А.С.ДЕРЖАВЕЦ
ЗАО «Взрывиспытания», Москва, Россия
Н.И.РАБОТИНСКИЙ
ГосНИИ «Кристалл», Дзержинск, Россия
В.В.АДУШКИН
Институт динамики геосфер РАН, Москва, Россия

СОСТОЯНИЕ, ПЕРСПЕКТИВЫ И ЭКСПЕРТНАЯ ОЦЕНКА ОПТИМАЛЬНЫХ ОБЪЕМОВ ВОЗМОЖНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ В РОССИИ

Основанием представляемой работы является Постановление Межведомственного совета по взрывному делу № 3 от 10.12.99 г. Для подготовки материалов был привлечен ряд ведущих специалистов страны в области разработки, производства и использования взрывчатых веществ (ВВ).

При анализе состояния, производства и применения ВВ сгруппированы следующим образом*:

1) тротилсодержащие неводостойкие (аммониты, комбизар и т.д.);
2) водосодержащие с тротилом (акватолы, ифзаниты, карбатолы и др.);
3) тротилсодержащие водостойкие (гранулотол, граммониты, тротил У);
4) гранулированные бестротиловые (игданиты, углениты, гранулиты и др.);
5) эмульсионные (порэмиты, сибириты, тован и т.п.);
6) предохранительные (углениты, аммониты);
7) конверсионные (гранипоры, ВВ на основе порохов и другие ВВ).

Кроме того, ВВ разграничены на изготовленные в заводских условиях и на местах ведения взрывных работ.

Оценка перспектив применения ВВ затруднена рядом обстоятельств, среди которых необходимо отметить следующие:

1. С 1991 по 1995 г. (как видно из рис.1) произошло существенное снижение объемов применения ВВ, связанное с падением объемов производства взрывных работ в России, хотя имеющиеся в тот период мощности предприятий могли обеспечить выпуск любого требуемого количества промышленных ВВ. В 1995-1996 гг. наблюдалась стабилизация, а с 1997 г. – некоторое, хотя и относительно небольшое, увеличение потребления ВВ.

2. Примерно одинаковое количество ВВ, изготавливаемых на местах ведения взрывных работ до 1997 г., и лишь некоторое увеличение в последний год-два связаны с финансовыми возможностями предприятий и их недооценкой, по нашему мнению, вклада взрывных работ в развитие производства.

3. Наряду с общим падением объемов производства и применения ВВ, существенно возросли предложения российских организаций и зарубежных фирм, в том числе работающих в России, по номенклатуре новых ВВ (главным образом, эмульсионных) и по организации производства на местах ведения взрывных работ с поставкой соответствующего оборудования. Такая конкуренция, из-за отсутствия продуманной, объективной и экспертно-обоснованной научно-технической политики в рассматриваемой области, не обеспечила требуемого уровня развития взрывного дела в России.

4. Поскольку ряд организаций России, владеющих сведениями по объемам производства и применения ВМ, не предоставили их нам для более полного анализа, ЗАО «Взрывиспытания» и ГосНИИ «Кристалл», которым было дано соответствующее поручение Госгортехнадзора России, использовали при подготовке данной работы имеющиеся в их распоряжении мате-

* Указанные группы соответствуют условным обозначениям на рис.2,б; 3-5.

