность в средстве доставки боевых отравляющих веществ (БОВ), начавших широко применяться в период Первой мировой войны. Начавшаяся без использования боевых отравляющих веществ, к моменту своего окончания эта война на 55% была химической, и на следующую войну применение БОВ прогнозировалось в еще больших масштабах ⁴⁷. В ходе Первой мировой войны были применены 24 типа газов, хотя в начале использовался лишь хлор. Первоначально газ выпускался из баллонов, но в ходе войны перешли к использованию артиллерийских химических снарядов, при этом получила распространение траншейная артиллерия: бомбометы, минометы, газометы – последние были новым видом вооружения, созданным для применения БОВ ⁴⁸. Немецкие газометы *Gaswerfer* имели дальность стрельбы от 1500 до 3500 м и метали снаряды массой 29–35 кг ⁴⁹. Расход химических снарядов достигал громадных значений: так, 1 августа 1917 г. под Маасом на фронте в 10 км было выпущено 3 400 000 ипритовых снарядов ⁵⁰. Газометы располагали группами до 100 и более; воспа-

⁴⁴ Капустин С. Н. Работы Трофимова в области стрельбы // Там же. С. 23–32.

⁴⁵ Мостовенко В. Первенство русских в создании танка // Из истории развития русской военно-технической мысли. М., 1952. С. 125–148.

⁴⁶ Капустин. Работы Трофимова в области стрельбы...

⁴⁷ Розье Э. Развитие военной техники с начала войны 1914 г. М., 1922.

⁴⁸ Цитович. Краткий очерк...

⁴⁹ Розье. Развитие военной техники...

⁵⁰ Цитович. Краткий очерк...

менение метательных зарядов производилось от электровоспламенителя. Уже тогда для ведения огня из этих систем широко применялась залповая стрельба. При артобстрелах БОВ важное значение придавали внезапности применения⁵¹. Ничего удивительного, что дальнейшее развитие химическое вооружение получило в первую очередь в виде РСЗО, так как эти системы сочетали залповый огонь с многозарядностью и внезапностью применения.

Кучность стрельбы РСЗО при применении боевых частей с БОВ перестала быть определяющим фактором. Военным потребовалось оружие, позволявшее забрасывать противника как можно большим количеством БОВ за минимум времени. По этому показателю РСЗО оказались вне конкуренции со ствольной артиллерии. Первой полевой РСЗО, принятой на вооружение в XX в., в 1936 г., стал германский «газомет» с шестью направляющими для стрельбы РС с химическими боевыми частями⁵². При разработке в СССР РСЗО в конце 1930-х гг. основной боевой частью, под которую разрабатывались ракеты, также была химическая⁵³.

В 1933 г. в СССР в Газодинамической лаборатории считали, что кучность стрельбы РС РСЗО должна быть не хуже, чем 1/100⁵⁴. Долгое время в СССР не принимали на вооружение самоходную полевую РСЗО (серийный вариант которой получил обозначение БМ-13, в просторечии именуемый «катуша»), так как она не удовлетворяла основному требованию заказчика – высокой кучности стрельбы⁵⁵. У варианта, принятого в конце концов на вооружение, она составила Вд/Х=1/65, Вб/Х=1/45⁵⁶. Однако уже в ходе войны, в июне 1942 г., были вынуждены принять на вооружение РС М-30 со значительно худшей кучностью стрельбы – Вд/Х=1/35; Вб/Х=1/20. Примерно такую же низкую кучность стрельбы имела английская РСЗО «пехотный матрас» – Вд/Х=1/40, Вб/Х=1/20⁵⁷.

В ряде стран ракеты создавались (или принимались на вооружение) в первую очередь для тех видов вооруженных сил, где или легче было компенсировать низкую кучность стрельбы РС (как в авиации, советские РС-82, РС-132, американские М-8), или где военные мирились с низкой кучностью (как в ПВО Англии (зенитные ракеты). В дальнейшем эти ракеты или сразу попадали на вооружение сухопутных войск (американский РС М-8), но затем совершенствовались (на основе М-8 в США создали М-16), или существенно переделывались перед принятием на вооружение (советские РС М-8). Работа над зенитными ракетами в Англии стала в последующем основой для создания РСЗО сухопутных войск.