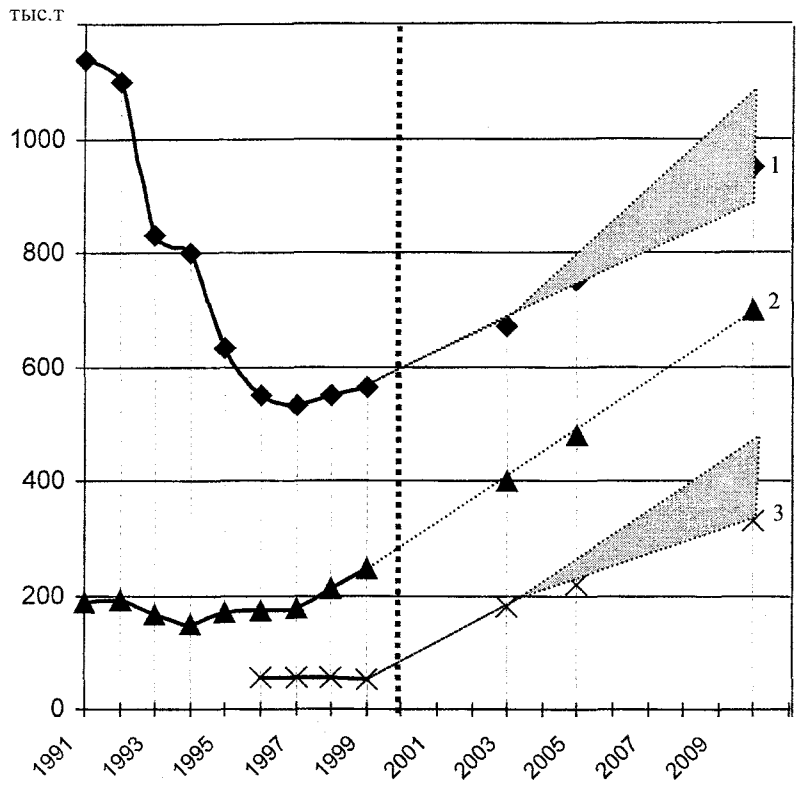


Рис.1. Применение промышленных взрывчатых материалов в России (по годам)
1 – общее количество ВВ; 2 – в том числе на местах применения; 3 – эмульсионные

риалы, в достоверности которых нет сомнений, однако при этом не исключены некоторые погрешности.

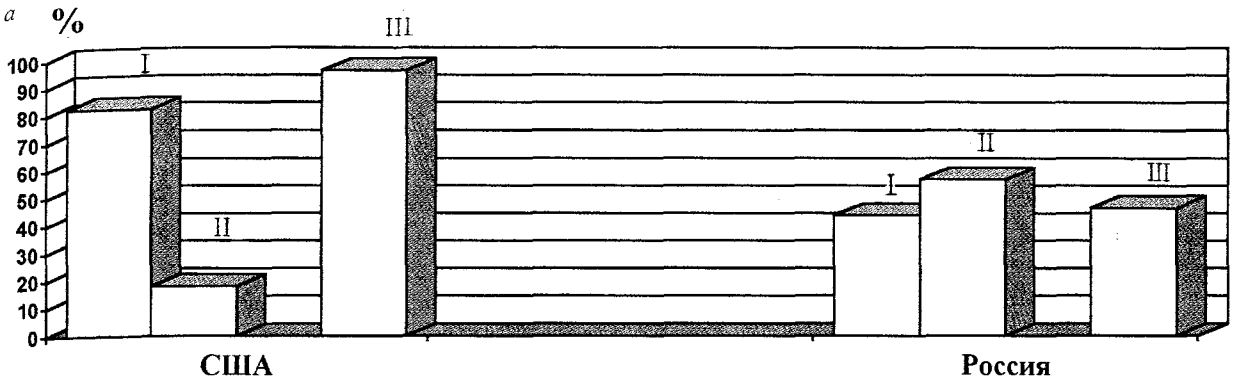
Прогноз объемов производства и номенклатуры ВВ в предстоящий период выполнены на основе экспертной оценки развития производства и сырьевой базы в России с учетом следующих обстоятельств:

1. Имеющиеся производственные мощности на предприятиях оборонного комплекса, активно осваивающие также в последние годы производство эмульсионных ВВ, способны полностью обеспечить потребность народного хозяйства России, стран СНГ и других зарубежных стран всеми видами требуемых материалов.

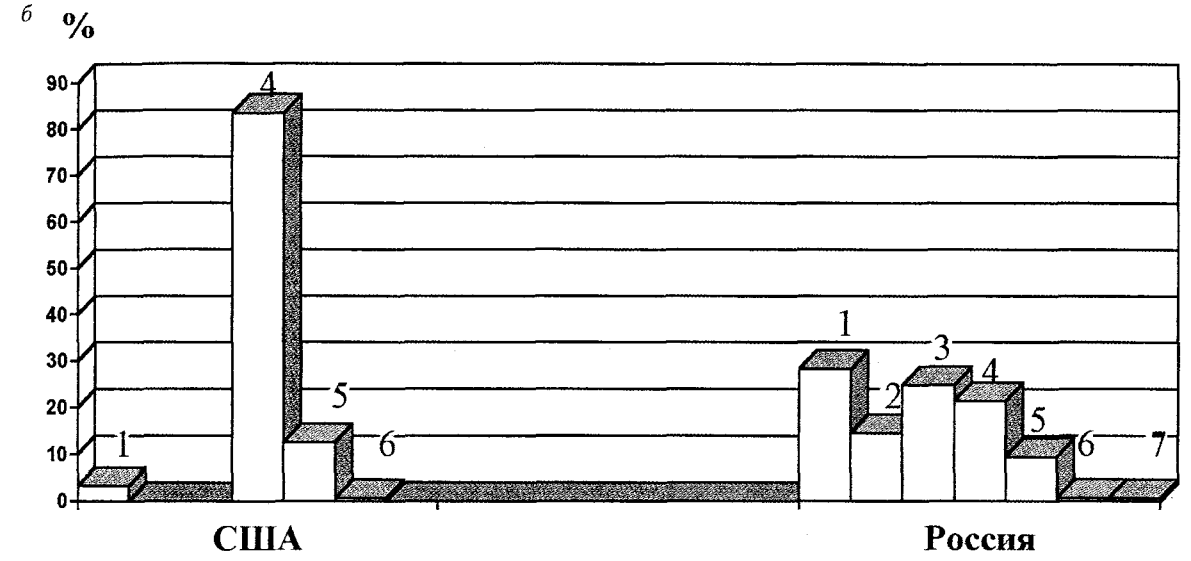
Полному удовлетворению нужд предприятий России во взрывчатых веществах способствуют также конкурирующие предложения ряда российских предприятий и зарубежных фирм по поставке оборудования и производству ВВ, в том числе в виде патронов (эмульсионных и смесевых типа гранулит и граммонит) на местах ведения взрывных работ.

2. Прирост производства ВВ на местах ведения взрывных работ с 1996 до 2000 г. составил 30 % (примерно на 75,0 тыс.т) при общем росте объемов в указанный период примерно на 35 тыс.т, или 6-7 % к общему объему, что свидетельствует о тенденции приоритетного производства ВВ на местах ведения взрывных работ.

Доля ВВ, изготавливаемая непосредственно потребителями в России, возросла с 30 % в 1996 г. до 43 % в 1999 г. При этом в США (рис.2) на местах применения изготавливается в настоящее время примерно 80 % ВВ, аналогичная картина наблюдается в других странах.



I – на местах применения; II – заводского изготовления; III – в том числе бестротиловые



1 – тротилсодержащие неводостойкие; 2 – водосодержащие с тротилом; 3 – тротилсодержащие водостойкие; 4 – гранулированные бестротиловые; 5 – эмульсионные; 6 – предохранительные; 7 – конверсионные

Рис.2. Сравнительные объемы применения (*а*) и ассортимент (*б*) промышленных ВВ в 1999 г.

3. В России ассортимент разрабатываемых и применяемых ВВ чрезвычайно разнообразен и постоянно увеличивается. Российскими специалистами и практиками предложено около 20 рецептур эмульсионных ВВ, обладающих различными параметрами, по 6-8 рецептур аквatолов, угленитов и т.д., большая номенклатура ВВ, получаемых при утилизации боеприпасов, в первую очередь, на основе порохов (так называемые гранипоры).

Соотношение различных ВВ, использованных в 1999 г., в сравнении с ВВ, применяемыми в США, показано на рис.2,*б*. Следует обратить внимание на то, что в США свыше 90 % ВВ, используемых при взрывных работах, не содержат тротила. Однако, по нашему мнению, это вынужденная мера, так как тротил в США не производится и является предметом импорта.

Следует полагать, что объемы применения тротилсодержащих ВВ у нас в стране стабилизированы, однако их доля в общем объеме увеличивающегося потребления ВВ будет снижена за счет возрастания потребления бестротиловых, главным образом, эмульсионных ВВ.

В СССР была разработана программа развития промышленных ВВ и обозначены регионы строительства предприятий по изготовлению эмульсионных веществ (ЭВВ), в основном, разработки отечественных организаций.

4. Развитие взрывных работ в России, равно как и в других странах, неразрывно связано с развитием производства и экономики в целом, что позволяет сделать прогноз по объемам применения ВВ на последующие годы. Программа экономического развития и развитие сырьевой базы страны предполагает, по нашим прогнозам, увеличение ежегодных объемов производства в России в 2000-2002 гг. на 3-4 %, до 2010 г. на 8-10 %. По-видимому, следует ориентироваться на соответствующий рост потребления ВВ, что показано на правой части рис.1.