В Японии снижение требований к кучности стрельбы было вызвано стремлением применить в боях большое количество скопившихся на складах бое-

⁵¹ Розье. Развитие военной техники...

⁵² Непобедимый С. П. Реактивная артиллерия // Оружие победы / Ред. В. Н. Новиков. М., 1987. С. 153–187.

⁵³ Вернидуб. На передовой линии тыла...

⁵⁴ Протокол резолюции конференции ГДЛ 27–28 апреля 1933 г. Архив Военно-исторического музея артиллерии, инженерных войск и войск связи. Ф. 7 р. Оп. 1. Д. 84. Л. 57.

⁵⁵ Кизнер Л. Б. Одни только факты. М., 1995.

⁵⁶ Вернидуб. На передовой линии тыла...

⁵⁷ Замковец В. Ф. Пороховые реактивные снаряды. М., 1949.

припасов (авиабомб), использовать которые со штатными носителями уже не представлялось возможным⁵⁸.

В целом можно сделать вывод о том, что требования по кучности стрельбы, считавшиеся неприемлемыми накануне войны, во время войны были пересмотрены в сторону снижения, в разных странах под влиянием разных факторов, что обусловило применение РСЗО в боевых действиях.

Расширение сферы боевого применения РСЗО за счет перенятия части функций ствольной артиллерии

В период русско-японской войны произошло окончательное утверждение нового вида полевой артиллерии – тяжелой полевой артиллерии, выделение которого из осадной артиллерии началось вскоре после франко-прусской войны 1870–1871 гг.⁵⁹

Тяжелая полевая артиллерия возникла из запряженной осадной артиллерии. Кроме применения в полевой войне, тяжелая полевая артиллерия применялась также в осадной войне как легкая осадная артиллерия. Такие «передовые осадные отделения» доставлялись под атакуемую крепость конной тягой вместе с полевыми войсками. То есть гораздо раньше подвоза больших осадных парков с их тяжелыми системами и комплексами. При этом по калибрам, дальности, разрушительному действию снарядов тяжелая полевая артиллерия оставалась сходной с осадной. По мере развития тяжелой полевой артиллерии происходило увеличение ее калибров: так у русских систем калибр был 229 мм, у австрийских мортир 240 мм, японцы ввели 280 мм короткие гаубицы, впервые примененные под Порт-Артуром. До этого калибр 280 мм был калибром береговой артиллерии. Наибольшая дальность стрельбы японских 280 мм гаубиц под Порт-Артуром составляла 5 км, а стреляли они по фортам и кораблям на рейде с дистанции 1–3 км. В 1911 г. в австрийской тяжелой полевой артиллерии появился калибр 305 мм. Дальнейшее развитие тяжелой полевой артиллерии происходило как в Первую мировую войну (в 1914 г. немцы использовали орудия калибра 420 мм под бельгийскими крепостями, в 1917 г. во Франции ввели калибр 520 мм), так и после нее.

Во время Второй мировой войны в СССР на вооружение были приняты тяжелые РС марок М-30, М-31 и М-31УК. Их дальность стрельбы составляла 2,8–4,3 км⁶⁰, т.е. на была на уровне дальности стрельбы тяжелых мортир начала века. Боевая часть этих РС массой 52,4 кг превосходила по массе все снаряды 152-миллиметровых орудий, среди которых наибольшей массой (48,8 кг)⁶¹ обладали снаряды 152-миллиметровой пушки образца 1935 г. Особенностью фугасных БЧ РС был большой коэффициент наполнения по сравнению с обычными артиллерийскими снарядами. Так БЧ РС М-30, М-31 и М-31УК содержали 28,9 кг взрывчатого вещества, в то время как у снаря-

⁵⁸ *Лей.* Ракеты и полеты в космос...