Как отмечено выше, имеющийся и создаваемый потенциал производства ВВ в России позволит увеличить объемы их выпуска (как в заводских условиях, так и на местах ведения взрывных работ) и полностью удовлетворить потребности в промышленных ВВ.

Очевидно, и это подтверждено практикой, потребление ВВ будет увеличиваться, главным образом, за счет применения *эмульсионных* ВВ, в том числе с добавлением в них составов типа АНФО (в отличие от игданита, АНФО сохраняет водоустойчивость ЭВВ при введении его до 50 %), которые повышают эффективность действия этих ВВ.

Данные о свойствах эмульсионных ВВ российской разработки, представленные в таблице, в сравнении с некоторыми промышленными веществами, подтверждают, что они по своим энергетическим параметрам могут обеспечить эффективное взрывание горных пород различной крепости, а по экологическим показателям (в рассматриваемом случае по так называемой «газовой вредности») значительно превосходят все остальные используемые материалы.

Не исключена также возможность разработки на основе ЭВВ зарядов для использования в шахтах, опасных по газу и пыли.

Характеристики ЭВВ

Наименование ВВ	Марка ВВ	Теплота взрыва, ккал/кг	Концентрация энергии, ккал/дм^3	Плотность заряжания, кг/м^3	Скорость детонации, км/с	Газовая вредность, л/кг
Гранулотол	–	980	980	1000	5,0-5,2	275
Игданит	–	920	820	900	2,2-2,7	45
Порэмит 1	ИМ-Н	689	861	1250	4,9-5,2	12,2
	ИМ-К	693	865	1250	4,9-5,2	12,4
	МТ-Н	709	885	1250	4,9-5,2	11,8
	МТ-К	726	908	1250	4,9-5,2	12,0
Порэмит 1А	–	720	900	1200	4,9-5,1	40
Порэмит М	4А	870	1130	1300	4,8-5,1	42
	8А	1040	1400	1350	4,9-5,3	54
Порэмит МК	8К	910	1230	1350	4,8-5,2	40
	8КА	900	1170	1300	4,8-5,1	46
Гранэмит	30/70	800	1080	1350	4,9-5,2	38
	50/50	835	1170	1400	4,8-5,2	36
	70/30	870	1130	1300	3,5-4,0	34

Анализ и оценка предложений и проектов по строительству установок изготовления эмульсионных ВВ показывают, что в 2000-2004 гг. предполагается их ежегодный ввод с объемом производства 10-20 тыс.т, в последующие годы этот показатель составит 20-30 тыс.т.

Таким образом, к 2010 г. следует ожидать возрастания объемов изготовления эмульсионных ВВ на 200-250 тыс.т, а удельный вес таких веществ составит примерно 35-40 % от общего объема потребляемых ВВ (в 1999 г. на местах ведения взрывных работ и на промышленных предприятиях изготовлено немногим более 50 тыс.т, что составляет 9,5 % объема применения ВВ в России).

Преимущества эмульсионных ВВ, по сравнению с тротилосодержащими, в том числе горячельющимися акватолами, с точки зрения технической и экологической безопасности, очевидны. Однако при использовании различных ВВ будут учитываться также такие факторы, как их эффективность и стоимость.

Здесь необходимо отметить, что предложения российских организаций (в частности, ГосНИИ «Кристалл») по полному обеспечению («под ключ») оборудования и производства эмульсионных ВВ имеют ряд неоспоримых преимуществ, а именно:

- с точки зрения эффективности действия и экологической безопасности предлагаемые российские эмульсионные ВВ не уступают зарубежным;
- для изготовления ЭВВ может быть использовано полностью отечественное сырье;
- стоимость изготовления и монтажа оборудования для производства таких веществ в 4-5 раз ниже стоимости зарубежных аналогов;
- себестоимость получаемых ЭВВ в 2,5-3,0 раза ниже стоимости штатных тротилсодержащих ВВ и ЭВВ с использованием импортного сырья;
- возможно размещение оборудования вблизи производства взрывных работ в стационарном, модульном или транспортном исполнении.

На рис.3 показаны объемы применения различных видов ВВ в 1996 и 1999 годах.

Прогноз предполагаемых объемов применения ВВ, в том числе изготовляемых на местах ведения взрывных работ, показанный в правой части рис.1, сделан с учетом высказанных выше обстоятельств.

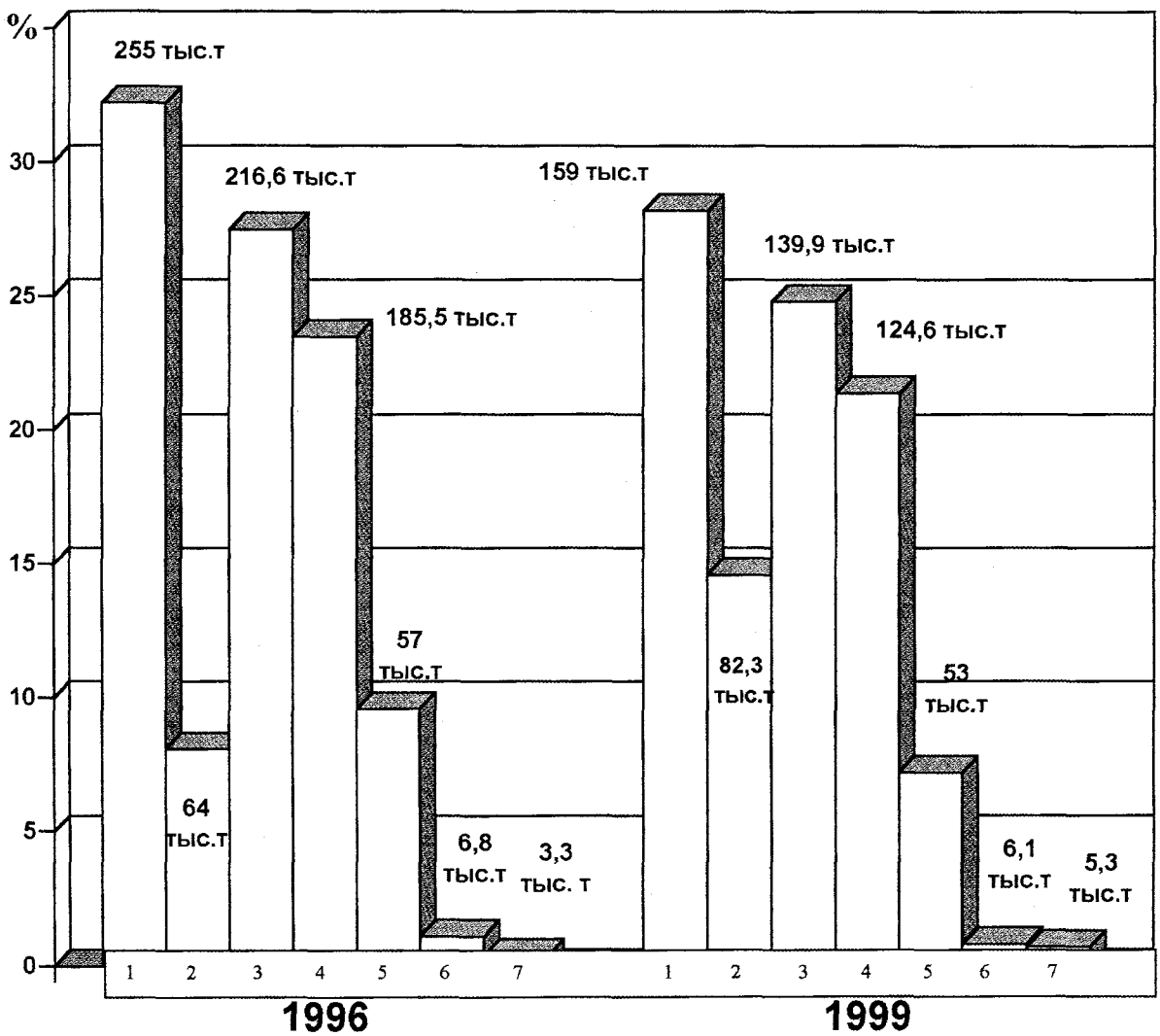


Рис.3. Сравнительный ассортимент промышленных ВВ в России за 1996 и 1999 годы
Усл. обозначения см. рис.2,*б*