⁵⁹ *Цитович.* Краткий очерк...

⁶⁰ Боевая машина БМ-31-12. Руководство службы. [Б. м.], 1955.

⁶¹ *Вернидуб.* На передовой линии тыла...

да 203-миллиметровой гаубицы массой 90,7 кг масса ВВ составляла всего 15,4 кг. Боевые части тяжелых советских РС по массе ВВ уступали лишь снарядам 11- и 12-дюймовых (280 и 305 мм) гаубиц.

Западногерманский специалист по РСЗО Г. фон Бендер писал:

Крупные РС снабжались фугасными БЧ, снаряжались большим количеством ВВ, взрыв которого порождал мощную ударную волну. Давление во фронте ударной волны при взрыве таких РС оказывало на человека настолько сильное воздействие, что до сих пор ходят незабываемые легенды. Ударная волна являлась основным поражающим фактором и при бомбометании по площадям. Эффект был превзойден в конце 2-й мировой войны в результате появления атомного оружия⁶².

При этом следует заметить, что фугасные реактивные снаряды весили с укупоркой около 100 кг, а рамная станковая пусковая установка из металлических профилей – несколько десятков килограммов, в то время как наименьшая масса крупнокалиберных орудий (у 203-миллиметровой гаубицы образца 1931 г.) составляла 17 700 кг⁶³. Тяжелые РС и ПУ к ним можно было перевозить на обычных грузовиках, в то время как для буксирования тяжелой корпусной артиллерии требовались в лучшем случае тяжелые гусеничные артиллерийские тягачи, имевшие малую скорость передвижения с орудиями на буксире. В худшем случае тяжелые артиллерийские системы перевозились в разобранном виде. Это требовало последующей сборки и увеличивало время подготовки к стрельбе.

Таким образом, созданные во время Второй мировой войны фугасные РС ввиду их большой разрушительной силы при действии у цели, а также мобильности и компактности пусковых установок, частично смогли заменить тяжелую полевую артиллерию. Помимо перенятия функций доставки БОВ, реактивная артиллерия в Второй мировой войны взяла на себя также часть функций тяжелой полевой артиллерии, которые сохранились за ней и в последующие годы. Произошла частичная передача функций от активной (ствольной) к реактивной артиллерии, от одного вида техники к другому, и расширилась сфера применения РСЗО.

В принятии на вооружение РСЗО большинством стран во время Второй мировой войны сыграл свою роль принцип домино. Так, Германия, принявшая РСЗО на вооружение еще до войны (в 1936 г.), не спешила применять их в боевых действиях. Она применила их лишь в 1941 г., примерно месяц спустя после того, как их начал применять СССР. Применение РСЗО одной страной повлекло применение РСЗО другими странами, вынудив их снизить требования к кучности стрельбы.

В целом перед Второй мировой войной имела место недооценка боевой эффективности РСЗО. Опыт войны заставил военных пересмотреть свои взгляды. Оказалось, что кучность стрельбы для этих систем не так важна, поскольку РСЗО применялись в основном по площадным целям. РСЗО сумели на очередном витке развития потеснить ствольную артиллерию, и стать во вто-

⁶² *Bender, H., von Flächenfeuer // Soldat und Technik. 1969. № 1. S. 9–12.*

⁶³ *Вернидуб. На передовой линии тыла...*

рой половине XX в. одним из основных средств вооруженной борьбы. Немало этому способствовал опыт локальных войн – РСЗО нашли в них широкое применение, – а также то обстоятельство, что применение ядерного оружия в локальных конфликтах, на которое первоначально рассчитывали военные, не состоялось. В то же время по эффективности действия РСЗО стали сравнимы с ядерным оружием малой и сверхмалой мощности, которое они могут в известной мере заменить.

Возрождение РСЗО в XX столетии произошло из-за востребования систем залпового огня для выполнения новых функций, расширивших сферу применения реактивной артиллерии (а не только по причине применения в РС бездымных порохов). Что было вызвано изменением взглядов на применение РСЗО.