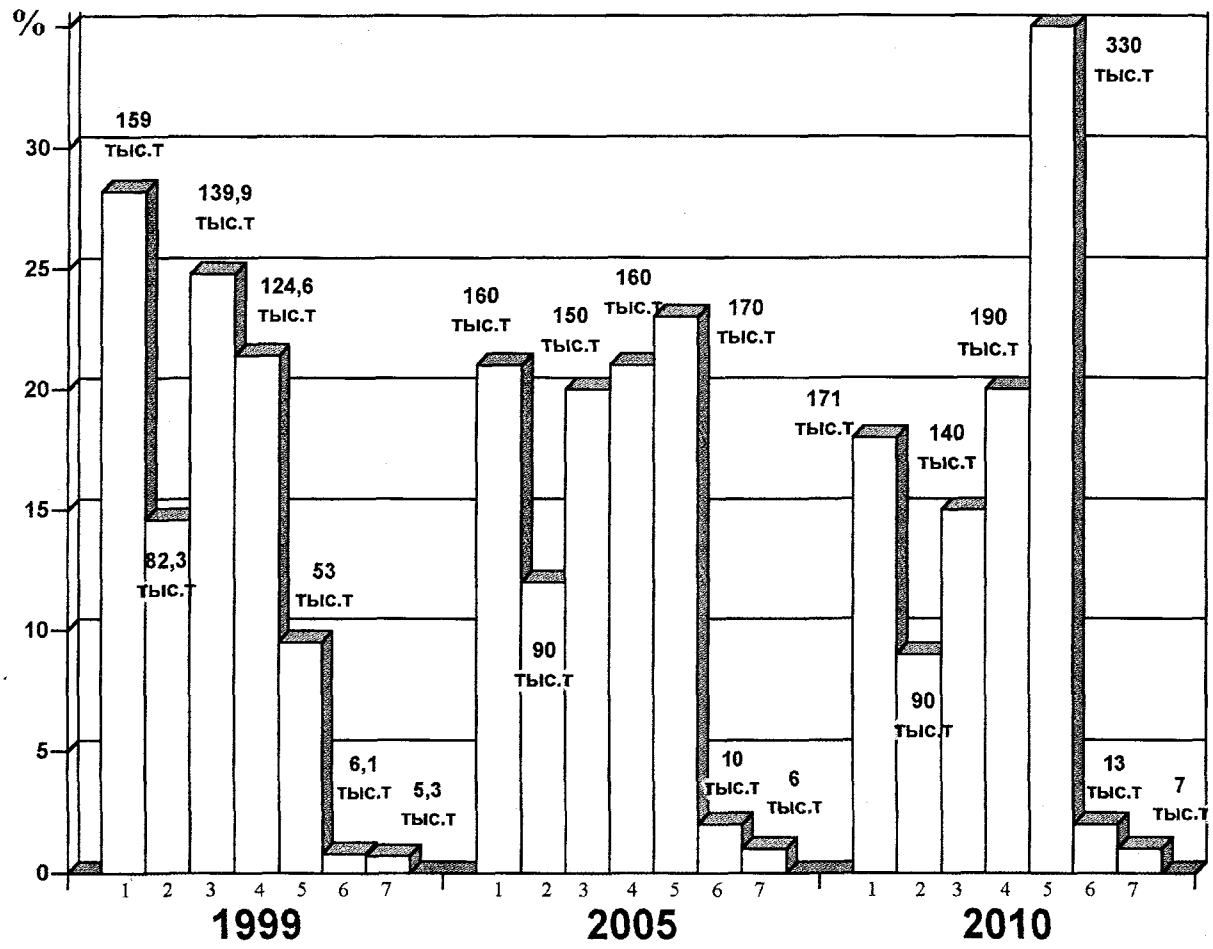


Рис.4. Ассортимент промышленных ВВ в России в 1999 г. и прогноз до 2010 г.
Усл. обозначения см. рис.2,*б*

Была предпринята попытка спрогнозировать ассортимент ВВ в будущем в сравнении с используемыми в настоящее время (рис.1,4,5).

Как показано на рис.1, увеличивается доля применения *эмульсионных* ВВ. При этом их производство будет организованно как на местах ведения взрывных работ, так и на заводах, изготавливающих промышленные взрывчатые материалы.

Не увеличится, а возможно, и несколько снизится объем применения и, естественно, производство *водостойких тротилосодержащих* ВВ (за исключением, возможно, гранулотолов и граммонитов).

Ожидается снижение объемов применения *тротилсодержащих неводостойких* ВВ при повышении потребления гранулированных бестротиловых веществ (главным образом, ВВ типа АНФО, отличающегося от игданита использованием в качестве основы пористой селитры и применяемого для взрывных работ в сухих скважинах и шпурах, а также для повышения энергетических параметров эмульсионных ВВ, введение в состав которых до 50 % АНФО не снижает их водоустойчивости).

Очевидно, что объем применения *предохранительных* ВВ для шахт, опасных по газу и пыли, будет возрастать в связи с необходимостью увеличения подземной добычи, в первую очередь, качественных углей. При этом возможна разработка зарядов принципиально новой конструкции и снаряжения.

С высокой достоверностью можно полагать, что при существующих темпах утилизации боеприпасов этот процесс будет достаточно длительным и сохранится необходимость промышленного использования *конверсируемых* ВВ при примерно одинаковых количествах ежегодного потребления, отличающихся, к сожалению, большой номенклатурой, что требует дополнительных мер по обеспечению безопасности как при утилизации боеприпасов, так и при применению ВВ.

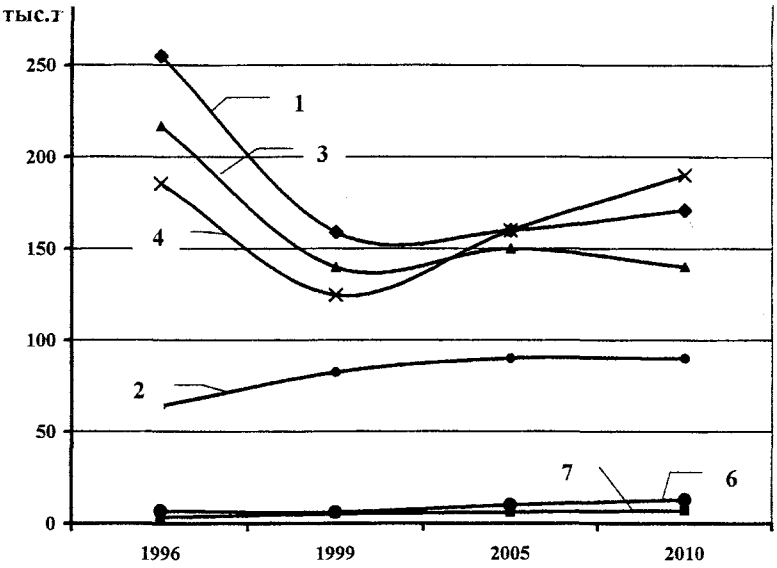


Рис.5. Ассортимент промышленных ВВ в России в 1996 и 1999 годах и прогноз до 2010 г.
Усл. обозначения см. рис.2,*б*

Мировая практика свидетельствует об увеличении доли производства ВВ на местах ведения взрывных работ. Такая тенденция, и это подтверждает экспертная оценка, характерна для России. Если в 1996 г. на местах изготавливалось 29 % от общего количества потребляемых ВВ, то в 1999 г. уже 43 %. Следует ожидать увеличения такой доли в 2005 г. до 55 % и в 2010 г. до 75 %.

При реализации стратегии создания производств промышленных ВВ, а также оценки потребности в исходном сырье для них (например, при организации производства специальной селитры для промышленных ВВ, так как в настоящее время для изготовления промышленных ВВ применяется селитра, разработанная для минеральных удобрений, с некоторой ее модификацией) следует учитывать возможность экспорта ВВ, производимых в России, в другие страны, в частности Центральную Азию, Ближний Восток, не исключены поставки в Индию, Китай, страны ЮВА.

В настоящей работе не представлены данные по состоянию производства ВМ для прострелочно-взрывных работ в скважинах и при сейсморазведке, так как потребности в них удовлетворяются существующими производствами, а также данные по состоянию и перспективам производства средств и систем инициирования, включая в их число заряды-«боевики» для инициирования «основных» ВВ, поскольку они являются производными от общего объема применения промышленных ВВ. Это предмет отдельных исследований и оценок.

Представленные материалы являются интеллектуальной собственностью ГосНИИ «Кристалл» и ЗАО «Взрывиспытания» и не могут быть использованы или опубликованы без ведома этих организаций и ссылок на них.

Указанная работа рассмотрена и одобрена на совместном заседании секции Совета по народно-хозяйственному использованию взрыва при РАН и Академии горных наук, научно-технических советов ЗАО «Взрывиспытания» и ГосНИИ «Кристалл» 29.06.00 г.